

PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS

CAPÍTULO 11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIOTICO



PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
11 PLANES Y PROGRAMAS	22
11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	22
11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS	22
11.2.1 Plan de Inversión del 1%	22
11.2.2 PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIOTICO	22
11.2.2.1 Introducción	22
11.2.2.2 Objetivos y alcance	23
11.2.2.3 Descripción general del proyecto y sus actividades	25
11.2.2.4 Impactos residuales sobre el componente biótico	30
11.2.2.5 ¿Qué compensar?	36
11.2.2.6 ¿Cuánto compensar?.....	54
11.2.2.7 ¿Dónde compensar?.....	59
11.2.2.8 ¿Como compensar?.....	477
11.2.2.9 Plan operativo y de inversión	504
11.2.2.1 Programa de monitoreo y seguimiento.....	519
11.2.2.2 Cronograma de implementación	520
11.2.2.3 Propuesta de manejo a largo plazo	520
11.2.3 Bibliografía	524

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 11-1 Descripción de las unidades Funcionales 3, 4 y 5.....	27
Tabla 11-2 Actividades con proyecto y fases de ejecución	29
Tabla 11-3 Actividades e impactos de nivel severo identificados para el proyecto.....	30
Tabla 11-4 Impactos residuales sobre el componente biótico	35
Tabla 11-5 Biomas Unidades Bióticas del área de influencia y área de intervención	37
Tabla 11-6 Ecosistemas del área de influencia e intervención del proyecto.....	39
Tabla 11-7 Tipos de ecosistemas en el área donde se proyectan las intervenciones	46
Tabla 11-8 Ecosistemas naturales y vegetación secundaria afectados por el proyecto ...	48
Tabla 11-9 Ecosistemas transformados afectados por el proyecto que requieren compensación.....	49
Tabla 11-10 Coberturas reportadas en los polígonos de bosque seco tropical	50
Tabla 11-11 Factores de compensación para unidades BUB en el área de intervención .	55
Tabla 11-12 Área a compensar para los ecosistemas naturales y seminaturales	57
Tabla 11-13 Área a compensar por ecosistemas transformados	58
Tabla 11-14 Área total a compensar.....	59
Tabla 11-15 Zonas de Protección de los Recursos Naturales en la SZH río Pamplonita .	68
Tabla 11-16 Biomas unidades bióticas equivalentes en áreas de reserva	70
Tabla 11-17 Categorías de Ordenación del POMCA río Pamplonita.....	72
Tabla 11-18 Zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita en el AI	73
Tabla 11-19 Zonificación según los planes de ordenamiento territorial.....	74
Tabla 11-20 Ecosistemas seleccionados para compensar.....	77
Tabla 11-21 Frecuencia absoluta.....	87
Tabla 11-22 Estratificación.....	89
Tabla 11-23 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	98
Tabla 11-24 Composición florística Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	99
Tabla 11-25 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	100
Tabla 11-26 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.	106
Tabla 11-27 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	107
Tabla 11-28 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	108
Tabla 11-29 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	108

Tabla 11-30 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	111
Tabla 11-31 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	112
Tabla 11-32 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	116
Tabla 11-33 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	118
Tabla 11-34 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	123
Tabla 11-35 Composición florística Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	123
Tabla 11-36 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	124
Tabla 11-37 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.	129
Tabla 11-38 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	130
Tabla 11-39 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.....	131
Tabla 11-40 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	132
Tabla 11-41 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	135
Tabla 11-42 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	136
Tabla 11-43 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	140
Tabla 11-44 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	143
Tabla 11-45 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	148
Tabla 11-46 Composición florística Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	148
Tabla 11-47 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	149
Tabla 11-48 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.....	155
Tabla 11-49 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	157
Tabla 11-50 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	158
Tabla 11-51 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	158
Tabla 11-52 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	161

Tabla 11-53 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo presente en el área de compensación.....	162
Tabla 11-54 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	165
Tabla 11-55 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo presente en el área de compensación	168
Tabla 11-56 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	173
Tabla 11-57 Composición florística Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	173
Tabla 11-58 Parámetros estructurales Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	174
Tabla 11-59 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.	182
Tabla 11-60 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	183
Tabla 11-61 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	184
Tabla 11-62 Índices de diversidad Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	185
Tabla 11-63 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	188
Tabla 11-64 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	189
Tabla 11-65 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	192
Tabla 11-66 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	194
Tabla 11-67 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	200
Tabla 11-68 Composición florística Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	200
Tabla 11-69 Parámetros estructurales Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	201
Tabla 11-70 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.	209
Tabla 11-71 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	210
Tabla 11-72 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.....	211
Tabla 11-73 Índices de diversidad Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	212
Tabla 11-74 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	215
Tabla 11-75 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	216
Tabla 11-76 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	220

Tabla 11-77 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	222
Tabla 11-78 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	227
Tabla 11-79 Composición florística Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	227
Tabla 11-80 Parámetros estructurales Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	228
Tabla 11-81 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	236
Tabla 11-82 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	237
Tabla 11-83 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	238
Tabla 11-84 Índices de diversidad Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	239
Tabla 11-85 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	242
Tabla 11-86 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	243
Tabla 11-87 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	246
Tabla 11-88 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	248
Tabla 11-89 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	253
Tabla 11-90 Composición florística Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	253
Tabla 11-91 Parámetros estructurales Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	254
Tabla 11-92 Distribución espacial de las especies en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.	262
Tabla 11-93 Estructura diamétrica fustales – Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	263
Tabla 11-94 Composición florística de la regeneración natural en Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	264
Tabla 11-95 Índices de diversidad Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	264
Tabla 11-96 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	267
Tabla 11-97 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	268
Tabla 11-98 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	272
Tabla 11-99 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	274

Tabla 11-100 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	280
Tabla 11-101 Composición florística Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	280
Tabla 11-102 Parámetros estructurales Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	281
Tabla 11-103 Distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	289
Tabla 11-104 Estructura diamétrica fustales – Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	291
Tabla 11-105 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	292
Tabla 11-106 Índices de diversidad Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	293
Tabla 11-107 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	296
Tabla 11-108 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación	297
Tabla 11-109 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación	301
Tabla 11-110 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación	303
Tabla 11-111 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo	307
Tabla 11-112 Composición florística Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo	307
Tabla 11-113 Parámetros estructurales Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo	308
Tabla 11-114 Distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrico Catatumbo	314
Tabla 11-115 Estructura diamétrica fustales – Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrico Catatumbo	316
Tabla 11-116 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrico Catatumbo	317
Tabla 11-117 Índices de diversidad Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrico Catatumbo	318
Tabla 11-118 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	320
Tabla 11-119 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación	321
Tabla 11-120 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación	324
Tabla 11-121 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación	327
Tabla 11-122 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	332

Tabla 11-123 Composición florística Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	332
Tabla 11-124 Parámetros estructurales Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	333
Tabla 11-125 Distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo.....	339
Tabla 11-126 Estructura diamétrica fustales – Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	340
Tabla 11-127 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	341
Tabla 11-128 Índices de diversidad Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	341
Tabla 11-129 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	344
Tabla 11-130 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	345
Tabla 11-131 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	348
Tabla 11-132 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	351
Tabla 11-133 Ubicación unidades de muestreo forestal Vegetación secundaria alta del Oroboma azonal subandino Catatumbo.....	356
Tabla 11-134 Composición florística Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo.....	356
Tabla 11-135 Parámetros estructurales Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo	358
Tabla 11-136 Distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo.....	364
Tabla 11-137 Estructura diamétrica fustales – Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo	366
Tabla 11-138 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo	367
Tabla 11-139 Índices de diversidad Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo.....	368
Tabla 11-140 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación.....	370
Tabla 11-141 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación.....	371
Tabla 11-142 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación.....	375
Tabla 11-143 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación.....	377
Tabla 11-144 Ubicación unidades de muestreo forestal Vegetación secundaria alta del Oroboma azonal subandino Catatumbo.....	382
Tabla 11-145 Composición florística Vegetación Secundaria Alta del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo	382

Tabla 11-146 Parámetros estructurales Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	383
Tabla 11-147 Distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	390
Tabla 11-148 Estructura diamétrica fustales – Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	391
Tabla 11-149 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	392
Tabla 11-150 Índices de diversidad Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	393
Tabla 11-151 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	395
Tabla 11-152 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación	395
Tabla 11-153 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación	398
Tabla 11-154 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación	400
Tabla 11-155 Ubicación unidades de muestreo forestal vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	405
Tabla 11-156 Composición florística Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	405
Tabla 11-157 Parámetros estructurales Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	406
Tabla 11-158 Distribución espacial de las especies en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	413
Tabla 11-159 Estructura diamétrica fustales – Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	414
Tabla 11-160 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	415
Tabla 11-161 Índices de diversidad Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	416
Tabla 11-162 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	419
Tabla 11-163 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación	420
Tabla 11-164 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación	424
Tabla 11-165 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación	426
Tabla 11-166 Composición florística Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo	432
Tabla 11-167 Parámetros estructurales Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo	433
Tabla 11-168 Distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo	439

Tabla 11-169 Estructura diamétrica fustales – Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	440
Tabla 11-170 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	441
Tabla 11-171 Índices de diversidad Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	442
Tabla 11-172 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación	444
Tabla 11-173 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación	444
Tabla 11-174 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación	447
Tabla 11-175 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación	449
Tabla 11-176 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	454
Tabla 11-177 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	455
Tabla 11-178 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Orobioma Subandino Catatumbo	461
Tabla 11-179 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación	462
Tabla 11-180 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Zonobioma Alternohigrico Catatumbo	469
Tabla 11-181 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo presente en el área de compensación	471
Tabla 11-182 Matriz de correlación regional local	479
Tabla 11-183 Programas, proyectos y acciones planteadas para la compensación	483
Tabla 11-184 Ecosistemas donde será dirigido el programa de preservación	484
Tabla 11-185 Ecosistemas donde será dirigido el programa de preservación	487
Tabla 11-186 Elementos tensionantes identificados para el Área de Influencia	488
Tabla 11-187 Tipo de especies utilizadas en los arreglos	493
Tabla 11-188 Marco jurídico de referencia para establecer acuerdos de conservación	498
Tabla 11-189 Actividades para la implementación de los acuerdos de conservación	499
Tabla 11-190 Costos de aislamiento por Ha (400 m lineales)	504
Tabla 11-191 Costos de establecimiento y mantenimiento para acciones de rehabilitación	505
Tabla 11-192 Costos de implementación de acuerdos de conservación-producción	507
Tabla 11-193 Costos del plan de seguimiento y monitoreo por año	508
Tabla 11-194 Costo total de la implementación de las compensaciones	509
Tabla 11-195 Análisis de viabilidad política de las acciones de compensación	510
Tabla 11-196 Análisis de riesgos para las acciones de compensación	513
Tabla 11-197 Indicadores de monitoreo a corto plazo	516
Tabla 11-198 Indicadores para el monitoreo y seguimiento a largo plazo	517
Tabla 11-199 Estándares y mecanismos de desempeño para la implementación.	521
Tabla 11-200 Elementos a considerar para lograr una compensación efectiva	522

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 11-1 Localización general de Unidades Funcionales del proyecto vial	26
Figura 11-2 Localización del proyecto y unidades territoriales del área de influencia.....	28
Figura 11-3 Modelo de jerarquía de la mitigación	36
Figura 11-4 Biomas unidades bióticas en el área de influencia del proyecto.....	38
Figura 11-5 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto	45
Figura 11-6 Leyenda mapa de ecosistemas terrestres.....	45
Figura 11-7 Localización de los polígonos de bosque seco tropical	53
Figura 11-8 BUB presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita (escala 1:100.000)	62
Figura 11-9 Áreas indicadas en el Plan Nacional de Restauración	64
Figura 11-10 Detalle de Áreas indicadas en el Plan Nacional de Restauración	65
Figura 11-11 Localización PNN Tama	67
Figura 11-12 Zonas de conservación de los recursos naturales y Área de Influencia	69
Figura 11-13 Zonificación cuenca del río Pamplonita.....	72
Figura 11-14 Áreas de protección del POMCA río Pamplonita en AI	73
Figura 11-15 Zonificación de los POTs en el AI del proyecto	75
Figura 11-16 Ecosistemas equivalentes a compensar en el proyecto Doble Calzada Pamplona – Cucuta UF 3, 4 Y 5	79
Figura 11-17 Parcelas de muestreo con dimensiones de 50 m X 20 m.....	81
Figura 11-18 Parcelas de muestreo con dimensiones de 100 m X 10 m.....	81
Figura 11-19 Diseño parcelas según estado de desarrollo	82
Figura 11-20 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo.....	98
Figura 11-21 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	101
Figura 11-22 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	101
Figura 11-23 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	102
Figura 11-24 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	103
Figura 11-25 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	104
Figura 11-26 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	105
Figura 11-27 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	106
Figura 11-28 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	107

Figura 11-29 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo.....	110
Figura 11-30 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	111
Figura 11-31 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación	113
Figura 11-32 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	114
Figura 11-33 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	117
Figura 11-34 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	119
Figura 11-35 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación	120
Figura 11-36 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo.....	122
Figura 11-37 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	125
Figura 11-38 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	125
Figura 11-39 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	126
Figura 11-40 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	126
Figura 11-41 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	127
Figura 11-42 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	128
Figura 11-43 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	129
Figura 11-44 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	131
Figura 11-45 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	134
Figura 11-46 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	136
Figura 11-47 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación	138
Figura 11-48 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	139
Figura 11-49 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	142
Figura 11-50 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	144
Figura 11-51 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación	145
Figura 11-52 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo	147
Figura 11-53 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	151
Figura 11-54 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	151

Figura 11-55 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	152
Figura 11-56 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	153
Figura 11-57 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	153
Figura 11-58 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	154
Figura 11-59 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	155
Figura 11-60 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	157
Figura 11-61 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	160
Figura 11-62 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	161
Figura 11-63 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación	163
Figura 11-64 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	164
Figura 11-65 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	167
Figura 11-66 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	169
Figura 11-67 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación.....	170
Figura 11-68 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	172
Figura 11-69 Abundancia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	176
Figura 11-70 Dominancia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	177
Figura 11-71 Frecuencia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	178
Figura 11-72 Clases de frecuencia Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	179
Figura 11-73 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	180
Figura 11-74 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	181
Figura 11-75 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	181
Figura 11-76 Distribución diamétrica Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.....	184
Figura 11-77 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	187
Figura 11-78 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	188
Figura 11-79 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	191

Figura 11-80 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	194
Figura 11-81 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	196
Figura 11-82 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación.....	197
Figura 11-83 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo.....	199
Figura 11-84 Abundancia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	203
Figura 11-85 Dominancia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	204
Figura 11-86 Frecuencia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo..	205
Figura 11-87 Clases de frecuencia Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	206
Figura 11-88 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	207
Figura 11-89 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	208
Figura 11-90 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	208
Figura 11-91 Distribución diamétrica Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	210
Figura 11-92 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo	214
Figura 11-93 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	216
Figura 11-94 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	218
Figura 11-95 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	221
Figura 11-96 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	223
Figura 11-97 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación <i>Fuente:</i>	224
Figura 11-98 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo	226
Figura 11-99 Abundancia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	230
Figura 11-100 Dominancia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	231
Figura 11-101 Frecuencia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	232
Figura 11-102 Clases de frecuencia Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	233
Figura 11-103 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	234
Figura 11-104 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	235
Figura 11-105 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	235
Figura 11-106 Distribución diamétrica Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	237

Figura 11-107 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	241
Figura 11-108 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	242
Figura 11-109 Estrato para los mamíferos registrados en el área de compensación	244
Figura 11-110 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	245
Figura 11-111 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	247
Figura 11-112 Distribución vertical de las aves en el área de compensación.....	249
Figura 11-113 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación...	250
Figura 11-114 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	252
Figura 11-115 Abundancia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	256
Figura 11-116 Dominancia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	257
Figura 11-117 Frecuencia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	258
Figura 11-118 Clases de frecuencia Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	259
Figura 11-119 Índice de Valor de Importancia Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	260
Figura 11-120 Diagrama de Ogawa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	261
Figura 11-121 Estratificación en la cobertura Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	261
Figura 11-122 Distribución diamétrica Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	263
Figura 11-123 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	266
Figura 11-124 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación	267
Figura 11-125 Estratificación de los mamíferos del área de compensación	269
Figura 11-126 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	270
Figura 11-127 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	274
Figura 11-128 Estratificación de las aves del área de compensación	276
Figura 11-129 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación...	277
Figura 11-130 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	279
Figura 11-131 Abundancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	283
Figura 11-132 Dominancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	284

Figura 11-133 Frecuencia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	285
Figura 11-134 Clases de frecuencia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	286
Figura 11-135 Índice de Valor de Importancia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	287
Figura 11-136 Diagrama de Ogawa del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	288
Figura 11-137 Estratificación en la cobertura Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	289
Figura 11-138 Distribución diamétrica Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo	292
Figura 11-139 Muestro de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	295
Figura 11-140 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación	297
Figura 11-141 Estratificación de los mamíferos del área de compensación	299
Figura 11-142 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	300
Figura 11-143 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación	302
Figura 11-144 Estratificación de las aves del área de compensación	304
Figura 11-145 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación ...	305
Figura 11-146 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo	306
Figura 11-147 Abundancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo	309
Figura 11-148 Dominancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	310
Figura 11-149 Frecuencia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	311
Figura 11-150 Clases de frecuencia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	311
Figura 11-151 Índice de Valor de Importancia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	312
Figura 11-152 Diagrama de Ogawa del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	313
Figura 11-153 Estratificación en la cobertura Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	314
Figura 11-154 Distribución diamétrica Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo	316
Figura 11-155 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo	319
Figura 11-156 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación	320
Figura 11-157 Estratificación de los mamíferos del área de compensación	322

Figura 11-158 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	323
Figura 11-159 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	326
Figura 11-160 Estratificación de las aves del área de compensación	328
Figura 11-161 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación ...	329
Figura 11-162 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	331
Figura 11-163 Abundancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	334
Figura 11-164 Dominancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	335
Figura 11-165 Frecuencia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	335
Figura 11-166 Clases de frecuencia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	336
Figura 11-167 Índice de Valor de Importancia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	337
Figura 11-168 Diagrama de Ogawa del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	338
Figura 11-169 Estratificación en la cobertura Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	338
Figura 11-170 Distribución diamétrica Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	340
Figura 11-171 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	343
Figura 11-172 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	344
Figura 11-173 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	347
Figura 11-174 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	350
Figura 11-175 Estratificación de las aves registradas en el área de compensación.....	352
Figura 11-176 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación ...	353
Figura 11-177 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	355
Figura 11-178 Abundancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo.....	359
Figura 11-179 Dominancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo.....	360
Figura 11-180 Frecuencia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo.....	360
Figura 11-181 Clases de frecuencia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo.....	361
Figura 11-182 Índice de Valor de Importancia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo	362

Figura 11-183 Diagrama de Ogawa del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo	363
Figura 11-184 Estratificación en la cobertura Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo	363
Figura 11-185 Distribución diamétrica Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo	366
Figura 11-186 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	369
Figura 11-187 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	371
Figura 11-188 Estrato de las especies de mamíferos registradas para el área de compensación.....	373
Figura 11-189 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación	374
Figura 11-190 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	376
Figura 11-191 Estratificación de las aves registradas en el área de compensación.....	378
Figura 11-192 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación...	379
Figura 11-193 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	381
Figura 11-194 Abundancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	385
Figura 11-195 Dominancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	385
Figura 11-196 Frecuencia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	386
Figura 11-197 Clases de frecuencia Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	387
Figura 11-198 Índice de Valor de Importancia Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	387
Figura 11-199 Diagrama de Ogawa del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	388
Figura 11-200 Estratificación en la cobertura Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	389
Figura 11-201 Distribución diamétrica Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	391
Figura 11-202 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	394
Figura 11-203 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	399
Figura 11-204 Estratificación de las aves del área de compensación	401
Figura 11-205 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación...	402
Figura 11-206 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo.....	404
Figura 11-207 Abundancia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo	408

Figura 11-208 Dominancia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	408
Figura 11-209 Frecuencia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	409
Figura 11-210 Clases de frecuencia Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	410
Figura 11-211 Índice de Valor de Importancia Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	411
Figura 11-212 Diagrama de Ogawa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	412
Figura 11-213 Estratificación en la cobertura Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	412
Figura 11-214 Distribución diamétrica Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.....	415
Figura 11-215 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo.....	418
Figura 11-216 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	420
Figura 11-217 Estrato de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	422
Figura 11-218 Gremio trófico de los mamíferos registrados en el área de compensación.....	423
Figura 11-219 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	425
Figura 11-220 Estratificación de las aves del área de compensación.....	428
Figura 11-221 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación..	429
Figura 11-222 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo.....	431
Figura 11-223 Abundancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	434
Figura 11-224 Dominancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	435
Figura 11-225 Frecuencia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	436
Figura 11-226 Clases de frecuencia Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	436
Figura 11-227 Índice de Valor de Importancia Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	437
Figura 11-228 Diagrama de Ogawa del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	438
Figura 11-229 Estratificación en la cobertura Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	439
Figura 11-230 Distribución diamétrica Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo.....	441
Figura 11-231 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo.....	444
Figura 11-232 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación.....	448

Figura 11-233 Estratificación de las aves del área de compensación	451
Figura 11-234 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación ...	452
Figura 11-235 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Orobioma azonal subandino	453
Figura 11-236 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	455
Figura 11-237 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.	457
Figura 11-238 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación	458
Figura 11-239 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo	460
Figura 11-240 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	462
Figura 11-241 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.	464
Figura 11-242 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación	465
Figura 11-243 Grupos tróficos de los herpetos encontrados en el área de compensación	466
Figura 11-244 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohígrico Catatumbo	468
Figura 11-245 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Zonobioma Tropical Alternohígrico Catatumbo	470
Figura 11-246 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.	472
Figura 11-247 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación	474
Figura 11-248 Grupos tróficos de los herpetos encontrados en el área de compensación	474
Figura 11-249 Distribución predial donde se realizarán las actividades de compensación biótica en los ecosistemas equivalentes.	476
Figura 11-250 Acciones, modos, mecanismos y formas para compensar	477
Figura 11-251 Patrón espacial núcleos de diversidad	493
Figura 11-252 Detalle del arreglo nuclear	493

CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA

PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 11-1 Toma puntos de control	83
Fotografía 11-2 Toma información planilla física	83
Fotografía 11-3 Demarcación de parcela	83
Fotografía 11-4 Eje central.....	83
Fotografía 11-5 Marcación de árboles	84
Fotografía 11-6 Marcación de árboles	84
Fotografía 11-7 Marcación de latizales	85
Fotografía 11-8 Latizales	85
Fotografía 11-9 Recorridos de observación de aves	93
Fotografía 11-10 Recorridos de observación de aves	93
Fotografía 11-11 Red de niebla	94
Fotografía 11-12 Instalación de redes de niebla	94
Fotografía 11-13 Ubicación de las cámaras trampa.....	95
Fotografía 11-14 Ubicación de las cámaras trampa en el área de los ecosistemas equivalente caracterizados.	95
Fotografía 11-15 Registro de especies del grupo de mamíferos	96
Fotografía 11-16 Registro de especies del grupo de mamíferos	96
Fotografía 11-17 Vista general del ecosistemas Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo.....	97
Fotografía 11-18 Medición de árboles.....	121
Fotografía 11-19 Vista general del ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	121
Fotografía 11-20 Vista general del ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical atenuohigrico Catatumbo	146
Fotografía 11-21 Medición de árboles del ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical atenuohigrico Catatumbo	146
Fotografía 11-22 Vista de las coberturas del ecosistema Bosque de	171
Fotografía 11-23 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	198
Fotografía 11-24 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	198
Fotografía 11-25 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del del Zonobioma tropical atenuohigrico Catatumbo	225
Fotografía 11-26 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del del Zonobioma tropical atenuohigrico Catatumbo	225
Fotografía 11-27 Vista de la cobertura presente el ecosistemaBosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	251

Fotografía 11-28 Vista general del dosel de la vegetación representativa del ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo.....	278
Fotografía 11-29 Vista general de la vegetación representativa del ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo...	330
Fotografía 11-30 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del oro bioma subandino Catatumbo.....	354
Fotografía 11-31 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del oro bioma subandino Catatumbo.....	354
Fotografía 11-32 Vista de la cobertura vegetal presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	380
Fotografía 11-33 Cobertura vegetal representativa del ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	403
Fotografía 11-34 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	430
Fotografía 11-35 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	430

11 PLANES Y PROGRAMAS

11.1 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

11.2 OTROS PLANES Y PROGRAMAS

11.2.1 PLAN DE INVERSIÓN DEL 1%

11.2.2 DEL PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIOTICO

El siguiente documento presenta a consideración de la autoridad ambiental el Plan de Compensación del Componente Biótico, dentro del proceso de licenciamiento ambiental del proyecto Corredor Vial Doble Calzada Pamplona Cúcuta, en sus unidades funcionales 3, 4 y 5, acogiendo las especificaciones señaladas en la Resolución 0256 de 2018 “Por la cual se adopta la actualización del Manual de Compensaciones Ambientales del Componente Biótico y se toman otras determinaciones”.

11.2.2.1 Introducción

Las compensaciones ambientales son un instrumento fundamental para asegurar que los impactos residuales ocasionados por la construcción y operación de proyectos sobre los ecosistemas naturales, la vegetación secundaria y sus servicios ecosistémicos asociados, puedan ser resarcidos mediante la implementación de acciones de restauración o preservación de ecosistemas equivalentes a los ecosistemas afectados. La meta es la no pérdida neta y preferiblemente una ganancia en biodiversidad en el terreno, con respecto a la composición de las especies, estructura del hábitat, función del ecosistema, uso por parte de las personas y valores culturales asociados a biodiversidad (BBOP, 2012).

De acuerdo con lo anterior y en cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 y en los términos de referencia M-M-INA 02 V2 para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (MADS, ANLA 2015), se configura la necesidad de formular un Plan de Compensación para el componente biótico por la generación de impactos no mitigables sobre los ecosistemas naturales terrestres y la vegetación secundaria. En desarrollo de este proceso, el Manual de compensaciones del componente biótico, acogido por la Resolución 0256 de 2018, establece los lineamientos para su formulación sobre cuatro aspectos básicos a resolver: i) qué compensar, refiriéndose a la identidad de los ecosistemas que se verán impactados por el proyecto, ii) cuánto compensar, a través del cual se establece el área objeto de compensación; iii) dónde compensar, en donde se señalan los ecosistemas equivalentes y los sitios en los que se desarrollarán las actividades de compensación y iv) cómo compensar, que permite la definición del tipo de acciones, modos y mecanismos con los cuales se logrará la compensación.

Como resultado del desarrollo de las diferentes obras y actividades inherentes al proyecto, el cálculo de las áreas de los ecosistemas naturales probablemente afectados, determinó un área de 82,54 Ha distribuidas a lo largo del corredor vial y otras áreas asociadas a las unidades funcionales 3, 4 y 5, y que consecuentemente, al multiplicar el número de

hectáreas a intervenir de cada ecosistema por su correspondiente factor de compensación (en el cual se consideró el ecosistema especial Bosque Seco Tropical), se tendría que compensar 753,55 Ha. Adicionalmente, para los ecosistemas transformados que por sus condiciones aún conservan algunos atributos para el sustento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos, se aplicó un factor de compensación de 1, por lo que será necesario compensar 49,81 Ha, por los efectos generados por el cambio en el uso del suelo. De esta forma, el área total a compensar corresponde a la sumatoria de la compensación por ecosistemas naturales y transformados, arrojando un valor total de 803,36 Ha.

En el presente documento, se describen las acciones, modos, mecanismos y formas de compensación del componente biótico, a partir de la selección y priorización de áreas que cumplieron con los criterios de equivalencia ecosistémica, y que además están referenciadas en los principales instrumentos de gestión de la biodiversidad desde los ámbitos nacional, regional y/o local, de manera que permitiera el desarrollo de una estrategia efectiva de compensación a la luz de los intereses que sobre el particular fueron identificados en el ámbito geográfico de referencia. Estos instrumentos fueron consultados en detalle y se constituyeron como la base para la orientación de las diferentes líneas de acción para la compensación de componente biótico.

11.2.2.2 Objetivos y alcance

11.2.2.2.1 Objetivo general

- Formular el Plan de Compensación del Componente Biótico por los impactos residuales generados sobre la biodiversidad, por el proyecto vial doble calzada Pamplona-Cúcuta, Unidades Funcionales 3, 4 y 5.

11.2.2.2.2 Objetivos específicos

- Realizar la caracterización biótica de los ecosistemas equivalentes donde se desarrollará el Plan de Compensación del componente biótico
- Promover la rehabilitación ecológica de áreas priorizadas para el desarrollo de este tipo de estrategias, según los distintos instrumentos de ordenación y gestión formulados para el territorio definido como el ámbito geográfico del proyecto vial.
- Promover Desarrollar acciones para el mejoramiento de la integridad ecológica de las áreas seleccionadas para la ejecución de las compensaciones.
- Establecer mecanismos que garanticen el desarrollo de las acciones de compensación y su sostenibilidad a largo plazo en las áreas que resulten seleccionadas.

11.2.2.2.3 Metas

- Proteger 565,66 Ha de ecosistemas naturales remanentes en áreas definidas por los instrumentos de ordenación como áreas de conservación.
- Rehabilitar 237,70 Ha de ecosistemas naturales y seminaturales equivalentes a los intervenidos por el proyecto, que presenten procesos de transformación antrópica (bosque fragmentado, bosque de galería y vegetación secundaria alta).
- Mejorar la integridad ecológica en términos de tamaño y forma de los parches remanentes de ecosistemas naturales y seminaturales en las áreas objeto de compensación.
- Mejorar atributos de la biodiversidad en los predios y unidades productivas donde se desarrollen acciones de compensación
- Establecer acuerdos con propietarios y administradores de las áreas sujetas a compensación, de manera que contribuyan a asegurar su mantenimiento y sostenibilidad de las acciones implementadas

11.2.2.2.4 Alcance

El plan de compensación del componente biótico, formulado como mecanismo para resarcir a la biodiversidad por los efectos negativos ocasionados en el desarrollo del proyecto vial Pamplona - Cúcuta, caracteriza desde los aspectos bióticos cada uno de los ecosistemas equivalentes a compensar.

A partir de la identidad de los ecosistemas naturales y su respectiva área de afectación, el documento señala el área a compensar, luego de aplicar los factores de compensación estipulados en el anexo 2 de la Resolución 0256 de 2018, conforme al Bioma – Unidad Biótica de referencia (BUB). De esta forma, se da respuestas a las inquietudes de qué y cuánto compensar dentro del proceso de formulación de las compensaciones. Así mismo, siguiendo las indicaciones del Manual, se calcula el valor de compensación de los ecosistemas transformados compensables, asumiendo un factor de compensación de 1.

Para la formulación del dónde y cómo compensar se realizó un análisis preliminar del ámbito geográfico donde se emplaza el proyecto, buscando cumplir con los cuatro criterios para la selección de las áreas donde se implementarían las acciones de compensación. Los resultados establecieron que dentro del área de influencia se realizarán las acciones de compensación, con la cual se podrán alcanzar las metas propuestas; sin embargo, la condición ofrecida por el territorio determinó que el modo de compensación más acorde, según las condiciones socio ecológicas del área, son los acuerdos voluntarios para la conservación y la compra de predios, en consideración a que todos ellos se localizan en territorios privados. La identificación de las áreas se realizó con base en el cumplimiento de la equivalencia ecosistémica y las opciones que tienen en su interior para el desarrollo de

las compensaciones, se basó en los resultados de la biodiversidad obtenidos para los ecosistemas/escenarios de referencia.

Respecto a los ecosistemas equivalentes identificados para realizar las acciones de compensación, se consideró que como el caso puntual obedece a un proyecto lineal, que afecta varios tipos de ecosistemas, el área total a compensar plantea ejecutarse en los ecosistemas con mayor área impactada o intervenida por el proyecto, de igual manera estos mismos obedecen el criterio de ser los ecosistemas que presentan mayor factor de compensación, de acuerdo a estos criterios se definieron 14 ecosistemas.

La información sobre las áreas y los modos potenciales son presentados a consideración de la ANLA para proceder a su gestión, una vez aprobadas por esta entidad. Del mismo modo, se aclara que la información detallada de las áreas de cada predio, será presentada en el marco del seguimiento y ejecución del plan, tal como lo establece el punto 3 del numeral 5.4.1 sobre el contenido del plan de compensación, según lo relaciona el propio Manual.

El mecanismo de implementación y administración del plan de compensación propuesto establece que éste se desarrollará con aliados estratégicos. Finalmente, se tiene que la forma de compensación del componente biótico se realizará de forma individual, al no existir reporte de áreas que permitan la agrupación con otras compensaciones.

11.2.2.3 Descripción general del proyecto y sus actividades

A continuación, se describen las características generales del proyecto a partir de las cuales se definieron las principales actividades requeridas para su ejecución. Estas actividades están asociadas a la generación de impactos sobre el componente biótico, constituyéndose en elementos de base para el análisis de residualidad y soporte de las medidas de compensación que son abordadas en el presente documento.

11.2.2.3.1 Generalidades del proyecto

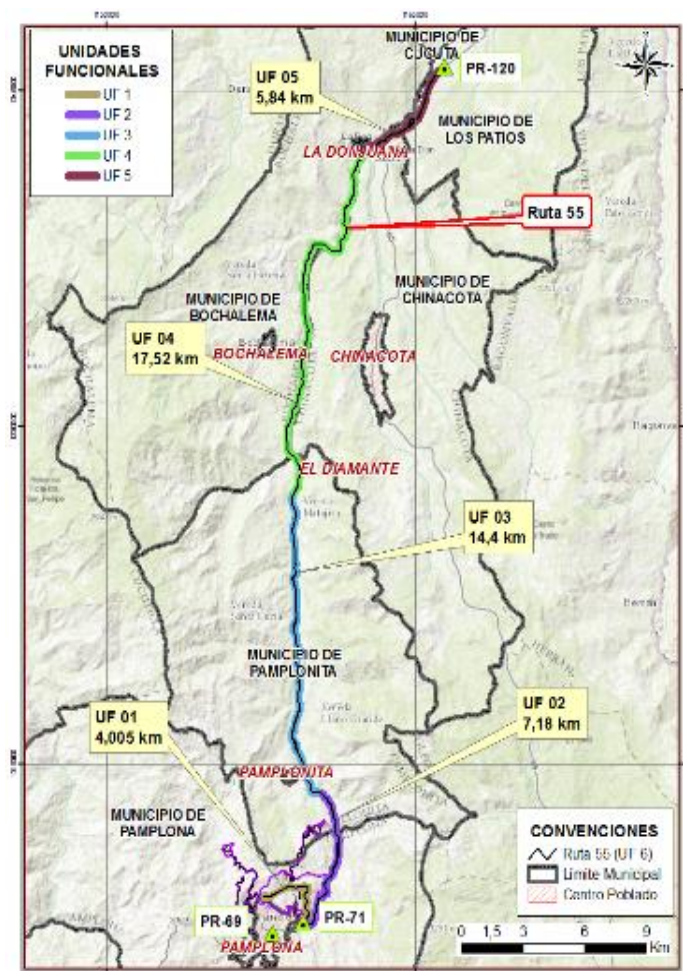
El proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta tiene como objetivo principal generar la conexión vial entre la ciudad de Pamplona y la ciudad de Cúcuta e interconectar esta vía con la vía Bucaramanga – Pamplona, con el fin de interconectar el centro del país con la zona fronteriza nororiental (MinTransporte - Agencia Nacional de Infraestructura ANI, 2017).

La vía objeto de la concesión “Doble Calzada Pamplona – Cúcuta” tiene una longitud total estimada de 62 km (origen – destino), y su recorrido discurre integralmente en el departamento de Norte de Santander, comunicando los municipios de Pamplona, Pamplonita, Chinácota, Bochalema y Los Patios. Las obras objeto de la concesión consisten en la rehabilitación y mantenimiento de la vía existente entre los municipios de Pamplona y Los Patios; construcción de la variante de Pamplona; construcción de una segunda calzada entre Pamplona y Pamplonita, entre Pamplonita y el K45+00, entre el K40+00 y el Diamante, y entre El Diamante y Los Acacios. El proyecto cuenta con una

estación de peaje existente que deberá ser adecuada para la atención de la doble calzada (MinTransporte - Agencia Nacional de Infraestructura ANI, 2017).

Todo el corredor vial que hace parte de la Concesión se ha sectorizado en Unidades Funcionales -UF, enumeradas del 1 al 6, cada una de las cuales cuenta con unas características particulares a nivel de localización y de especificaciones técnicas para su ejecución, que les confieren distintos procedimientos ambientales que van desde Plan de Adaptación a la Guía Ambiental – PAGA (UF 6), hasta la obtención de licencia ambiental para las UF1, UF2, UF3, 4, 5 (**Figura 11-1**).

Para las Unidades Funcionales 3, 4 y 5 a las que se refiere el presente documento, procede el desarrollo de un Estudio de Impacto Ambiental EIA, en cumplimiento de los términos de referencia M-M-INA 02 V2, según lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El área de Influencia definida para el proyecto ocupa una superficie de 5.786,39 Ha y abarca cuatro (4) unidades territoriales mayores (municipios de Pamplonita, Chinácota, Bochalema y Los Patios) en el departamento de Norte de Santander (Figura 11-2). Los cuatro municipios se encuentran bajo jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, quien se erige como la autoridad ambiental del departamento.

La UF3 transcurre por el municipio de Pamplonita y tiene una longitud de 15,68 km; la UF4 comunica el sector del Diamante (municipio de Pamplonita) con La Donjuana en el municipio de Chinácota, en una longitud de 17,88 km; finalmente, la UF5 comunica La Donjuana con el sector de los Acacios en el municipio de los Patios, la longitud de este tramo es de 6,26km. En los tres sectores mencionados se planea la construcción de una segunda calzada. En la **Tabla 11-1** se resume la información de cada unidad funcional.

Tabla 11-1 Descripción de las unidades Funcionales 3, 4 y 5

UF	Sector	Inicio	Fin	Longitud (km)	Intervención
UF3	Pamplonita – El Diamante	1.313.653,33N 1.160.465,076E	1.327.383,99N 1.159.309,92E	15,68	Construcción segunda Calzada
UF4	El Diamante – La Donjuana.	1.327.100,08N 1.159.117,72E	1.342.029,52N 1.162.403,17E	17,88	
UF5	La Donjuana – Los Acacios	1.341.697,37N 1.162.297,44E	1.345.900,33N 1.166.179,32E	6,26	

Fuente: Sacyr, 2018

El área de intervención del proyecto se distribuye en 296,77 Ha, de las cuales 4,23 Ha corresponden a la infraestructura subterránea de túnel y 0,16 ha correspondiente a captaciones, que entre otros propósitos, busca evitar el impacto negativo sobre los ecosistemas naturales y seminaturales existentes en dicho sector. Adicionalmente, el área de intervención se cruza con 0,98 ha de superficies de agua, en las cuales tampoco se solicita aprovechamiento forestal.

Debido a lo anterior, el área considerada para la construcción del documento de compensaciones está compuesta por 291,40 Ha, la cual pertenece al área definida para el aprovechamiento forestal y es aquella en la cuál es necesario realizar remoción de la cobertura vegetal y se encuentran distribuidas en las siguientes obras o actividades:

- Construcción de calzada nueva en las UF con longitudes variables.
- Excavaciones para la conformación de taludes de corte y terraplenes.
- Construcción de estructuras de pavimento.
- Construcción de un túnel unidireccional, con una longitud del orden de 1.06 m, localizado entre la abscisa K47+140 a la abscisa K48+200. En este caso, solo se contemplan las intervenciones en superficie que se requieren para esta infraestructura.
- Construcción de puentes y viaductos.
- Construcción de retornos.
- Construcción de áreas de servicios.
- Construcción de obras de drenaje menores (alcantarillas, box culverts, cunetas, zanjas)

de coronación, entre otras).

En el capítulo 3 del Estudio de Impacto Ambiental, se describen en detalle las obras proyectadas, así como la interacción entre los alineamientos presentes con el área de intervención definida para estas unidades funcionales.

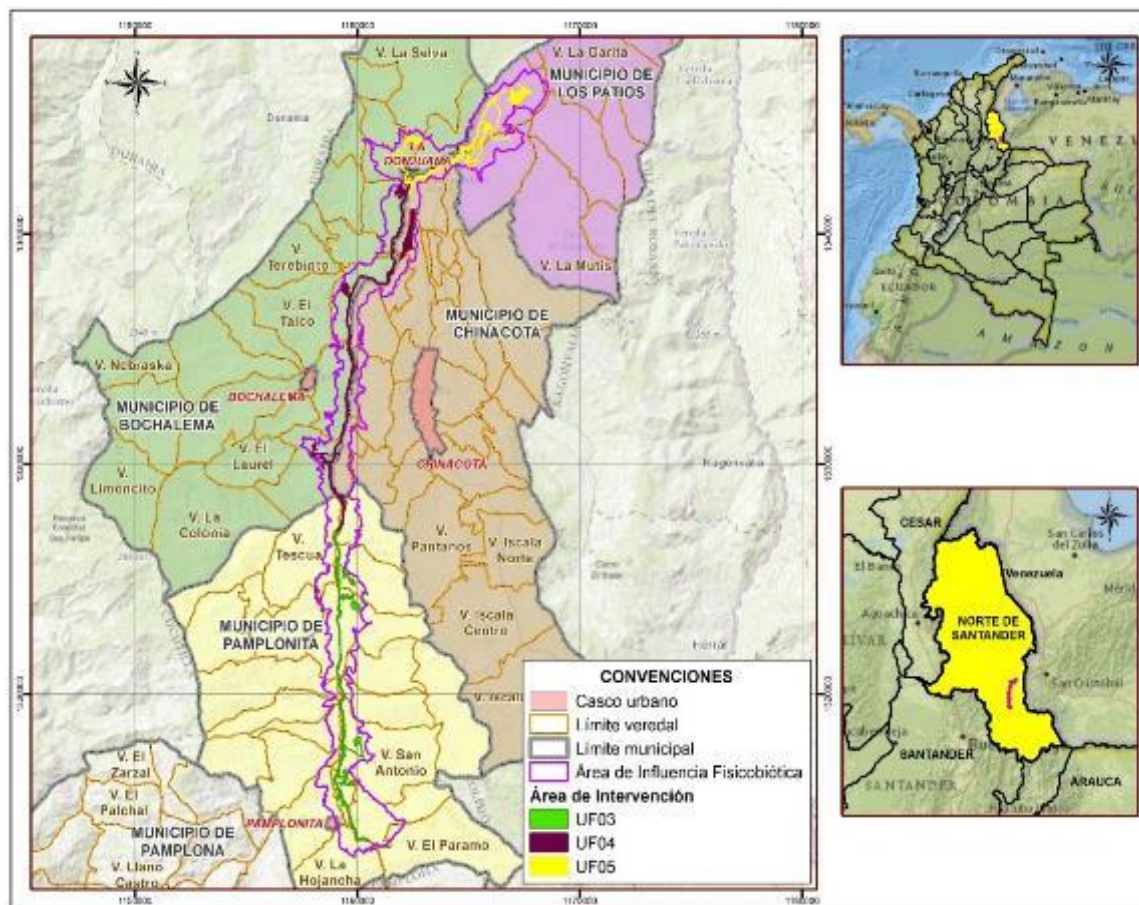



Figura 11-2 Localización del proyecto y unidades territoriales del área de influencia

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

11.2.2.3.2 Fases y actividades del proyecto

La ejecución del proyecto contempla el desarrollo de actividades en dos fases (preconstrucción y construcción), que son consideradas en detalle dentro de la formulación del EIA y en específico son utilizadas para la evaluación de impactos ambientales. Por su parte, las actividades asociadas a la construcción del túnel fueron abordadas desde la evaluación ambiental de forma independiente a las labores regulares de la construcción de la vía, dadas las condiciones específicas que terminan este tipo de obras. La relación de actividades a desarrollar por el proyecto en relación con cada una de las etapas se presenta

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

en la **Tabla 11-2**. La descripción detallada de las actividades Con Proyecto se presenta en el capítulo 8 – Evaluación Ambiental UF345.

Tabla 11-2 Actividades con proyecto y fases de ejecución

ETAPA	No	ACTIVIDAD CON PROYECTO
PRECONSTRUCTIVA	1	Gestión predial y negociación del derecho de vía
	2	Reubicación infraestructura de servicios públicos y/o infraestructura social
	3	Contratación y capacitación del personal
CONSTRUCTIVA	4	Adecuación de accesos
	5	Construcción de accesos
	6	Movilización y transporte de materiales, personal maquinaria y equipos
	7	Materialización y replanteo (Topografía)
	8	Captación de agua
	9	Vertimientos
	10	Desmonte y limpieza
	11	Lavado de maquinaria y equipos
	12	Demolición y retiro o protección de estructuras existentes.
	13	Excavaciones, cimentaciones, cortes, rellenos y compactación
	14	Construcción de obras de drenaje.
	15	Construcción de estructuras de concreto
	16	Construcción de estructuras de pavimento
	17	Obras de estabilidad geotécnica y protección de taludes
	18	Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME y disposición en sitios autorizados
	19	Señalización y demarcación definitiva
	20	Limpieza y cierre final
CONSTRUCCION DE TUNELES	21	Portales de entrada y salida
	22	Adquisición, almacenamiento y transporte de detonantes
	23	Excavación emboquilles
	24	Excavaciones por perforación y voladura
	25	Desescombro
	26	Instalación de ventilación e iluminación
	27	Instalación de soporte, Impermeabilización y Revestimiento
	28	Instalación de equipos electromecánicos, sistema de control, señalización e iluminación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Para el caso de las actividades de desmantelamiento, restauración, cierre y clausura, en el capítulo 11.1.4 del EIA, se amplían y detalla la información con respecto a este proceso,

para el cual se tiene establecido en términos generales el desmonte de instalaciones, temporales definidas en los derechos de vía y la demolición de las edificaciones de carácter temporal establecidas; de la misma forma, se describen las actividades con las cuales se dejarán las áreas limpias y con aspecto aceptable para su cierre correspondiente.

11.2.2.4 Impactos residuales sobre el componente biótico

En la evaluación ambiental del escenario Con proyecto, es decir, aquel en que se establecen los efectos que acarreará la ejecución del proyecto, se identificaron 24 actividades generadoras de impactos, de las cuales 13 involucran efectos negativos sobre los elementos del componente biótico tales como: Áreas sensibles, Biota acuática, Ecosistemas, Fauna y Flora.

Como resultado del proceso de evaluación de impactos sobre el medio biótico, se identificaron siete (7) de ellos sobre los cuales existen iteraciones con los elementos del medio anteriormente señalados. Estos impactos correspondieron a: i) Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural; ii) Alteración de hábitat; iii) Cambios en la cobertura vegetal; iv) Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre; v) Intervención a áreas de manejo especial; vi) Modificación de la conectividad de ecosistemas y vii) Modificación del hábitat y biota acuática.

De los siete (7) impactos señalados, seis (6) fueron calificados con un nivel de importancia severa luego de la valoración de los criterios como intensidad, extensión, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, entre otros. Estos impactos están relacionados con las actividades de construcción de accesos; movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos; desmonte y limpieza; retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME, y Vertimientos. El resultado de la valoración de impactos para el medio biótico con nivel de importancia severa y sus respectivas medidas de manejo, se resume en la **Tabla 11-3**.

Tabla 11-3 Actividades e impactos de nivel severo identificados para el proyecto

Actividad	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Medida de manejo
Construcción de accesos	Cambios en la cobertura vegetal	Bosques y vegetación secundaria alta	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Construcción de accesos	Cambios en la cobertura vegetal	Arbustal y vegetación secundaria baja	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Construcción de accesos	Modificación de la conectividad de ecosistemas	1.Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo 2.Bosque de galería y ripario del Orobioma subandino Catatumbo 3.Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo 4.Bosque denso bajo de tierra firme del	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación

Actividad	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Medida de manejo
		Orobioma subandino Catatumbo 5.Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo 6.Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	
Construcción de accesos	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosques, vegetación secundaria alta, Arbustal y vegetación secundaria baja	Mitigación
Construcción de accesos	Intervención áreas de manejo especial	Bosques, Arbustales y vegetación secundaria alta en áreas de protección ambiental de POMCA - POT	Prevención
Construcción de accesos	Intervención áreas de manejo especial	Áreas agrícolas con espacios naturales - Vegetación secundaria baja en áreas de protección ambiental de POMCA - POT	1. Prevención 2. Mitigación
Construcción de accesos	Alteración de hábitat	Bosques	Compensación
Construcción de accesos	Alteración de hábitat	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Compensación
Construcción de accesos	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosques	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Construcción de accesos	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosques	Prevención y mitigación
Movilización y transporte de materiales, maquinaria y equipos	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Prevención y mitigación
Desmote y limpieza	Cambios en la cobertura vegetal	Bosques y vegetación secundaria alta	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación

Actividad	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Medida de manejo
Desmante y limpieza	Cambios en la cobertura vegetal	Arbustal y vegetación secundaria baja	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Desmante y limpieza	Modificación de la conectividad de ecosistemas	1.Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo 2.Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo 3.Arbustal denso alto del Zonobioma tropical althernohígrico Catatumbo 4.Bosque de galería y ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo 5.Bosque de galería y ripario del Orobioma subandino Catatumbo 6.Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical althernohígrico Catatumbo 7.Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo 8.Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo 9.Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical althernohígrico Catatumbo 10.Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental 11.Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo 12.Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo 13.Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo 14.Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo 15.Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical althernohígrico Catatumbo	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Desmante y limpieza	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosques, vegetación secundaria alta, Arbustal y vegetación secundaria baja	Mitigación

Actividad	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Medida de manejo
Desmonte y limpieza	Intervención áreas de manejo especial	Bosques, Arbustales y vegetación secundaria alta en áreas de protección ambiental de POMCA - POT	Prevención
Desmonte y limpieza	Intervención áreas de manejo especial	Áreas agrícolas con espacios naturales - Vegetación secundaria baja en áreas de protección ambiental de POMCA - POT	Prevención
Desmonte y limpieza	Alteración de hábitat	Bosques	Compensación
Desmonte y limpieza	Alteración de hábitat	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Compensación
Desmonte y limpieza	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Bosques	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Desmonte y limpieza	Cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Cambios en la cobertura vegetal	Bosques y vegetación secundaria alta	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Cambios en la cobertura vegetal	Arbustal y vegetación secundaria baja	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Modificación de la conectividad de ecosistemas	1.Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino Catatumbo 2.Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino Cúcuta 3.Arbustal denso alto del Oroboma subandino Catatumbo 4.Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo 5.Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta 6.Bosque de galería y ripario del Oroboma azonal subandino Catatumbo 7.Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo 8.Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma azonal subandino Catatumbo 9.Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma subandino Catatumbo	1.Prevenición 2. Mitigación 3. Compensación

Actividad	Impacto ambiental	Ámbito de manifestación	Medida de manejo
		10. Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma azonal subandino Catatumbo	
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural	Bosques, vegetación secundaria alta, Arbustal y vegetación secundaria baja	Mitigación
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Intervención áreas de manejo especial	Bosques, Arbustales y vegetación secundaria alta en áreas de protección ambiental de POMCA - POT	Prevención

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Para el medio biótico se realizó el análisis de residualidad sobre los impactos con importancia severa, con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse luego de la aplicación de las medidas de manejo. Los elementos que determinan esta residualidad corresponden a i) la eficacia de la medida de manejo y ii) el tiempo de recuperación del elemento ambiental afectado. El resultado de este análisis estableció que cuatro (4) impactos mantienen su calificación de importancia neta en el nivel severo y que estos impactos se originan a partir del desarrollo de las actividades de construcción de accesos, desmonte y limpieza y retiro de escombros y materiales sobrantes – Adecuación de zodmes. Sobre esta última actividad, se tiene que algunos zodmes se localizarán sobre áreas transformadas, por lo cual su medida de manejo corresponderá a acciones de corrección.

Una vez desarrollado el análisis, los seis (6) impactos mantienen la calificación “severo”, razón por la cual, bajo la jerarquía de la mitigación, se debe generar un Plan de compensación del componente Biótico, con la intención de internalizar aquellos impactos que no pueden ser evitados, corregidos o mitigados. Las acciones propuestas dentro de la jerarquía de mitigación que conllevan a una no pérdida neta de la biodiversidad se esquematizan en la **Tabla 11-4**.

El impacto de cambio en la cobertura vegetal se valoró como severo para los ámbitos de manifestación de bosques y vegetación secundaria alta y de arbustal y vegetación secundaria baja. El impacto de intervención de áreas de manejo especial se calificó como severo para los ámbitos relacionados con los bosques, arbustales y vegetación secundaria alta existentes en áreas de protección del POMCA, POT y SIRAP. El impacto de alteración de hábitat obtuvo esta valoración para los bosques y áreas seminaturales. Finalmente, el

impacto de Modificación de la conectividad de ecosistemas se calificó severo para los ámbitos de bosque de galería y arbustales.

Tabla 11-4 Impactos residuales sobre el componente biótico

Actividades	Impacto ambiental	Importancia
Construcción de accesos	Cambios en la cobertura vegetal	Severo
	Cambios en la cobertura vegetal	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	
	Alteración de hábitat	
	Alteración de hábitat	
Desmonte y limpieza	Cambios en la cobertura vegetal	
	Cambios en la cobertura vegetal	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	
	Intervención áreas de manejo especial	
	Alteración de hábitat	
	Alteración de hábitat	
Retiro de escombros y materiales sobrantes- Adecuación de ZODME	Cambios en la cobertura vegetal	
	Cambios en la cobertura vegetal	
	Modificación de la conectividad de ecosistemas	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

El proceso de identificación de los impactos residuales siguiendo los principios de la jerarquía de la mitigación, determinó que luego de aplicar las medias de prevención, mitigación y corrección es necesario formular medidas de compensación por los efectos ocasionador por el proyecto sobre la biodiversidad.

En este sentido, las acciones que se plantean en este documento se encaminan a medidas compensatorias que permitan una no pérdida neta de biodiversidad, procurará balancear las pérdidas de biodiversidad generadas por las afecciones o los impactos negativos del proyecto con las ganancias en biodiversidad a través de la implementación de las medidas de compensación (Minambiente, 2018). El modelo a seguir para la no pérdida de biodiversidad se presenta en la **Figura 11-3**.

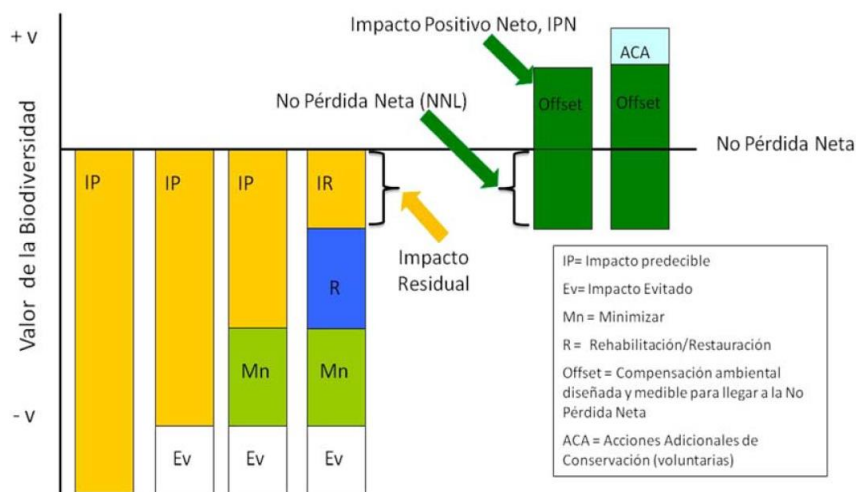


Figura 11-3 Modelo de jerarquía de la mitigación

Fuente: http://bbop.forest-trends.org/pages/mitigation_hierarchy, adaptado de Río Tinto y Gobierno de Australia. 2018

11.2.2.5 ¿Qué compensar?

El qué compensar se refiere al área que se verá impactada o afectada por el desarrollo del proyecto, considerando los atributos ecosistémicos identificados en la línea base del estudio de impacto ambiental, con el propósito de establecer el ecosistema equivalente. En ese sentido, en el área que se impacte, es necesario caracterizar los atributos en términos de la estructura del ecosistema, su función y la composición de especies, además la integridad ecológica y los servicios ecosistémicos generados, de tal forma que permita determinar su estado de conservación. La caracterización tiene como objetivo identificar las acciones, modos, mecanismos y formas que buscarán garantizar la no pérdida neta de biodiversidad en el área donde se implementarán dichas medidas frente al área impactada.

11.2.2.5.1 Ecosistemas en el área de influencia del proyecto

En el área de influencia del proyecto se identificaron, a escala 1:25.000, 14 Biomas- Unidades Bióticas. La unidad dominante corresponde al Orobioma subandino Catatumbo con el 48,89 % (2.828,83 ha), seguido por el Orobioma Azonal subandino Catatumbo con 23,46% (1.357,21 ha). En menor proporción se presentan las unidades de hidro biomas, representados por el Hidro bioma Quebrada Chiracoca (0,15 ha), Hidro bioma Quebrada Honda (1,41 ha), Hidro bioma Quebrada Iscalá (0,56 ha), Hidro bioma Quebrada La Colonia (Tescua) (0,61 Ha) e Hidro bioma Río Pamplonita (84,89 Ha; Tabla 11-5).

El área de intervención se encuentra conformada por 296,77 Ha (de las cuales 4,23 ha hacen parte de la infraestructura subterránea del túnel, 0,16 de captaciones y 0,19 son superficies de agua y donde no se proyecta afectación de los ecosistemas por lo cual no se solicita aprovechamiento forestal), pertenecientes a 11 Biomas Unidades Bióticas. La unidad dominante corresponde al Orobioma Subandino Catatumbo con 48,7% (144,54 Ha), seguido por el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo con 29,91% (88,75 Ha) y el

Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo con 16,55% (49,12 Ha); en menor extensión se presentan los hidro biomas asociados a las quebradas Chiracoca, Honda, Iscalá, la Colonia y el río Pamplonita representando en conjunto el 0,36% del área de intervención (Tabla 11-5). La distribución de los 11 Biomas_Unidades Bióticas se presenta en la **Figura 11-4**.

Tabla 11-5 Biomas Unidades Bióticas del área de influencia y área de intervención

Unidad Biótica (BUB)	Área de influencia		Área de intervención	
	ha	%	ha	%
Hidro bioma Quebrada Chiracoca	0,15	0,003	0,04	0,01
Hidro bioma Quebrada Honda	1,41	0,02	0,03	0,01
Hidro bioma Quebrada Iscala	0,56	0,01	0,04	0,01
Hidro bioma Quebrada La Colonia (Tescua)	0,61	0,01	0,02	0,01
Hidro bioma Rio Pamplonita	84,91	1,47	0,94	0,32
Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	26,33	0,46	-	-
Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	255,3	4,41	-	-
Orobioma azonal andino Catatumbo	102,17	1,77	-	-
Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	22,05	0,38	0,12	0,04
Orobioma azonal subandino Catatumbo	1357,29	23,46	88,75	29,91
Orobioma azonal subandino Cúcuta	102,44	1,77	7,07	2,38
Orobioma subandino Catatumbo	2828,85	48,89	144,54	48,7
Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	596,38	10,31	49,12	16,55
Zonobioma tropical alternohigríco Cúcuta	407,95	7,05	6,1	2,06
Total general	5.786,39	100	296,77	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

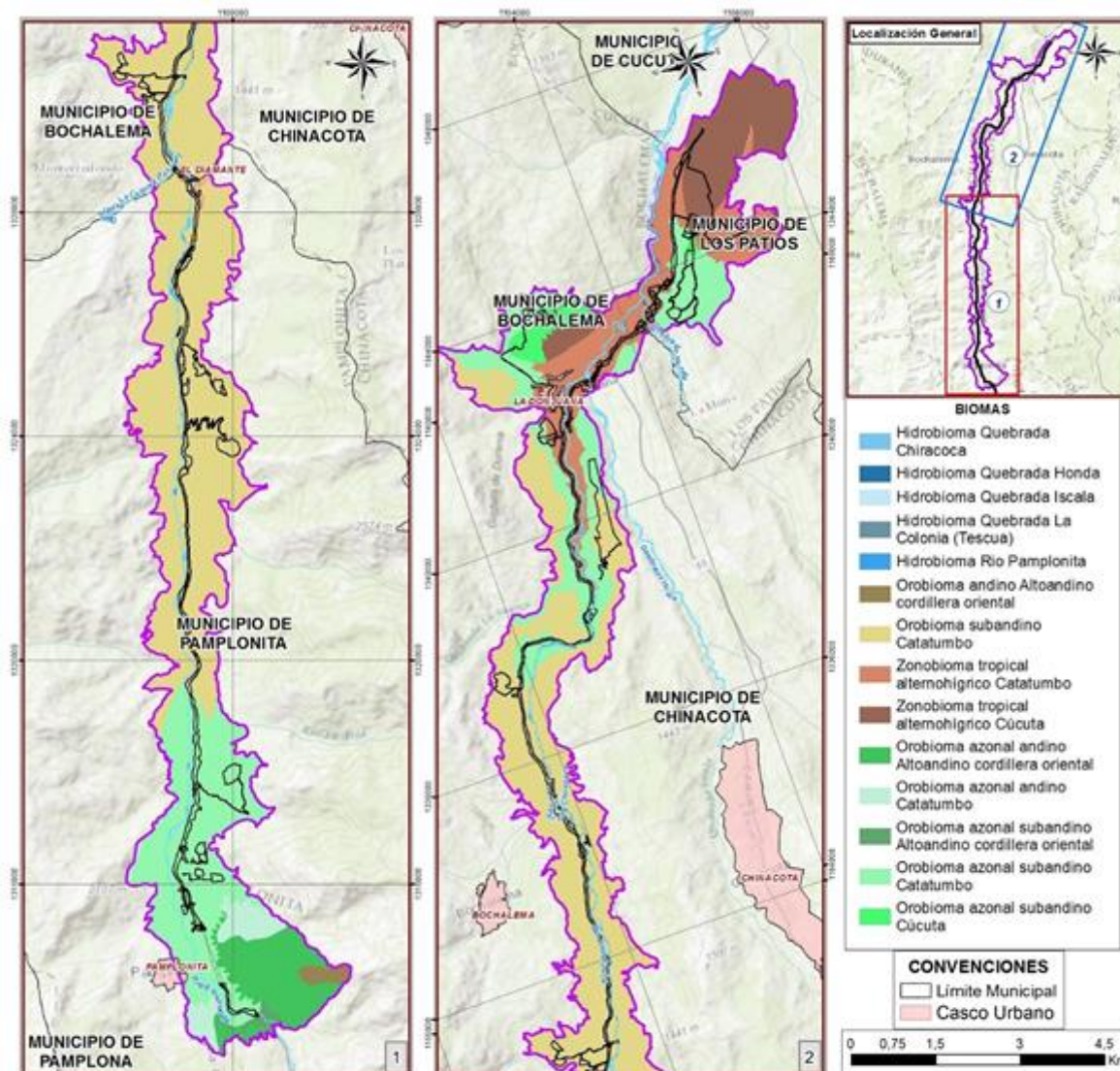



Figura 11-4 Biomas unidades bióticas en el área de influencia del proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Mediante el cruce temático de la capa de los Biomas_Unidades Bióticas con las coberturas de la tierra identificadas para el proyecto, a escala 1:25.000, se obtuvo la identificación de 152 ecosistemas terrestres, de los cuales 29 corresponden a ecosistemas boscosos naturales y con vegetación secundaria, distribuidos en un área de 2.665,36 ha (46,06%) y 123 ecosistemas no boscosos y antrópicos, con 3.121,03, es decir el 53,94% del Área de Influencia. La mayor representatividad dentro del primer grupo, la tiene el bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo, con el 10,42%, seguido del arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo, con 8,21% y con respecto al segundo grupo los pastos arbolados del Orobioma subandino Catatumbo, con 7,95% y los pastos limpios del Orobioma subandino Catatumbo, con 4,69% (**Tabla 11-6**).

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

En el área de intervención existe predominio de los ecosistemas transformados con el 70,56% (209,41 Ha), seguido por los ecosistemas naturales con el 29,07% (86,29 Ha), y finalmente, los ecosistemas asociados a superficies de agua con el 0,36% (1,07 ha). En la **Tabla 11-6** se presenta el listado de ecosistemas encontrados y su correspondiente área y ocupación en el área de influencia y en el área de intervención.

Tabla 11-6 Ecosistemas del área de influencia e intervención del proyecto

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
Hidrobioma Quebrada Chiracoca	Ríos (50 m) del Hidrobioma Quebrada Chiracoca	0,15	0,003	0,04	0,01
Hidrobioma Quebrada Honda	Ríos (50 m) del Hidrobioma Quebrada Honda	1,41	0,02	0,03	0,01
Hidrobioma Quebrada Iscala	Ríos (50 m) del Hidrobioma Quebrada Iscala	0,56	0,01	0,04	0,01
Hidrobioma Quebrada La Colonia (Tescua)	Ríos (50 m) del Hidrobioma Quebrada La Colonia (Tescua)	0,61	0,01	0,02	0,01
Hidrobioma Rio Pamplonita	Mosaico de pastos con espacios naturales del Hidrobioma Rio Pamplonita	9,69	0,17	0,0011	0,0004
	Pastos enmalezados del Hidrobioma Rio Pamplonita	3,68	0,06	-	-
	Ríos (50 m) del Hidrobioma Rio Pamplonita	71,51	1,24	0,94	0,32
	Zonas arenosas naturales del Hidrobioma Rio Pamplonita	0,02	0,0003	-	-
Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	Arbustal denso alto del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	1,78	0,03	-	-
	Arbustal denso bajo del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	6,71	0,12	-	-
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	8,24	0,14	-	-
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	1,14	0,02	-	-
	Pastos arbolados del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	1,95	0,03	-	-
	Pastos enmalezados del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	6,44	0,11	-	-
	Red vial del Orobioma andino Altoandino cordillera oriental	0,06	0,001	-	-
Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	Arbustal denso alto del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	59,30	1,02	-	-
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	23,25	0,40	-	-
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	26,92	0,47	-	-
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	11,61	0,20	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	3,41	0,06	-	-
	Pastos arbolados del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	108,97	1,88	-	-

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
	Pastos enmalezados del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	8,92	0,15	-	-
	Pastos limpios del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	12,07	0,21	-	-
	Red vial del Orobioma azonal andino Altoandino cordillera oriental	0,86	0,01	-	-
Orobioma azonal andino Catatumbo	Arbustal denso alto del Orobioma azonal andino Catatumbo	23,63	0,41	-	-
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal andino Catatumbo	34,35	0,59	-	-
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal andino Catatumbo	6,73	0,12	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma azonal andino Catatumbo	1,32	0,02	-	-
	Pastos arbolados del Orobioma azonal andino Catatumbo	31,25	0,54	-	-
	Pastos enmalezados del Orobioma azonal andino Catatumbo	3,39	0,06	-	-
	Pastos limpios del Orobioma azonal andino Catatumbo	1,49	0,03	-	-
Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	5,48	0,09	-	-
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	1,13	0,02	0,04	0,01
	Construcciones rurales del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,07	0,001	-	-
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	2,07	0,04	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	5,94	0,10	-	-
	Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	5,73	0,10	0,08	0,03
	Pastos enmalezados del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,91	0,02	-	-
	Red vial del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,32	0,01	0,002	0,001
	Tejido urbano discontinuo del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,42	0,01	-	-
Orobioma azonal subandino Cúcuta	Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Cúcuta	31,86	0,55	0,75	0,25
	Cuerpos de agua artificiales del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,12	0,002	-	-
	Mosaico de cultivos del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,07	0,001	-	-
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma azonal subandino Cúcuta	2,43	0,04	0,07	0,02
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal subandino Cúcuta	4,07	0,07	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma azonal subandino Cúcuta	12,88	0,22	-	-
	Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Cúcuta	37,91	0,66	3,79	1,28
	Pastos enmalezados del Orobioma azonal subandino Cúcuta	2,62	0,05	-	-
	Pastos limpios del Orobioma azonal subandino Cúcuta	10,49	0,18	2,46	0,83
Orobioma azonal	Afloramientos rocosos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,93	0,03	-	-
	Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	258,09	4,46	13,06	4,40

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
subandino Catatumbo	Avicultura del Orobioma azonal subandino Catatumbo	2,77	0,05	-	-
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	62,06	1,07	2,85	0,96
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	157,51	2,72	6,57	2,21
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	18,64	0,32	1,57	0,53
	Cítricos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	2,49	0,04	0,002	0,001
	Café con sombrío del Orobioma azonal subandino Catatumbo	6,00	0,10	0,37	0,12
	Construcciones rurales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	4,15	0,07	0,74	0,25
	Cuerpos de agua artificiales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,20	0,02	-	-
	Cultivos confinados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,66	0,01	-	-
	Cultivos permanentes arbustivos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,06	0,02	-	-
	Explotación de carbón del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,27	0,005	0,17	0,06
	Instalaciones recreativas del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,14	0,002	-	-
	Maíz del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,22	0,004	0,04	0,01
	Mosaico de cultivos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	59,60	1,03	6,95	2,34
	Mosaico de cultivos y espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	12,57	0,22	-	-
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	67,66	1,17	0,30	0,10
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	44,61	0,77	2,49	0,84
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	60,76	1,05	3,30	1,11
	Obras hidráulicas del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,10	0,002	-	-
	Otros cultivos permanentes arbustivos del Orobioma azonal subandino Catatumbo	9,30	0,16	-	-
	Otros cultivos transitorios del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10,55	0,18	4,32	1,46
	Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	262,54	4,54	20,43	6,89
	Pastos enmalezados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	67,15	1,16	4,25	1,43
	Pastos limpios del Orobioma azonal subandino Catatumbo	189,06	3,27	16,53	5,57
	Red vial del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10,19	0,18	2,28	0,77
	Tejido urbano continuo del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,13	0,002	0,03	0,01
	Tejido urbano discontinuo del Orobioma azonal subandino Catatumbo	21,12	0,36	0,98	0,33
	vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	19,49	0,34	1,48	0,50
	vegetación secundaria baja del Orobioma azonal subandino Catatumbo	3,00	0,05	0,03	0,01
	Zonas comerciales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,77	0,01	-	-
	Zonas industriales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,52	0,03	-	-

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
Orobioma subandino Catatumbo	Afloramientos rocosos del Orobioma subandino Catatumbo	0,39	0,01	-	-
	Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	475,08	8,21	5,03	1,70
	Avicultura del Orobioma subandino Catatumbo	1,84	0,03	0,01	0,002
	Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	145,70	2,52	7,58	2,55
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	603,05	10,42	4,93	1,66
	Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	166,54	2,88	5,44	1,83
	Cítricos del Orobioma subandino Catatumbo	10,69	0,18	1,77	0,60
	Café con sombrío del Orobioma subandino Catatumbo	12,29	0,21	0,14	0,05
	Condominios del Orobioma subandino Catatumbo	2,79	0,05	0,36	0,12
	Construcciones rurales del Orobioma subandino Catatumbo	16,72	0,29	3,47	1,17
	Cuerpos de agua artificiales del Orobioma subandino Catatumbo	5,57	0,10	0,24	0,08
	Explotación de materiales de construcción del Orobioma subandino Catatumbo	4,55	0,08	0,11	0,04
	Fincas recreativas del Orobioma subandino Catatumbo	10,59	0,18	0,20	0,07
	Mosaico de cultivos del Orobioma subandino Catatumbo	41,18	0,71	1,24	0,42
	Mosaico de cultivos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	30,97	0,54	1,57	0,53
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	119,04	2,06	6,94	2,34
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	89,51	1,55	2,12	0,71
	Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma subandino Catatumbo	132,60	2,29	7,12	2,40
	Obras hidráulicas del Orobioma subandino Catatumbo	0,15	0,00	-	-
	Otros cultivos permanentes herbáceos del Orobioma subandino Catatumbo	8,97	0,16	-	-
	Otros cultivos transitorios del Orobioma subandino Catatumbo	23,81	0,41	0,88	0,30
	Pastos arbolados del Orobioma subandino Catatumbo	460,08	7,95	25,90	8,73
	Pastos enmalezados del Orobioma subandino Catatumbo	117,12	2,02	4,88	1,64
	Pastos limpios del Orobioma subandino Catatumbo	271,24	4,69	54,60	18,40
	Red vial del Orobioma subandino Catatumbo	16,57	0,29	2,67	0,90
	Tejido urbano discontinuo del Orobioma subandino Catatumbo	19,67	0,34	2,91	0,98
	Tierras desnudas y degradadas del Orobioma subandino Catatumbo	0,21	0,004	0,07	0,02
	vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	38,39	0,66	4,13	1,39
	Zonas arenosas naturales del Orobioma subandino Catatumbo	1,85	0,03	-	-
	Zonas industriales del Orobioma subandino Catatumbo	1,71	0,03	0,24	0,08
	Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	156,09	2,70	4,31	1,45

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	3,23	0,06	-	-
	Construcciones rurales del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	0,21	0,004	-	-
	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	2,13	0,04	-	-
	Mosaico de cultivos del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	36,31	0,63	0,06	0,02
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	6,08	0,11	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	14,45	0,25	0,10	0,03
	Pastos arbolados del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	60,54	1,05	0,79	0,27
	Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	44,63	0,77	0,24	0,08
	Pastos limpios del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	11,17	0,19	0,01	0,003
	Red vial del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	3,50	0,06	0,21	0,07
	Tejido urbano continuo del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	57,80	1,00	0,08	0,03
	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	8,66	0,15	0,29	0,10
	vegetación secundaria baja del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	2,60	0,04	-	-
	Zonas industriales del Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	0,55	0,01	-	-
Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	Afloramientos rocosos del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	1,06	0,02	0,01	0,002
	Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	117,44	2,03	3,94	1,33
	Avicultura del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	0,78	0,01	-	-
	Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	65,08	1,12	1,54	0,52
	Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	141,97	2,45	22,26	7,50
	Cítricos del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	8,39	0,14	-	-
	Construcciones rurales del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	2,30	0,04	0,24	0,08
	Cuerpos de agua artificiales del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	0,77	0,01	-	-
	Explotación de carbón del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	5,91	0,10	0,81	0,27
	Maíz del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	0,03	0,0005	-	-
	Mosaico de cultivos del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	17,57	0,30	0,61	0,21
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	3,92	0,07	0,05	0,02
	Mosaico de pastos con espacios naturales del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	4,38	0,08	-	-
	Mosaico de pastos y cultivos del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	12,76	0,22	0,76	0,25
	Otros cultivos transitorios del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	9,34	0,16	2,68	0,90
	Pastos arbolados del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	100,92	1,74	6,69	2,26
	Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	36,30	0,63	4,47	1,51

Bioma	Ecosistema	Área de Influencia		Área de Intervención	
		Área Ha	Área (%)	Área Ha	Área (%)
	Pastos limpios del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	3,42	0,06	0,25	0,09
	Red vial del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	8,90	0,15	1,47	0,50
	Tejido urbano continuo del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	27,92	0,48	1,34	0,45
	Tejido urbano discontinuo del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	12,00	0,21	1,23	0,41
	Tierras desnudas y degradadas del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	4,87	0,08	0,0004	0,0001
	vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	8,77	0,15	0,77	0,26
	Zonas arenosas naturales del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	0,06	0,001	-	-
	Zonas comerciales del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	1,53	0,03	-	-
Total		5.786,39	100,00	296,77	100,00

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustado: Incoandina S.A.S., 2019

En la **Figura 11-5** se presenta la distribución espacial de los ecosistemas en el Área de Influencia y en la **Figura 11-6** la leyenda correspondiente.

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

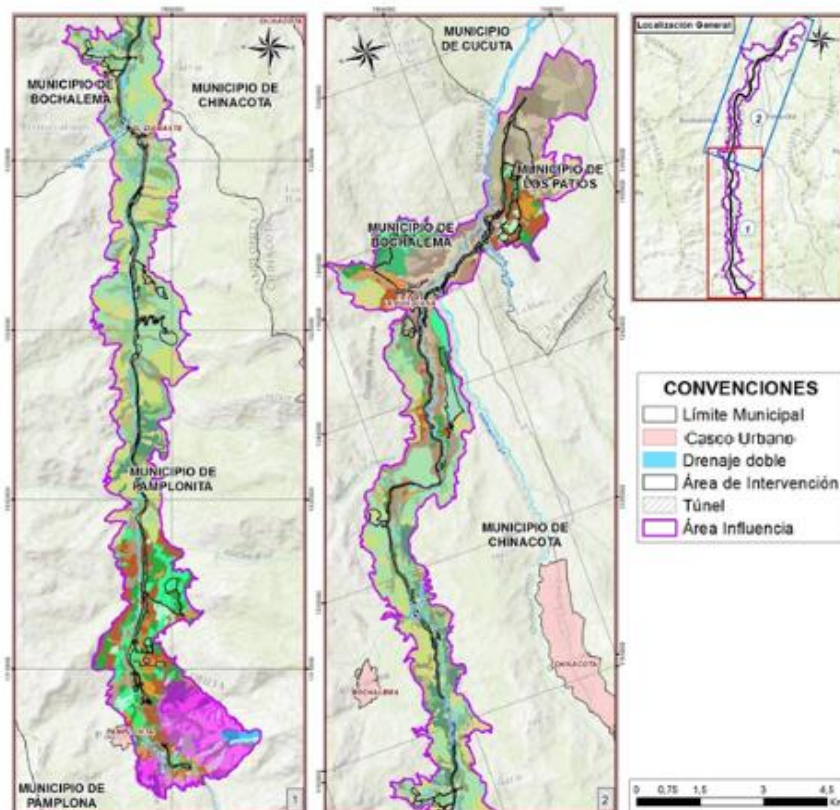


Figura 11-5 Ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



Figura 11-6 Leyenda mapa de ecosistemas terrestres

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

11.2.2.5.2 Ecosistemas presentes en el área donde se proyecta intervención

A partir del área donde se proyecta el aprovechamiento forestal, que corresponde a 291,40 Ha (descontando las 4,23 ha de infraestructura subterránea del túnel, 0,16 ha de captaciones y 0,98 ha de superficies de agua), se tiene que 82,54 Ha (28,32%) corresponden a ecosistemas naturales y vegetación secundaria, en tanto que los ecosistemas transformados se distribuyen en 208,86 Ha (71,67%). En la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* se presentan los tipos de ecosistemas donde se considera la intervención de la cobertura con el proyecto (área de aprovechamiento forestal), los cuales son detallados en el anexo A.

Tabla 11-7 Tipos de ecosistemas en el área donde se proyectan las intervenciones y se realiza solicitud de aprovechamiento forestal

Tipo de Infraestructura	Tipo de ecosistema	Área (ha)	Área (%)
Instalaciones auxiliares	Natural	0,04	0,01
	Transformado	0,22	0,08
Peaje	Transformado	1,18	0,40
Plataforma de trabajo-Puente	Natural	0,80	0,27
	Transformado	1,22	0,42
Puente	Natural	1,23	0,42
	Transformado	0,72	0,25
Retorno	Natural	0,54	0,19
	Transformado	8,86	3,04
ZODME	Natural	8,20	2,81
	Transformado	93,35	32,04
Zona tratamiento de agua	Transformado	0,27	0,09
Diseño vía	Natural	53,94	18,51
	Transformado	70,29	24,12
Acceso Construcción-Puente	Natural	7,68	2,64
	Transformado	2,69	0,92
Acceso Adecuación-Intersección Municipal	Natural	0,31	0,11
	Transformado	0,67	0,23
Patio de prefabricación de vigas	Natural	0,01	0,00
	Transformado	0,53	0,18
Adecuación-Vía conexión	Natural	0,02	0,01
	Transformado	0,02	0,01
Área de control y mitigación sitio Crítico	Natural	0,60	0,21
	Transformado	0,13	0,04

Tipo de Infraestructura	Tipo de ecosistema	Área (ha)	Área (%)
Acceso Adecuación-Puente	Natural	0,20	0,07
	Transformado	0,35	0,12
Acceso Construcción-Intersección Municipal	Natural	1,86	0,64
	Transformado	0,43	0,15
Báscula	Natural	0,45	0,15
	Transformado	2,98	1,02
Acceso Adecuación-ZODME	Natural	2,79	0,96
	Transformado	11,32	3,89
Polvorín	Natural	0,07	0,02
	Transformado	2,63	0,90
Acceso Construcción-Veredal	Natural	1,02	0,35
	Transformado	0,98	0,34
Área movilidad y giro	Natural	0,06	0,02
	Transformado	1,16	0,40
Acceso Construcción-Intersección	Transformado	0,18	0,06
Acceso Adecuación-Veredal	Natural	0,01	0,00
	Transformado	0,13	0,04
Acceso Construcción-ZODME	Natural	1,84	0,63
	Transformado	5,49	1,88
Acceso Adecuación-Polvorín	Natural	0,07	0,02
	Transformado	0,33	0,11
Acceso Construcción-Reposición Camino	Natural	0,06	0,02
	Transformado	0,06	0,02
Áreas de trabajo Túnel	Natural	0,50	0,17
	Transformado	0,31	0,11
Área petroglifos	Natural	0,21	0,07
	Transformado	0,14	0,05
Área Lavado	Transformado	0,48	0,16
Área de Servicio	Transformado	1,51	0,52
Plataforma-Túnel	Natural	0,01	0,00
	Transformado	0,11	0,04
Acceso Adecuación-Portal Túnel	Transformado	0,11	0,04
Total general		291,40	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S, 2019

11.2.2.5.3 Ecosistemas afectados por el proyecto sobre los cuales se generan impactos residuales

Si bien existe un área de aprovechamiento definida para el proyecto, no todos los ecosistemas serán objeto de compensación, ya que para algunos casos, al realizar la evaluación de los impactos de naturaleza negativa ocasionados por el proyecto, se tiene que algunos de ellos podrán ser manejados a través de la implementación de medidas de prevención, corrección y mitigación (jeraquia de la mitigación), según fue señalado en el aparte de impactos residuales sobre el componente biótico descrito en el presente documento y abordado en detalle en el capítulo 8 del EIA. En el Anexo A se presenta la clasificación del tipo de medida que será desarrollada de acuerdo al tipo de obra y la infraestructura a construir, para definir cuáles áreas requieren aplicación de los factores de compensación.

Para los ecosistemas naturales, la eliminación de la cobertura vegetal traerá como consecuencia la pérdida de hábitat de diferentes ecosistemas que están distribuidos en 82,54 Ha (Tabla 11-8), que representan el 28,32% del área donde se proyectan las actividades de aprovechamiento forestal.

Tabla 11-8 Ecosistemas naturales y vegetación secundaria afectados por el proyecto

Ecosistemas Naturales	Área (ha)	Área (%)
Afloramientos rocosos del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	0,01	0,01%
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	9,75	11,81%
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,75	0,91%
Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	5,03	6,10%
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	3,94	4,77%
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigríco Cúcuta	4,31	5,23%
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	2,76	3,35%
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	7,58	9,18%
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	1,54	1,86%
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	6,57	7,96%
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	4,92	5,97%
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigríco Catatumbo	22,26	26,97%
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,04	0,05%
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,22	1,48%
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	5,44	6,60%
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,48	1,79%
Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	4,13	5,00%

Ecosistemas Naturales	Área (ha)	Área (%)
Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	0,77	0,93%
vegetación secundaria baja del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,03	0,04%
Total general	82,54	100,00%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S, 201

En el caso de los ecosistemas transformados como pastos arbolados, pastos enmalezados y mosaicos con espacios naturales, el desarrollo de algunas de las obras inducirán la eliminación definitiva de elementos bióticos que resultan importantes en los procesos de conectividad desde el punto de vista de la funcionalidad ecológica del paisaje o en la oferta de servicios ecosistémicos. Para este tipo de ecosistemas, se estaría afectando un área de 208,86 Ha, pero solamente se generan impactos residuales en 49,81 ha (**Tabla 11-9**) (teniendo en cuenta que en actividades como la adecuación de ZODMEs, construcción y adecuación de vías veredales, industriales, de acceso a ZODMEs y polvorín, entre otros, se establecen medidas de mitigación y corrección que buscan retornar este tipo de ecosistemas a su condición original o mejor a la encontrada antes de realizar la intervención. Las áreas restantes intervenidas en ecosistemas transformados 159,05 Ha, estarían distribuidas dentro de las siguientes medidas: prevención, mitigación y corrección.

Tabla 11-9 Ecosistemas transformados afectados por el proyecto que requieren compensación

Ecosistema transformado	Área (ha)	Área (%)
Café con sombrío del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,37	0,74%
Café con sombrío del Orobioma subandino Catatumbo	0,14	0,28%
Mosaico de cultivos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	1,57	3,16%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,30	0,61%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	6,37	12,79%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	0,05	0,10%
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	2,28	4,58%
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	2,10	4,22%
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,08	0,16%
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10,35	20,78%
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,72	1,44%
Pastos arbolados del Orobioma subandino Catatumbo	12,70	25,49%
Pastos arbolados del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	6,19	12,44%
Pastos arbolados del Zonobioma tropical altermohígrico Cúcuta	0,22	0,45%

Ecosistema transformado	Área (ha)	Área (%)
Pastos enmalezados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,53	3,07%
Pastos enmalezados del Orobioma subandino Catatumbo	2,94	5,91%
Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	1,64	3,30%
Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta	0,24	0,48%
Total general	49,81	100,00%

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S, 2019

La relación entre las diferentes actividades e infraestructura a implementar durante la ejecución del proyecto con los ecosistemas tanto naturales como transformados que se verían involucrados, se presenta en detalle en el anexo A.

11.2.2.5.4 Relictos de bosque seco tropical

En consideración a que el IAvH en el año 2014 publicó la última versión del mapa de bosque seco tropical para Colombia a escala 1:100.000, que incluye un sector del departamento de Norte de Santander, se verificó que existe un traslape entre los polígonos de bosque seco de 2.089,30 Ha (36,11%) con el área de influencia y de 80,32 Ha (27,57%) con respecto al área de aprovechamiento forestal. Con la finalidad de determinar el estado actual de los polígonos de Bosque Seco Tropical se realizó el ejercicio de superponer en estas áreas las coberturas identificadas a escala 1:25.000 en el área de aprovechamiento forestal, obteniendo que 48,22 Ha (16,55%) de los polígonos de bosque seco en la actualidad corresponden a áreas con coberturas transformadas, mientras que 32,11 Ha (11,02%) corresponden a coberturas naturales y seminaturales (**Ver Tabla 11-10**).

La identificación del ecosistema de bosque seco tropical es relevante dentro del plan de compensación del componente biótico, pues el Manual establece que para ecosistemas de páramo, humedales de importancia internacional RAMSAR, bosque seco, manglares, pastos marinos y arrecifes de coral, la autoridad ambiental competente deberá imponer el máximo valor de factor de compensación definido, que corresponde a diez (10) (MADS, 2018), por tal razón teniendo en cuenta que el manual de compensación del componente biótico propende por la No pérdida neta de la biodiversidad (NPNB), se propone el mencionado factor de compensación (10) para los ecosistemas naturales y seminaturales, intervenidos con las obras y actividades del proyecto, cuyas acciones generan afectaciones que no podrán ser evitadas, minimizadas o corregidas.

Tabla 11-10 Coberturas reportadas en los polígonos de bosque seco tropical

Cobertura (1:25000)	Área de Influencia		Área de Aprovechamiento	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Afloramientos rocosos	0,31	0,005	-	-
Arbustal denso alto	371,32	6,42	3,41	1,17
Arbustal denso bajo	1,42	0,03	-	-

Cobertura (1:25000)	Área de Influencia		Área de Aprovechamiento	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Bosque de galería y/o ripario	89,84	1,55	6,27	2,15
Bosque denso bajo de tierra firme	582,12	10,06	12,95	4,44
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	111,23	1,92	4,88	1,67
Café con sombrío	8,97	0,16	0,31	0,11
Cítricos	9,5	0,16	1,70	0,58
Condominios	0,18	0,003	-	-
Construcciones Rurales	10,13	0,18	1,39	0,48
Cuerpos de agua artificiales	0,36	0,006	-	-
Explotación de materiales de construcción	0,5	0,009	-	-
Fincas recreativas	0,11	0,002	0,05	0,02
Maíz	0,25	0,004	0,04	0,01
Mosaico de cultivos	47,55	0,82	2,14	0,73
Mosaico de cultivos y espacios naturales	6,51	0,113	0,66	0,23
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	85,71	1,48	1,51	0,52
Mosaico de pastos con espacios naturales	38,38	0,66	0,42	0,14
Mosaico de pastos y cultivos	86,66	1,5	4,96	1,70
Otros cultivos permanentes herbáceos	8,82	0,15	-	-
Otros cultivos transitorios	31,94	0,56	5,87	2,01
Pastos arbolados	284,67	4,92	10,98	3,77
Pastos enmalezados	112,07	1,94	6,60	2,26
Pastos limpios	85,08	1,47	6,92	2,38
Red vial	13,64	0,24	2,35	0,81
Ríos (50 m)	20,21	0,35%	-	-
Tejido urbano continuo	23,38	0,4	0,52	0,18
Tejido urbano discontinuo	15,45	0,27	1,72	0,59
Tierras desnudas y degradadas	3,35	0,06	0,07	0,02
Vegetación secundaria alta	37,86	0,66	4,61	1,58
Zonas arenosas naturales	0,06	0,001	-	-
Zonas comerciales	1,47	0,03	-	-
Zonas industriales	0,27	0,005	-	-
Total Coberturas al interior del polígono bs-T	2089,30	36,11	80,34	27,57
Total Coberturas fuera del polígono bs-T	3697,09	63,89	211,07	72,43
Total	5786,39	100	291,41	100

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S., 2019

La distribución espacial de los polígonos de bosque seco con respecto al área de influencia del proyecto se presenta en la **Figura 11-7**.

Dentro de la revisión realizada sobre los elementos de ordenación y planificación del territorio del departamento de Norte de Santander y de los cuatro (4) municipios que hacen parte del área de influencia, se encontró que existen ejercicios anteriores a la construcción del Mapa de bosque seco tropical realizado por el IAvH, que tienen la intención de delimitar estos ecosistemas.

En primer lugar se encuentra el realizado en el año 2003 por el municipio de Los Patios, el cual incluye dentro de su ordenamiento territorial el elemento de la Vegetación Xerofítica y Subxerofítica como Áreas de conservación y protección ambiental, definiéndolas como unidades ambientales - territoriales que se caracterizan por ser ecológicamente significativas y por su singularidad como recurso natural o conjunto de ellos. También se caracterizan por presentar una elevada fragilidad de elementos componentes de la base de sustentación ecológica que los coloca en la condición de altamente sensibles. Constituyen ecosistemas estratégicos y su función principal es de protección, científica y de bajo impacto ambiental. Dentro del área de influencia se identifican 59,60 Ha de vegetación xerofítica y subxerofítica, en el caso del área de intervención existen 0,54 Ha de este ecosistema.

En el año 2004, la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR- y Universidad de Pamplona realizaron el documento Aporte al Manejo de los Bosques Secos del Área Metropolitana de Cúcuta. En este trabajo se realizó la ubicación y caracterización a nivel de composición de los bosques secos tropicales del Área Metropolitana de Cúcuta, la cual incluye los municipios de San José de Cúcuta, Los Patios, Villa del Rosario, El Zulia y San Cayetano. No obstante, este ejercicio no incluye la escala a la cual se realizó el análisis del bosque seco, por tanto la identificación de los polígonos que determinen a este ecosistema se realizará de acuerdo con la capa de Bosque seco tropical escala 1:100.000 realizado por el IAvH.

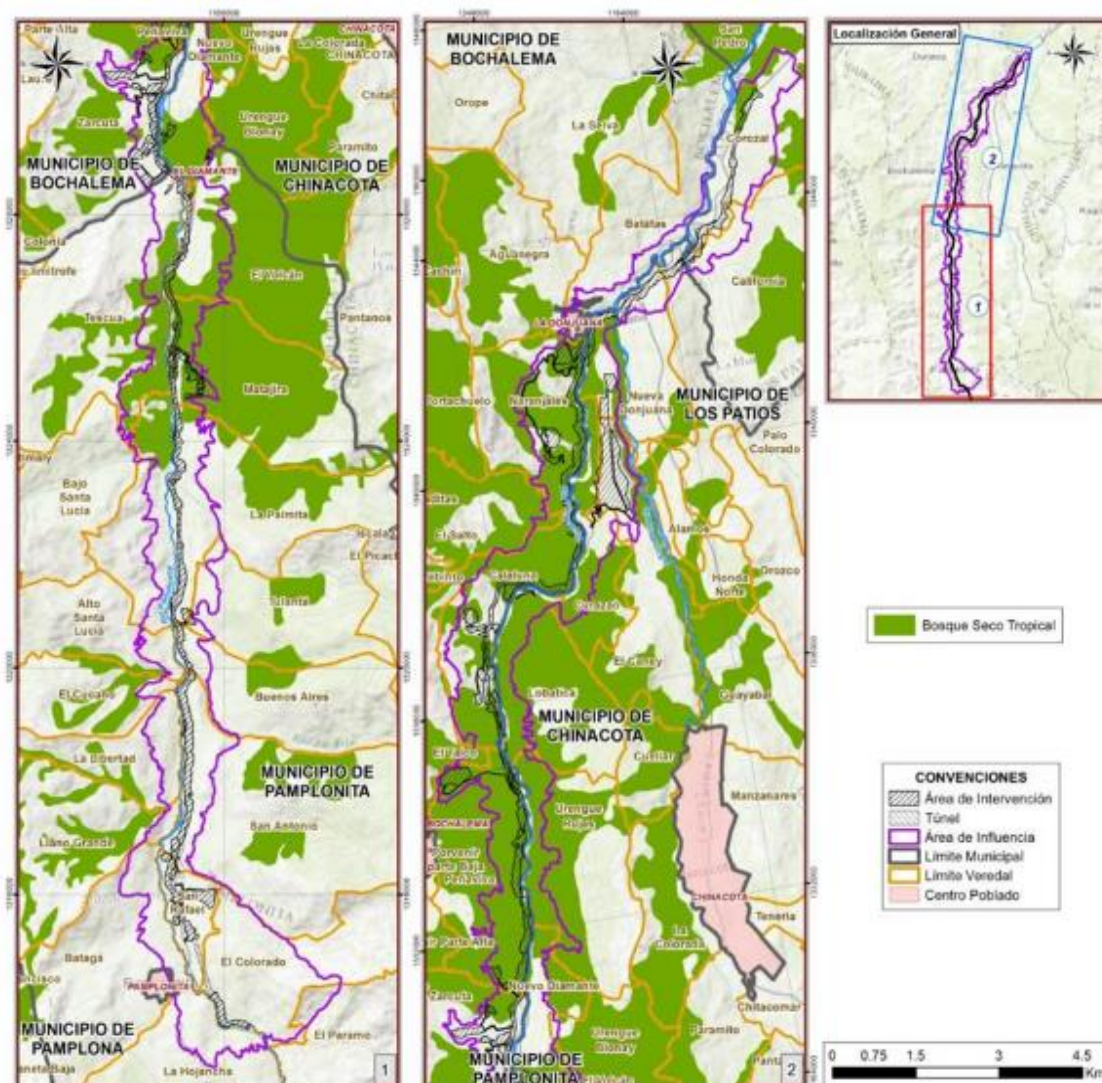


Figura 11-7 Localización de los polígonos de bosque seco tropical

Fuente: IAvH, 2014

11.2.2.5.5 Descripción físico-biótica de escenarios de referencia

De acuerdo con los conceptos indicados en el Manual de Compensación, el Ecosistema / Escenario de referencia, *se entiende como la línea base de los estudios de caracterización previos al impacto y desarrollo de la actividad, es decir, el estudio de impacto ambiental o el estudio que soporta el permiso ambiental correspondiente.* En el presente documento se realizó la caracterización biótica con información primaria de cada uno de los 14 ecosistemas equivalentes seleccionados para establecer la compensación respectiva, llevando a cabo parcelas transitorias de flora, así como recorridos de observación, instalación de cámaras trampa, redes de niebla y demás aspectos detallados en la metodología del trabajo de campo; lo anterior con la finalidad de conocer con mayor

precisión las principales características florísticas, estructurales y funcionales, de los ecosistemas seleccionados.

11.2.2.6 ¿Cuánto compensar?

La respuesta de cuánto compensar inicia con la identificación de los ecosistemas que pueden llegar a sufrir intervención por las actividades del proyecto y continúa con la aplicación de los factores de compensación, conforme lo establece el Anexo 2 del Manual: Listado Nacional de Factores de Compensación, cuya unidad de análisis corresponden a los BUB. Para el respectivo cálculo se adoptó el concepto de ecosistema natural indicado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en el cual un ecosistema se define como: “aquel complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que presenta una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y que se caracterizan por no haber sufrido mayores transformaciones por acción antrópica” (MADS, 2018).

En el proceso de dar cumplimiento a los términos de referencia M-M-INA 02 V2, fue necesario realizar un mapa de ecosistemas detallado, considerando que la fuente nacional “Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia 2017. Versión 2.1” se encuentra a escala 1:100.000 y en la actualidad, no está disponible la memoria explicativa de construcción de este mapa, por lo que, se tuvo comunicación directa con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), quienes brindaron a manera de borrador, un aparte del documento Memoria Técnica del Mapa de Ecosistemas Continentales, Marinos y Costeros de Colombia. La anterior información permitió la construcción del mapa de Ecosistemas a escala 1:25:000, siendo posible una delimitación ajustada al territorio de los biomas. Esta situación obedeció a las diferencias de escalas de aproximación en la definición de ecosistemas hecha por el proyecto, que en respuesta al análisis detallado de información relacionada con aspectos de pedología, geomorfología o altura sobre el nivel del mar, permite delimitar a una escala más detallada los biomas presentes en el territorio.

11.2.2.6.1 Factor de compensación

De acuerdo con las características y actividades del proyecto vial, se prevé que su ejecución afectará a varios ecosistemas presentes en las unidades bióticas: Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental, Orobioma azonal subandino Catatumbo, Orobioma azonal subandino Cúcuta, Orobioma subandino Catatumbo, Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo, Zonobioma tropical altermohígrico Cúcuta, de acuerdo con lo establecido en el Mapa Nacional de Ecosistemas (IDEAM, 2017). En la **Tabla 11-11** se presentan los valores, los criterios y Factores de Compensación de cada BUB asignados desde el Anexo 2 del Manual de compensaciones del componente biótico (Minambiente, 2018).

Para el caso de los ecosistemas naturales y seminaturales localizados al interior de las áreas definidas como Bosque Seco Tropical por parte del MADS y el Instituto Humboldt (2014), se acoge lo establecido en el Manual de Compensación sobre la aplicación del factor de compensación, según el cual, por la afectación de ecosistemas de bosque seco,

el factor de compensación corresponde a diez (10); para el caso de la totalidad de los ecosistemas transformados donde se determinen impactos significativos sobre la biodiversidad, el factor asignado es 1.

Tabla 11-11 Factores de compensación para las unidades BUB en el área de aprovechamiento forestal.

Unidad Biótica	Representatividad	Rareza	Remanencia	Tasa de transformación	FC
Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	2	2	2	1	7
Orobioma azonal subandino Catatumbo	2	2	2,5	1,5	8
Orobioma azonal subandino Cúcuta	3	1,75	2	1,75	8,5
Orobioma subandino Catatumbo	2	1,75	3	1,25	8
Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo	3	1,75	3	1,75	9,5
Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta	3	1,75	2	1,5	8,25

Fuente: Anexo 2. Listado Factores de Compensación, Manual de Compensaciones del Componente Biótico.

Con respeto al criterio de Representatividad establecido para las unidades bióticas a afectar, los valores de 2 y 3 asignados desde el análisis del contexto nacional, indican que estos no se encuentran representados bajo alguna categoría del SIRAP especialmente el Orobioma azonal subandino Cúcuta, el Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo y el Zonobioma tropical alternohigróico Cúcuta que tienen un valor de 3.

El criterio de Rareza de estas unidades bióticas según los valores obtenidos entre los 2 y 1.75 permite establecer que estos son bastante singulares en cuanto a la composición de especies, destacándose el Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental y el Orobioma azonal subandino Catatumbo con los valores más altos para este criterio.

Para el criterio de remanencia, el cual se refiere a la capacidad de estas unidades de permanecer en condiciones naturales, los valores obtenidos de 2, 2.5 y 3 determina que estos tienen una capacidad muy baja, baja y media de permanecer en su estado original especialmente el Orobioma subandino Catatumbo y el Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo que tienen un valor asignado de 3 (muy baja) para este criterio.

En cuanto al criterio Tasa de transformación, que considera los cambios en cobertura a partir de la pérdida de la cobertura vegetal natural, las unidades bióticas involucradas tienen valores muy variables: el Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental (muy bajo), El Orobioma azonal subandino Catatumbo y Zonobioma tropical alternohigróico

Cúcuta (medio); El Orobioma subandino Catatumbo (baja) y los restantes Orobioma azonal subandino Cúcuta y Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo (alta).

Según Pizano, C y H García (2014) en la región Nor-Andina los bosques secos se encuentran asociados al valle medio del río Chicamocha en Santander, y a las inmediaciones de Cúcuta y los valles de Convención y Ocaña en Norte de Santander. En general, los bosques secos que existen todavía en esta región se han conservado porque están presentes en áreas de grandes pendientes. En esta región se encuentra una de las formaciones emblemáticas del bosque seco en el país; el cañón de río Chicamocha, el cual presenta una elevada aridez y está dominado por una cobertura subxerofítica de matorrales. El BST en Colombia está entre los ecosistemas más amenazados del país con una relictualidad del 8% respecto a su área de distribución original y una representatividad en las áreas protegidas de tan solo el 5% por lo tanto estos tienen la prioridad de restauración y conservación más alta en Colombia.

11.2.2.6.2 Cálculo del área a compensar

El área total por compensar es el resultado de multiplicar el número de hectáreas a intervenir en cada ecosistema natural, vegetación secundaria o ecosistema transformado compensable, por su correspondiente factor de compensación, considerando también la presencia de bosque Seco Tropical (ecosistema especial). Se parte entonces de que la ejecución del proyecto afectará 82,54 Ha de ecosistemas naturales y 49,81 Ha de ecosistemas transformados y que los factores de compensación asignados conforme a los términos establecidos por el Manual de compensaciones bióticas y el anexo 2 del respectivo manual, varían entre 1 y 10, según su nivel de transformación, naturalidad o localización al interior de ecosistemas especiales (bosque seco).

Área a compensar por ecosistemas naturales

En la **Tabla 11-12** se presenta el área a compensar para cada uno de los ecosistemas naturales y de vegetación secundaria intervenidos, teniendo como resultado un área total de 753,55 Ha, en las que será necesario desarrollar acciones para resarcir a la biodiversidad por las afectaciones sobre el componente biótico. Se reitera que estas afectaciones son posibles, luego de haber cumplido con la jerarquía de la mitigación, que considera las medidas de prevención y mitigación, por lo que el área final de compensación dependerá de la real afectación de las áreas naturales, las cuales dependerán a su vez del desarrollo definitivo de las obras.

De las 753,55 Ha a compensar, 321,06 Ha provienen de la aplicación de un factor de compensación igual a 10, para aquellos ecosistemas que se encuentran localizados dentro de los polígonos de bosque seco tropical. Las restantes 432,49 Ha son resultado de la aplicación de los factores de compensación asignados a cada Bioma- Unidad Biótica por el listado nacional de factores de compensación (**Tabla 11-12**).

Tabla 11-12 Área a compensar para los ecosistemas naturales y seminaturales

Ecosistemas Naturales	Área (ha)	FC	Ecosistema a compensar (ha)
Bosque Seco Tropical			
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,80	10	8,02
Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	0,71	10	7,07
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	1,89	10	18,86
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta	0,01	10	0,10
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,30	10	13,01
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	3,47	10	34,72
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	1,48	10	14,84
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	5,22	10	52,15
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	1,76	10	17,64
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	5,98	10	59,84
Bosque fragmentado con Vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	4,88	10	48,81
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,16	10	11,57
Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	2,72	10	27,15
Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	0,73	10	7,27
SubTotal BST	32,11	10	321,06
Otros			
Afloramientos rocosos del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	0,01	9,5	0,07
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	8,95	8,0	71,58
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,75	8,5	6,35
Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	4,33	8,0	34,61
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	2,05	9,5	19,50
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta	4,30	8,25	35,52
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,46	8,0	11,68
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	4,11	8,0	32,86
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	0,06	9,5	0,53
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,36	8,0	10,85
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	3,16	8,0	25,28
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	16,27	9,5	154,60
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,04	7,0	0,28

Ecosistemas Naturales	Área (ha)	FC	Ecosistema a compensar (ha)
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,22	8,0	9,76
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	0,56	8,0	4,51
vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,32	8,0	2,59
vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	1,42	8,0	11,32
vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	0,04	9,50	0,37
vegetación secundaria baja del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,03	8,0	0,24
SubTotal Otros	50,43		432,49
Total general	82,54		753,55

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S., 2019

Ecosistemas transformados

El área por compensar para los ecosistemas transformados se calculó multiplicando el área afectada por un factor de compensación igual a uno (1), siguiendo los postulados del Manual de Compensación. En este caso, se determina un área a compensar de 49,81 Ha de ecosistemas transformados en los que el ámbito de manifestación de las afectaciones incluyó elementos de la biodiversidad y/o de los servicios ecosistémicos y sobre los cuales se configuraron impactos significativos; estas unidades correspondieron a los diferentes tipos de mosaicos, áreas agrícolas, pastos arbolados y pastos enmalezados. En la **Tabla 11-13** se presenta el área a compensar para cada ecosistema transformado.

Tabla 11-13 Área a compensar por ecosistemas transformados

Ecosistema transformado	Área (ha)	FC	Ecosistema a compensar (ha)
Café con sombrero del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,37	1	0,37
Café con sombrero del Orobioma subandino Catatumbo	0,14	1	0,14
Mosaico de cultivos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	1,57	1	1,57
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	0,30	1	0,30
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	6,37	1	6,37
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	0,05	1	0,05
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma azonal subandino Catatumbo	2,28	1	2,28
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma subandino Catatumbo	2,10	1	2,10
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Altoandino cordillera oriental	0,08	1	0,08
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10,35	1	10,35

Ecosistema transformado	Área (ha)	FC	Ecosistema a compensar (ha)
Pastos arbolados del Orobioma azonal subandino Cúcuta	0,72	1	0,72
Pastos arbolados del Orobioma subandino Catatumbo	12,70	1	12,70
Pastos arbolados del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	6,19	1	6,19
Pastos arbolados del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta	0,22	1	0,22
Pastos enmalezados del Orobioma azonal subandino Catatumbo	1,53	1	1,53
Pastos enmalezados del Orobioma subandino Catatumbo	2,94	1	2,94
Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	1,64	1	1,64
Pastos enmalezados del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta	0,24	1	0,24
Total general	49,81		49,81

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajuste: Incoandina S.A.S., 2019

Área total por compensar

El área total por compensar en el proyecto corresponde a la sumatoria de la compensación establecida diferencialmente para los ecosistemas naturales, los ecosistemas naturales que se localizaron dentro del polígono de bosque seco tropical y los ecosistemas transformados. De esta forma, se obtuvo un área total de compensación de 803,36 Ha, según se discrimina en la **Tabla 11-14**.

Es de anotar que para efectos de la cuantificación del área a compensar en los ecosistemas equivalentes, se tuvo en cuenta un área mayor correspondiente al área potencial para realizar las actividades de compensación (1.172,26 Ha), la cual fue caracterizada en el componente biótico, con el fin de tener áreas remantes (368,9 ha) para su utilización, en caso de que algunos predios cambien de propietario, no se llegue a un acuerdo predial y/o se modifiquen las condiciones actuales de estas área seleccionadas.

Tabla 11-14 Área total a compensar

Tipo de Ecosistema	Área a intervenir (ha)	Área a compensar (ha)
Ecosistemas Naturales localizados fuera del polígono de bosque seco tropical	50,43	432,49
Ecosistemas Naturales localizados dentro del polígono de Bosque Seco tropical	32,11	321,06
Ecosistema Transformado	49,81	49,81
TOTAL	132,35	803,36

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 – Ajustada: Incoandina S.A.S., 2019

11.2.2.7 ¿Dónde compensar?

Para abordar la cuestión de dónde compensar, como uno de los aspectos fundamentales a resolver dentro del Plan de Compensación, se realizó un análisis del territorio que consideró en primera instancia todos los escenarios donde se tuvieran identificadas áreas con iniciativas de conservación dentro el ámbito geográfico donde se emplaza el proyecto, áreas

que estuvieran constituidas o no como áreas protegidas, y otras áreas definidas desde los instrumentos de ordenación y gestión vigentes como áreas para la conservación o determinantes ambientales. Esta primera instancia, permitió obtener una serie de áreas potenciales sobre las cuales se aplicaron los criterios del Manual, que permitieron posteriormente, establecer unas áreas objetivo donde se consideró factible implementar las medidas de compensación.

El análisis de las áreas potenciales para la ejecución del plan de compensación se orientó de acuerdo con los cuatro (4) criterios definidos en el manual:

1. Las compensaciones deberán localizarse en el siguiente ámbito geográfico y orden de prioridades:
 - a. La subzona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad o las subzonas hidrográficas circundantes.
 - b. La zona hidrográfica dentro de la cual se desarrolla el proyecto, obra o actividad.
2. Si las áreas elegidas para compensar son menores, según el tipo de ecosistema equivalente al área original impactada, se deberán incluir áreas o franjas de conectividad con potencial para la restauración y de uso sostenible como acción complementaria.
3. Deben estar preferiblemente identificadas en el Plan Nacional de Restauración, las áreas de importancia para la conservación, los portafolios regionales o nacionales de compensación, las áreas protegidas que en su plan de manejo o documento técnico de soporte de declaratoria o ampliación definan acciones específicas de conservación, instrumentos de ordenamiento del territorio o instrumentos de ordenamiento ambiental del territorio.
4. Se propenderá por la selección de áreas adyacentes a otras áreas en las cuales se hayan implementado otras acciones de compensación, que pueden estar identificadas en el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), siempre y cuando aumente el área del ecosistema donde se hayan implementado dichas acciones o le garantice la conectividad con aquellos de los que depende corológicamente.

Teniendo en cuenta los anteriores lineamientos, a continuación, se presenta un análisis de los sitios potenciales para ejecutar la compensación dentro del ámbito geográfico donde se desarrolla el proyecto.

11.2.2.7.1 Ámbito geográfico

El Corredor Vial Doble Calzada Pamplona-Cúcuta, UF 03, 04 y 05, se desarrolla al interior de la Zona hidrográfica del Catatumbo, subzona hidrográfica río Pamplonita. Esta subzona hidrográfica tiene una extensión de 2.024 km², se ubica en la parte centro oriental del Norte de Santander, y se constituye como una cuenca binacional, ya que más de un tercio de su superficie se encuentra en el territorio venezolano (Universidad Francisco de Paula

Santander, 2014). Las Subzonas hidrográficas circundantes corresponden a la SZH río Zulia (al norte) y SZH río Chitagá (al sur) dentro del territorio colombiano; de estas dos subzonas, la del río Zulia, corresponde a la misma Zona Hidrográfica del río Catatumbo

En Colombia, la subzona hidrográfica del río Pamplonita se encuentra conformada por 10 municipios: Bochalema, Pamplonita, Pamplona, Chinácota, Herrán, Puerto Santander, Cúcuta, Villa del Rosario, Los Patios y Ragonvalia. Los últimos tres municipios pertenecen totalmente a la cuenca, mientras que los restantes pertenecen parcialmente, pues parte de su territorio se localiza en la subzona del río Zulia (Pamplona, Bochalema y Cúcuta), o también hacen parte de la cuenca del río Chitagá, como es el caso del municipio de Pamplona (CORPONOR, 2010).

Dentro de las variables físicas que caracterizan la cuenca, se encuentran elevaciones desde los 3.648m hasta 42 msnm, con una elevación media de 1.333 m. Hidrológicamente la cuenca se divide en 25 subcuencas que varían entre los 13.1 km² hasta los 202,1 km² y pendientes medias entre 4,8 y 26,5 grados. En la cuenca se registran temperaturas medias anuales entre los 10 a los 29 °C, la precipitación media anual se estima en 2.700 mm, dependiendo del sector de la cuenca. A escala mensual, la precipitación exhibe un comportamiento bimodal, presentando temporadas lluviosas en los meses de abril-mayo y luego en octubre-noviembre (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

De acuerdo al diagnóstico formulado dentro del ajuste del plan de ordenación elaborado para la cuenca en 2013, del área total de la cuenca en territorio Colombiano, el 46,78% (63.093,75 Ha) corresponden a bosque natural; sin embargo, los resultados del análisis de fragmentación evidencian que estos se encuentran con un nivel de fragmentación fuerte con un 74,84% y que la fragmentación extrema se acentúa en la parte baja de la cuenca, sobre unidades de bosque muy seco tropical y bosque húmedo tropical. Los resultados del diagnóstico también establecen que entre el 2010 y el 2013 se reporta para la cuenca una pérdida total de cobertura natural de 331 Ha/año (Universidad Francisco de Paula Santander, 2014).

En esta subzona hidrográfica se identifican 22 BUB, conforme a las unidades establecidas por el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia escala 1:100.000 del IDEAM (2017. Ver **Figura 11-8**).

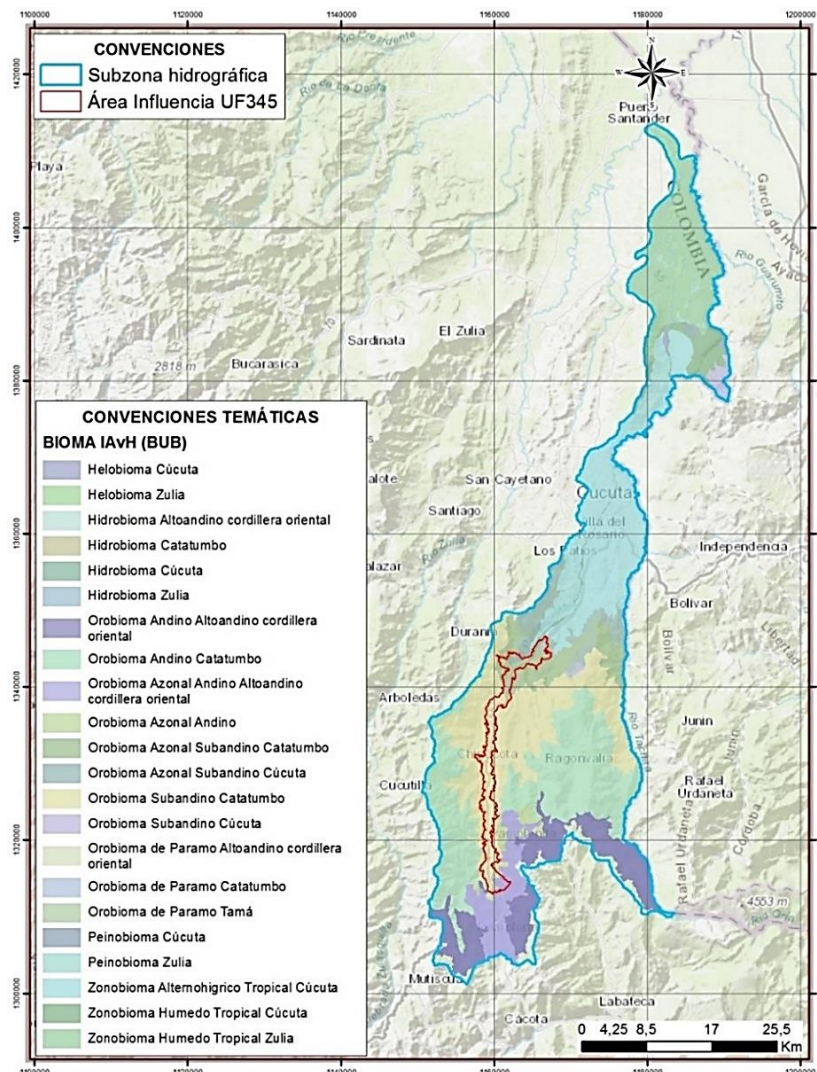


Figura 11-8 BUB presentes en la subzona hidrográfica del río Pamplonita (escala 1:100.000)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La identificación de los Biomas – Unidades Bióticas en el ámbito geográfico, constituye un primer paso para seleccionar aquellas unidades que cumplen la condición de equivalencia ecosistémica respecto a las afectadas por el proyecto.

Sin embargo, se tiene presente lo establecido en el Manual de Compensación, según el cual para proyectos lineales que afecten varios tipos de ecosistema, el área total a compensar podrá ejecutarse en él, o en los ecosistemas con mayor área impactada por el proyecto, o los ecosistemas que arrojen mayor factor de compensación o en los ecosistemas donde se genera una mayor adicionalidad con la implementación de la compensación.

A continuación, se presenta la revisión de diferentes instrumentos de ordenación del territorio y gestión de la biodiversidad a nivel nacional, regional y local, que permiten identificar áreas donde sería factible desarrollar las acciones de compensación, como información secundaria.

11.2.2.7.2 Áreas disponibles de acuerdo con el Plan Nacional de Restauración

El Plan Nacional de Restauración en su Anexo 6: Mapa de áreas susceptibles a procesos de restauración, permite identificar áreas con potencial para la ejecución de acciones de restauración, rehabilitación y recuperación para disminuir la vulnerabilidad del país generada por las dinámicas de ocupación del territorio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

En dicho mapa, se presentan las áreas susceptibles a ser restauradas con su correspondiente categoría de manejo a escala 1:100.000, el cual sirve de referencia general para la planificación a nivel nacional.

El documento citado es claro en afirmar que para la ejecución de los planes de restauración se deben usar instrumentos de planificación regionales (planes de ordenación forestal, planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas) y locales (planes de manejo de áreas protegidas, planes de ordenamiento territorial), los que a partir de criterios de carácter físico, biótico y social, y con el uso de cartografía a escalas más detalladas (mayores a 1:25.000), determinarán las áreas más adecuadas para la ejecución de actividades de restauración (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

A partir de la información espacial reportada para los diferentes enfoques de restauración establecida en el país, se procedió al cruce de estas unidades con el área de influencia del proyecto, obtenido como resultado que solo 13,87 Ha tienen potencial para la ejecución de actividades de recuperación. La distribución de estas áreas se presenta en la **Figura 11-9**.

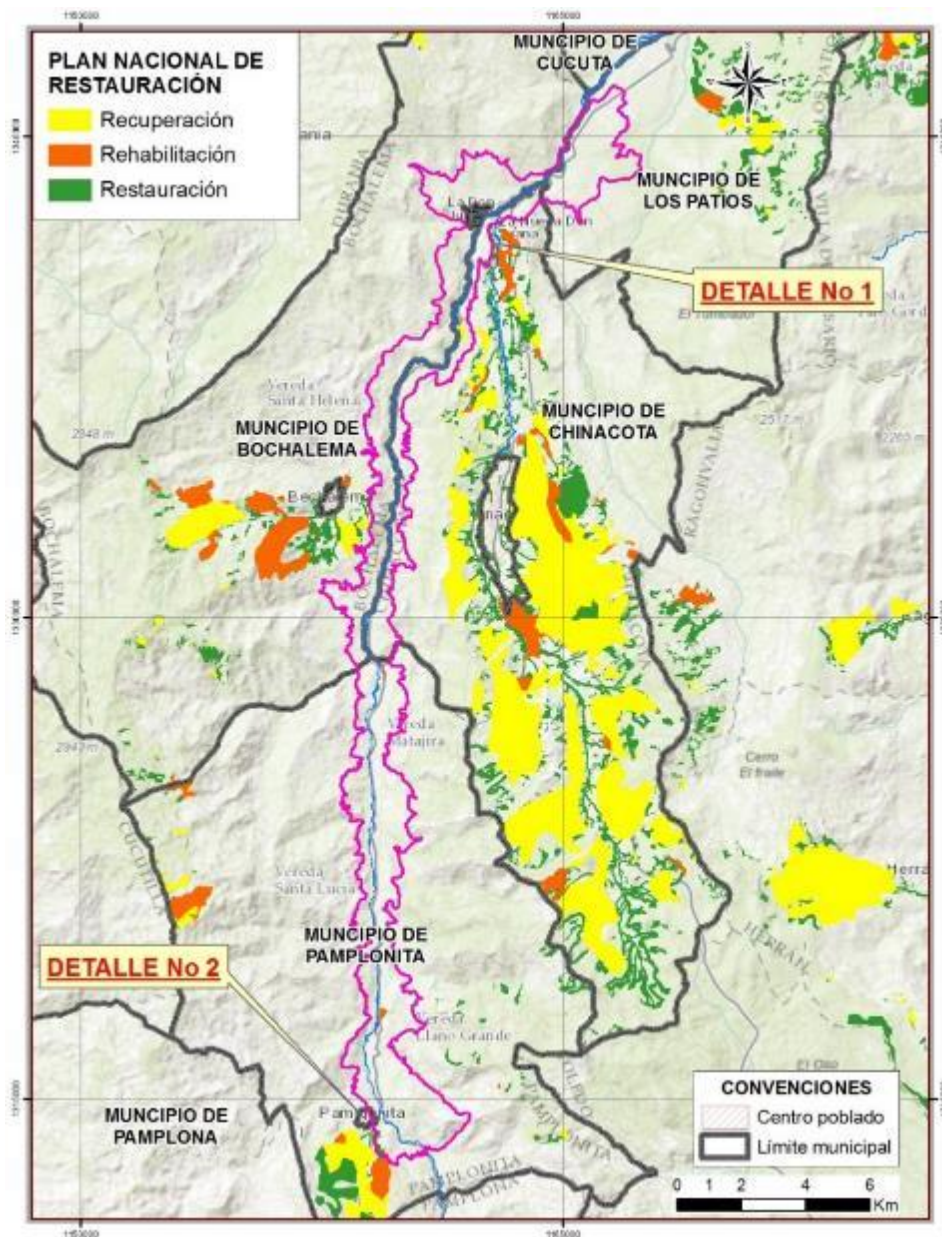


Figura 11-9 Áreas indicadas en el Plan Nacional de Restauración

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. Aecom - ConCol, 2018

Dicha área identificada para la recuperación se localiza en sectores aislados del polígono que contiene el área de influencia del proyecto, por lo que fue necesario tener un mayor detalle de las áreas identificadas desde el nivel nacional. Este detalle se presenta en la **Figura 11-10**.

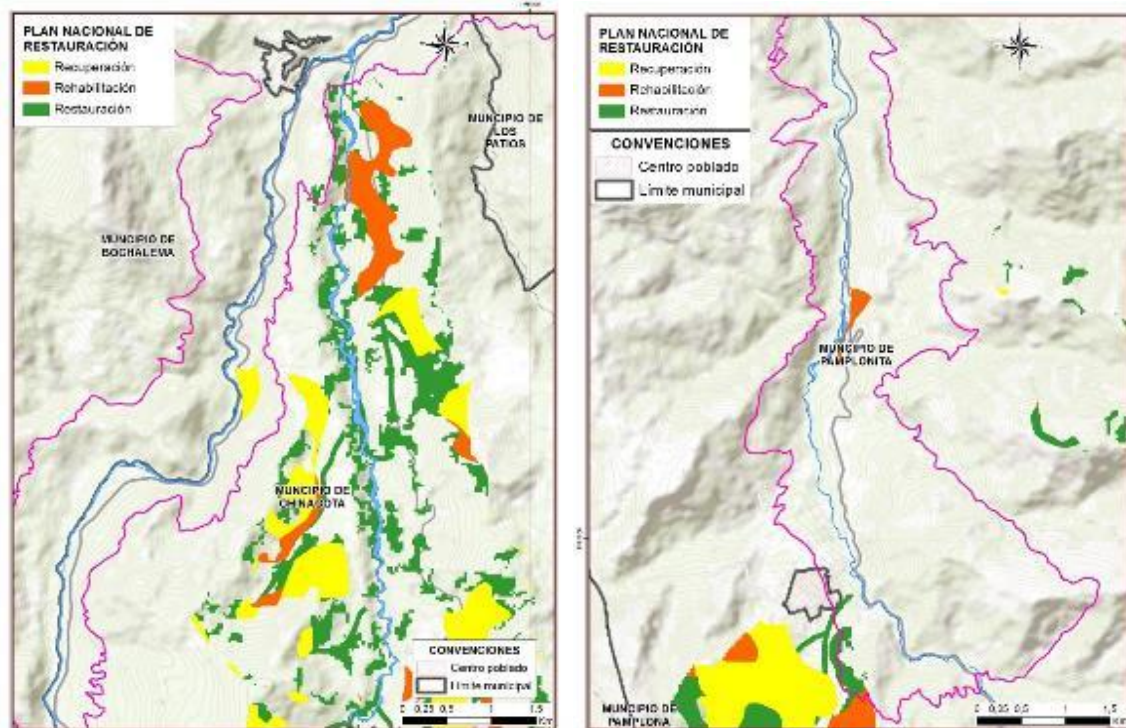


Figura 11-10 Detalle de Áreas indicadas en el Plan Nacional de Restauración

Detalle 1

Detalle 2

Fuente: Adaptado de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015. Aecom - ConCol, 2018

Para la totalidad de la subzona hidrográfica del río Pamplonita se identifican 39.944,50 Ha, de las cuales 14.653,46 Ha pertenecen a las zonas de restauración, rehabilitación y recuperación del Plan Nacional de restauración incluyendo las áreas pertenecientes a la Reserva Forestal de Ley segunda Cocuy, el Bosque seco Tropical y los ecosistemas de páramo.

11.2.2.7.3 Áreas reportadas en el Registro Único de Ecosistemas y Areas Ambientales (REEA)

El Registro único de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REEA) es creado y reglamentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 97 del 24 enero de 2017, como una herramienta informativa, dinámica cuyo objetivo es identificar y priorizar ecosistemas y áreas ambientales del territorio nacional, en las que se podrán implementar Pagos por Servicios Ambientales (PSA) y otros incentivos a la conservación, que no se encuentren registradas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y que contengan objetivos de Recuperación, Rehabilitación y Restauración.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante el análisis técnico señaló que el Registro Único de Ecosistemas y Áreas Ambientales REEA, deberá contemplar para su priorización lineamientos, tales como: a) Ecosistemas o áreas de importancia ecológica

debido al mantenimiento de biodiversidad y la oferta de servicios ecosistémicos; b) Ecosistemas o áreas que presentan valores de biodiversidad que persisten y cuentan con condiciones especiales en términos de representatividad ecológica, remanencia, rareza, además de considerarse frágiles, amenazados o en peligro de extinción; c) Ecosistemas o áreas que mantienen el hábitat de especies importantes o susceptibles para la conservación y/o grupos funcionales de especies; d) Ecosistemas o áreas de conservación *in situ* como estrategias que aportan a la protección, planeación, y manejo de los recursos naturales renovables siempre y cuando no pertenezcan al RUNAP.

El resultado del cruce de información espacial de algunas de las unidades reportadas en el REAA dentro de la SZH tiene reconocimiento de 1.552,2 de áreas de páramo delimitadas por la Resolución 1556 de 2016 y 342,4 Ha por la Resolución 2090 de 2014. Parte de estas áreas ya están incluidas dentro de Áreas Protegidas del nivel nacional o regional, y se consideran de carácter prioritario para la conservación, sin embargo, y de acuerdo con los criterios establecidos para la selección de áreas de compensación, no cumplen con el de equivalencia ecosistémica conforme a los ecosistemas afectados por el proyecto.

El caso contrario ocurre con las áreas de bosque seco tropical a esc 1:100.000 (IAvH, 2014), cuya información reportada por el REAA, indica un área de 18.283,38 Ha, sobre las cuales la autoridad regional ha iniciado varios procesos de conservación que los ha llevado en algunos casos a la declaratoria como área protegida, en tanto que otros continúan en proceso.

11.2.2.7.4 Áreas Protegidas en el ámbito geográfico

Dentro del ejercicio de identificación de las áreas disponibles para la ejecución de la compensación se tuvieron en cuenta las áreas protegidas pertenecientes al Sistema Nacional SINAP, estipuladas en el Decreto 2372 de 2010. Como resultado de este análisis, se encontró que dentro de la subzona hidrográfica río Pamplonita se encuentran 692 Ha pertenecientes al Parque Nacional Natural Tamá, el cual fue declarado por medio de la Resolución 162 de 1977.

Si bien, el área protegida se encuentra parcialmente dentro del ámbito de referencia para la ejecución de las compensaciones, el área no cumple con el criterio de equivalencia ecosistémica, con respecto a los ecosistemas intervenidos por el proyecto. La localización del PNN Tamá con respecto al área de influencia del proyecto, puede detallarse en la **Figura 11-11**.

11.2.2.7.5 Otras estrategias de conservación *in situ*

Dentro de las estrategias de conservación *in situ* se analizaron las reservas Forestales de Ley segunda de 1959, las prioridades de conservación nacional y las reservas de recursos naturales temporales o áreas priorizadas para ser declaradas áreas protegidas por CORPONOR. La verificación de la existencia de este tipo de estrategias se describe a continuación

Reservas forestales de ley segunda

Las Reservas Forestales de Ley segunda no son áreas protegidas, sino áreas que están orientadas y gestionadas para el desarrollo de la economía forestal y protección de los suelos, las aguas y la vida silvestre. En la subzona hidrográfica del río Pamplonita se encuentran 3.986,45 Ha de la Zona de Reserva Forestal del Cocuy, y no se intercepta con el área de influencia del proyecto.

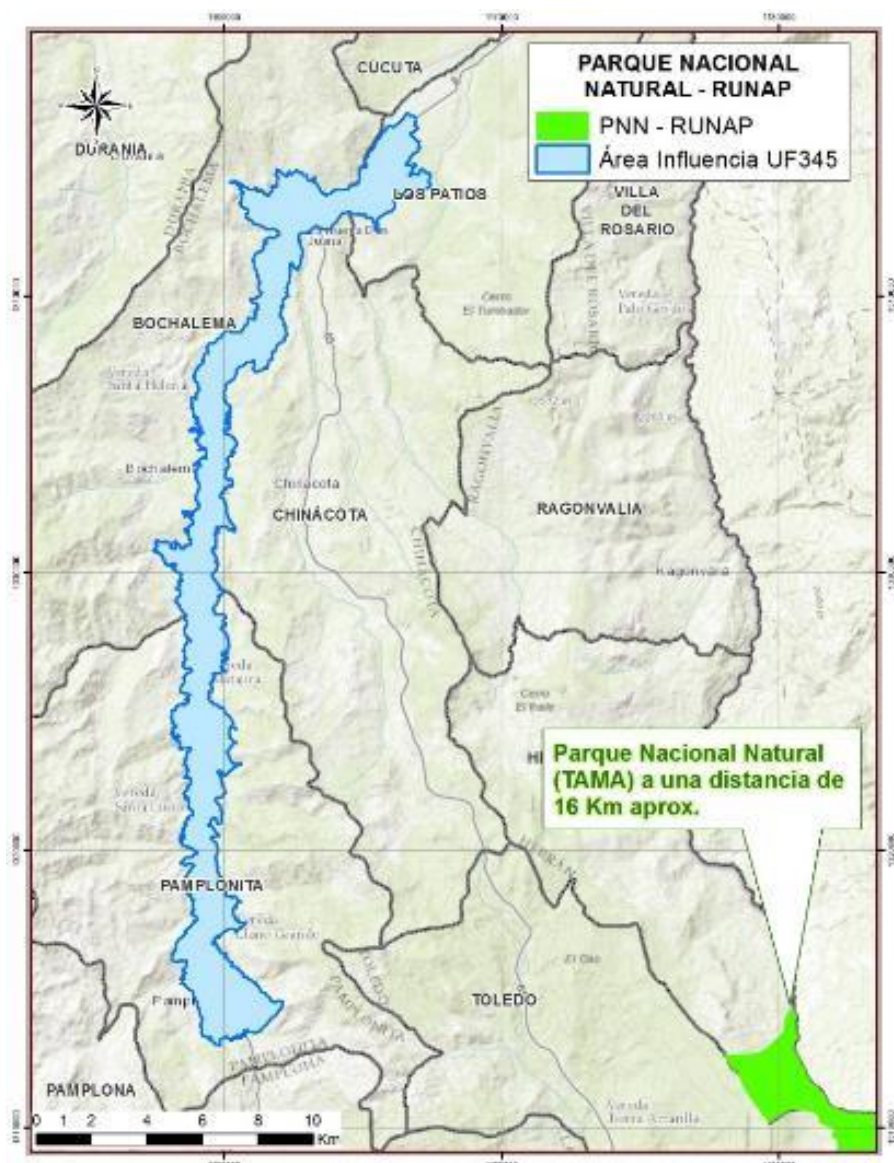


Figura 11-11 Localización PNN Tama

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Reservas priorizadas para declaratoria dentro de la Jurisdicción de CORPONOR

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución número 1814 de 12 de agosto de 2015, declaró 57 polígonos como zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente, cuyo carácter es prorrogable con fundamento en los resultados y estado de avance de los procesos de delimitación y declaración definitivos adelantados por las corporaciones autónomas regionales. Dentro de los polígonos señalados por la Resolución 1814 de 2015 a nivel nacional, en la jurisdicción de CORPONOR se indicaron 17 de ellos distribuidos en toda su jurisdicción.

Posteriormente, y en cumplimiento de la temporalidad de la declaratoria señalada en la Resolución 1814 de 2015, el Ministerio de Ambiente prorroga el término de duración de las zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente establecidas en la norma citada, a través de la Resolución 2157 de 2017, en la cual reconoce el avance en la implementación de la ruta declaratoria de cada uno de los polígonos y relaciona dos que fueron declarados por la Corporación (PNR Santurbán Mutiscua Pamplona y PNR Santurbán Arboledas), 5 polígonos en fase de aprestamiento (Jurisdicciones, Bosque Seco Tropical Sur, Mejué, Cerro Tasajero y Almorzadero Este). De igual forma, la Resolución señala que *respecto a 10 polígonos a cargo de la Corporación Autónoma Regional de Norte de Santander, esta autoridad ambiental expresó en el oficio No. E1-2017-021501 del 18 de agosto de 2017, “que no presentaron avances ni son posibles de gestión para su declaratoria”* cursiva fuera del texto.

Los polígonos relacionados por la Resolución 2157, junto con su estado/fase, que se localizan parcial o totalmente dentro de la subzona hidrográfica del río Pamplonita, se presentan en la **Tabla 11-15**

Tabla 11-15 Zonas de Protección de los Recursos Naturales en la SZH río Pamplonita

Resolución	No. Polígono	Nombre	Estado/Fase	Área (Ha)
Res 2157 de 2017	25	DMI-Bosque Seco Tropical Sur	Aprestamiento	782,79
	26	DMI Bosques Secos La Garita	Sin Avances*	4.042,58
	27	Cuchilla Las Cruces y Peñas Blancas y Alto de Santa Lucia y El Narizón	Sin Avances*	1.999,67
	33	Cerro El Tábano	Sin Avances*	1.839,40
	34	Mejué	Aprestamiento	3.734,49
	37	Cerro Tasajero	Aprestamiento	2.839,43
Total				15.238,36

* Según oficio Corponor No. E1-2017-021501 de 18 de agosto de 2017

Fuente: Adaptado de Resolución 2157 de 2017. Aecom - ConCol, 2018

Sobre el particular, la Resolución establece en su artículo 2 que esta declaratoria estará vigente por el término de dos años y que con fundamento en los resultados del estado de avance de los procesos de delimitación y declaratoria definitivos, podrá prorrogar el término anteriormente señalado. En efecto, a la fecha de formulación del presente Plan, el Ministerio publicó en su página web la consulta al público del nuevo documento técnico y proyecto de

resolución para la prórroga de las zonas de protección señaladas en la Resolución 2157 de 2017.

La distribución de las áreas relacionadas se presenta en la **Figura 11-12**, reconociendo que en el caso del DMI Bosque Seco Tropical Sur, gran parte del polígono se localiza en la Subzona Hidrográfica del río Zulia. Aun así, el área cumple con el criterio 1a para la selección de las áreas de compensación siempre y cuando contengan ecosistemas equivalentes a los afectados por el proyecto.

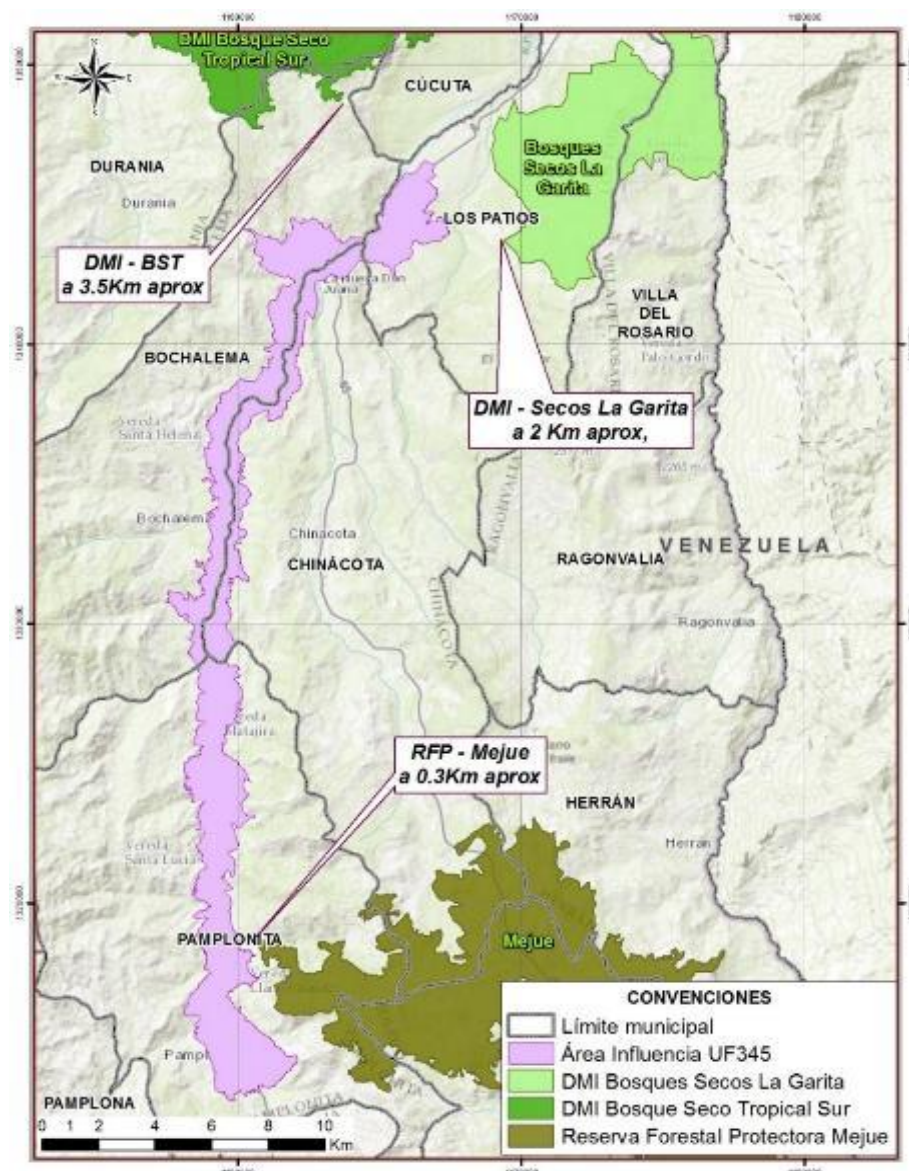


Figura 11-12 Zonas de conservación de los recursos naturales y Área de Influencia

Fuente: Corporor, 2015

Como parte de un ejercicio preliminar para determinar las posibles áreas en donde se ejecutarán las acciones de compensación, se determinó la equivalencia a nivel de Bioma, para las citadas reservas a partir del cruce espacial con los Biomas ajustados a escala 1:25.000. El resultado del análisis determinó que dosde ellas presentan los BUB equivalentes a los afectadas por el proyecto. Los resultados de este ejercicio se presentan en la **Tabla 11-16**.

Tabla 11-16 Biomas unidades bióticas equivalentes en áreas de reserva

Nombre	Bioma_IAPH	Área Ha	Equivalencia
Bosques secos de La Garita	Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	792,66	Bioma Equivalente
	Orobioma Azonal Subandino Cúcuta	1083,97	Bioma Equivalente
	Orobioma Subandino Catatumbo	147,35	Bioma Equivalente
	Orobioma Subandino Cúcuta	44,68	Bioma Equivalente
	Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	170,44	Bioma Equivalente
	Zonobioma Tropical Alternohigrico Cúcuta	1854,29	Bioma Equivalente
	Subtotal	4093,29	
Bosque seco sur	Hidro bioma Catatumbo	29,12	
	Hidro bioma Cúcuta	429,57	
	Orobioma Azonal Subandino Catatumbo	2167,89	Bioma Equivalente
	Orobioma Azonal Subandino Cúcuta	2941,35	Bioma Equivalente
	Orobioma Subandino Catatumbo	450,10	Bioma Equivalente
	Orobioma Subandino Cúcuta	24,38	
	Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo	2282,63	Bioma Equivalente
	Zonobioma Tropical Alternohigrico Cúcuta	6629,49	Bioma Equivalente
	Zonobioma Húmedo Tropical Catatumbo	183,56	
	Zonobioma Húmedo Tropical Cúcuta	171,54	
	Total	15309,99	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Si bien el DMI Bosques secos de La Garita presenta todos los biomas intervenidos, solo se encuentran 147,35 ha del Orobioma subandino Catatumbo y 170,44 del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo, los cuales fueron los biomas seleccionados para aplicar las acciones de compensación, sumando en conjunto 317,79 ha, que frente a las 712,21 ha que deben compensarse, evidencian insuficiente disponibilidad de áreas para las compensaciones en este DMI, lo que sumado al estado declarado en el oficio Corponor No. E1-2017-021501 de 18 de agosto de 2017 (sin avances ni posibilidad de declaratoria) y su ubicación por fuera del área de influencia del proyecto, generan pocas expectativas con respecto a la aplicación de acciones de compensación en el territorio del DMI mencionado.

En cuanto al DMI Bosque seco tropical Sur, este contiene suficiente área del Zonobioma Tropical alternohigrico Catatumbo (2282,63 ha) y del Orobioma subandino Catatumbo (450,1), pero la mayor parte de su territorio se encuentra en la subzona hidrográfica del río Zulia, generando posibles dificultades en la aplicación de las acciones y modos de compensación, además que se estaría dejando de lado la cuenca del río Pamplonita, en la cual se localiza el proyecto vial y que requiere atención por el deterioro de los ecosistemas que dan sustento al recurso hídrico de la región.

11.2.2.7.6 Áreas disponibles en los instrumentos de ordenación del territorio regional (POMCA) y local (PBOT y EOT)

Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita

El ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de esta cuenca fue adoptado mediante la Resolución 761 del 18 de diciembre de 2014. Hacen parte de esta cuenca los municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios, Herrán, Ragonvalia, Villa del Rosario y Cúcuta. Este POMCA define dos grandes categorías de ordenación: Conservación y protección y Uso múltiple.

La categoría de Conservación y Protección Ambiental incluye áreas que pertenecen a la estructura ecológica principal y las que, de acuerdo con la legislación ambiental vigente, deben ser objeto de especial protección (Dec. 3600 de 2007). Dentro de esta categoría se encuentran las zonas de uso y manejo, en donde las áreas protegidas son las establecidas por el SINAP, PNN Tamá, y las Reservas de Ley 2ª. Las subzonas de manejo son las áreas del SINAP pero que están condicionadas a la restauración ecológica, con el fin de restablecer la conectividad ecosistémica. Estas áreas presentan los conflictos de niveles bajos y medios.

La categoría de Uso Múltiple refiere las áreas de restauración, áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales y las áreas urbanas. Las áreas de restauración tienen como objetivo retornar la utilidad del ecosistema para la prestación de servicios diferentes a los del ecosistema original, es decir se reemplaza un ecosistema degradado por uno productivo que tenga un “propósito útil” dentro del contexto regional. En esta categoría se encuentra la subzona de áreas de restauración para uso múltiple. A su vez, las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales se subdivide en:

- **Áreas agrícolas:** Estas áreas demandan la incorporación progresiva de criterios de sostenibilidad ambiental, para que la presión que generan las actividades agrícolas sobre los recursos naturales no sobrepase la oferta de estos y poder condicionar el desarrollo de estas actividades productivas.
- **Áreas silvopastoriles:** En estas áreas son sostenibles las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, ya que se encuentran bajo la premisa de no sobrepasar la oferta y bajo las orientaciones para la reglamentación y manejo sostenible de los recursos naturales.
- **Las áreas urbanas** son aquellas definidas y delimitadas con base en la cartografía IGAC incluyendo los límites de polígonos urbanos establecidos por los POT's.

En la subzona hidrográfica se presenta predominio de la categoría de Conservación y Protección Ambiental, con un porcentaje de ocupación de 61,27%, prevaleciendo las zonas de uso y manejo de áreas de protección con 57,01%; la categoría de Uso Múltiple se encuentra en el 38,73% del territorio, con prevalencia de las áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales con el 33,58% (**Tabla 11-17**

La distribución de las unidades de zonificación de la Cuenca del río Pamplonita se presenta en la **Figura 11-13**.

Tabla 11-17 Categorías de Ordenación del POMCA río Pamplonita

Categoría	Zona	Área (Ha)	%
Conservación y protección ambiental	Áreas de protección	79.853,04	57,01
	Áreas de restauración	773,31	0,55
	Áreas protegidas	5.187,82	3,70
Uso múltiple	Áreas de restauración	1.381,30	0,99
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	47.025,42	33,58
	Áreas urbanas	5.839,57	4,17
Total cuenca		140.060,45	100,00

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

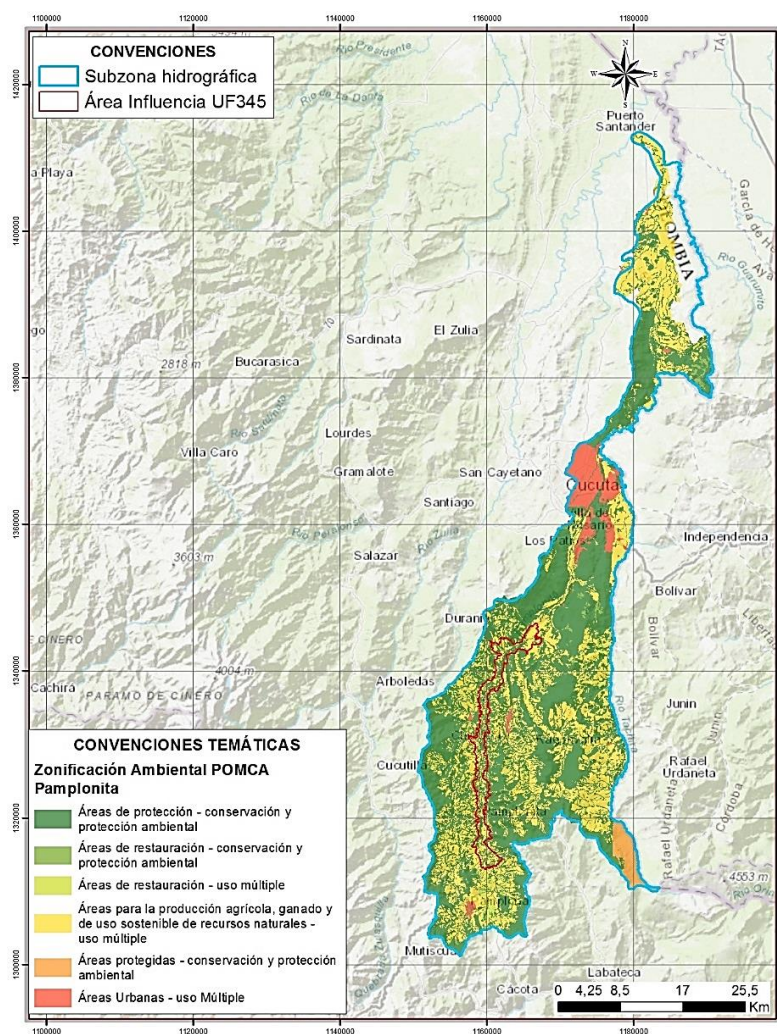


Figura 11-13 Zonificación cuenca del río Pamplonita

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014. Adaptado Aecom - ConCol, 2018

Al realizar la superposición de las unidades de zonificación con respecto al área de influencia del proyecto, se evidencia una prevalencia de las áreas de la categoría de Conservación y protección ambiental, las cuales ocupan el 51,41% del territorio. En esta categoría se incluyen las áreas de protección y áreas de restauración ecológica. Siguen en su orden de ocupación la categoría de uso múltiple el 46.77% la cual está integrada por las áreas de restauración con 36,62 Ha (0,63%), asociadas a áreas de recuperación para el uso múltiple y Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales con 2.775,39 Ha (47,96% - **Tabla 11-18**).

Tabla 11-18 Zonificación ambiental del POMCA río Pamplonita en el AI

Categoría	Zonas de uso y manejo	Área (Ha)	%
Conservación y Protección ambiental	Áreas de protección	2.974,50	51,41%
Uso Múltiple	Áreas de restauración	36,61	0,63%
	Áreas para la producción agrícola, ganadera y de uso sostenible de recursos naturales	2.775,28	47,96%
Total		5.786,39	100,00%

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014.

La distribución de la zonificación ambiental del POMCA del río Pamplonita para el área de influencia (AI) del proyecto se muestra en la **Figura 11-14**.

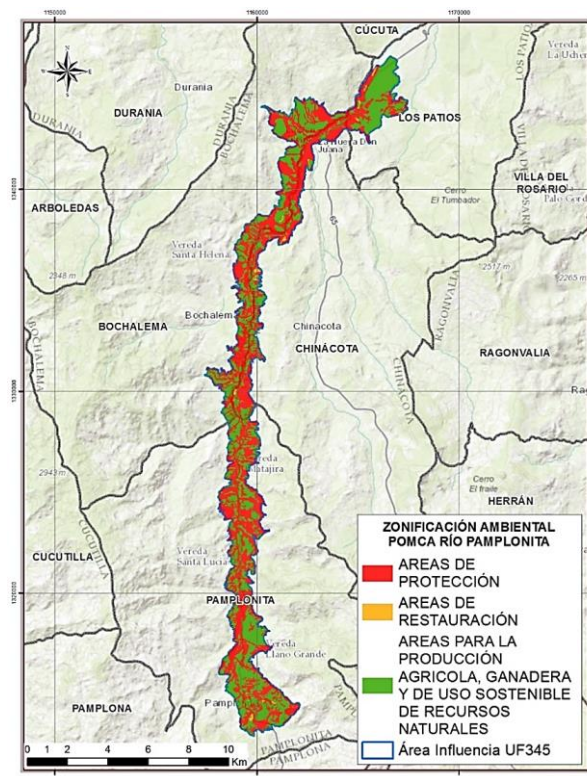


Figura 11-14 Áreas de protección del POMCA río Pamplonita en AI

Fuente: POMCA Río Pamplonita. Resolución 761 de 2014. Adaptado Aecom - ConCol, 2018

Planes de Ordenamiento Territorial

En el Área de Influencia del proyecto, las áreas zonificadas del EOT del municipio de Pamplonita cubren 2431,85 Ha, señaladas en su mayoría, como áreas de importancia ambiental, de conservación y protección ambiental (1.272,41 Ha). Las unidades de zonificación del EOT de Bochalema dentro del AI ocupan una extensión de 1.641,75 Ha, en la que se destacan por su mayor cubrimiento, las unidades señaladas como Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales con 1.014,9 Ha (Ver **Tabla 11-19**).

Con respecto al EOT del municipio de Chinácota se tiene que, de las 805.45 Ha zonificadas por el instrumento y que están incluidas dentro del AI del proyecto, 546.50 Ha corresponden a Áreas de conservación y protección ambiental y 258,95 a áreas para la producción agrícola. Finalmente se encontró que desde la zonificación del PBOT del municipio de Los Patios en relación con el área de influencia del proyecto, solo se incluyen unidades definidas como Áreas de conservación y protección ambiental con 244.57 Ha. (Ver **Tabla 11-19**).

Tabla 11-19 Zonificación según los planes de ordenamiento territorial

Municipio	Zonificación PBOT/EOT	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Pamplonita	Áreas de importancia ambiental	291,56	5,69
	Áreas de restauración ecológica	84,59	1,65
	Agropecuario	6,24	0,12
	Conservación y manejo	47,17	0,92
	Conservación y protección	3,72	0,07
	Control, preservación y manejo	580,44	11,33
	Protección	349,52	6,82
	Uso múltiple agropecuario	1066,01	20,81
	Zonas urbanizadas	2,60	0,05
Bochalema	Áreas de conservación y protección ambiental	599,70	11,70
	Área de desarrollo restringido – suelo suburbano	27,15	0,53
	Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales	1014,90	19,81
Chinácota	Áreas de conservación y protección ambiental	546,50	10,67
	Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales	258,95	5,05
Los Patios	Áreas de conservación y protección ambiental	244,57	4,77
Total		5123,52	100

Fuente: Planes de Ordenamiento Territorial municipios de Pamplonita, Bochalema, Chinácota y Los Patios

La distribución de la zonificación de los planes de ordenamiento territorial (PBOT y EOT) en el AI se muestra en la **Figura 11-15**.

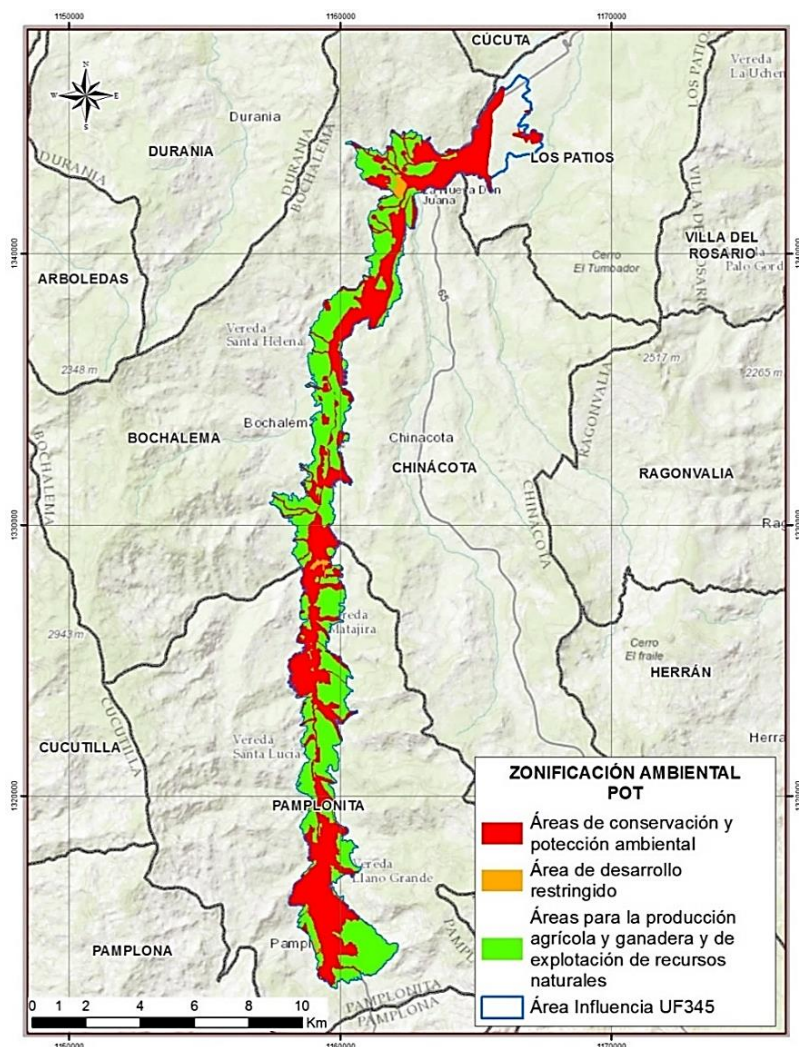


Figura 11-15 Zonificación de los POTs en el AI del proyecto

Fuente: Planes de Ordenamiento Territorial municipios de Pamplonita, Bochalema, Chinácota y Los Patios. Adaptado Aecom - ConCol, 2018

11.2.2.7.7 Aplicación de criterios de selección de áreas para la compensación

En aplicación de los criterios establecidos por el Manual de Compensaciones para el componente biótico, a continuación se presenta una comparación de las áreas potenciales para el desarrollo de las compensaciones en los diferentes escenarios, las cuales fueron identificadas a partir del análisis de los instrumentos de ordenación y manejo consultados tanto para el ámbito geográfico como para el área de influencia del proyecto. La determinación de la equivalencia ecosistémica, se basó en las unidades establecidas en el Mapa Nacional de Ecosistemas de Colombia (IDEAM, 2017).

11.2.2.7.8 Descripción de las áreas a compensar

De acuerdo con el manual de compensación para el componente biótico: el Plan de compensación que se presentará como parte del estudio de impacto ambiental, deberá contener como mínimo los siguientes aspectos (numeral 3 sección 5.4.1 contenido del plan de compensación) ... *“Localización preliminar de las áreas para la implementación de las medidas de compensación. Las áreas detalladas serán presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del Plan”*. En ese sentido, una vez analizadas las alternativas para la ejecución de las compensaciones, se seleccionó un total de 1.172,26 ha distribuidas en los ecosistemas de mayor afectación por el proyecto, los cuales también cumplen el criterio de ser los de mayor factor de compensación, de estas áreas mencionadas, se pretende realizar la selección definitiva de 803,36 ha en las cuales se establecerán finalmente las actividades de compensación, luego de llevar a cabo los respectivos procesos prediales (se considero un mayor número de hectáreas a caracterizar desde el componente biótico, previendo cualquier situación de índole predial o técnica, que se presente), la descripción detallada de las áreas donde se ejecutará la compensación, se realizará durante los seis meses después de aprobada la Licencia Ambiental, pues es necesario realizar el proceso de gestión sociopredial para garantizar la ejecución y permanencia en el tiempo de las medidas de compensación.

Una vez analizados los anteriores instrumentos de planificación realizados por las diferentes entidades y seleccionadas las áreas de los ecosistemas equivalentes a compensar dentro del área de influencia del proyecto y de acuerdo a las áreas de intervención para la construcción vial Doble Calzada Pamplona – Cúcuta UF 3,4 y 5, se determinaron 14 ecosistemas naturales y seminaturales a compensar, de acuerdo a lo solicitado en el Manual de compensación del medio biótico, acogido mediante la resolución No. 0256 de 2018, específicamente para los proyectos lineales: *“En el caso de proyectos lineales que afecten varios tipos de ecosistemas, el área total a compensar podrá ejecutarse en él, o en los ecosistemas con mayor área impactada por el proyecto, o los ecosistemas que arrojen mayor factor de compensación o en los ecosistemas en el que se genere una mayor adicionalidad con la implementación con la compensación....”*, los cuales se definen a continuación (**Figura 11-19**):

Se tuvieron en cuenta los ecosistemas de mayor área impactada y mayor factor de compensación obtenido, en el análisis realizado para la construcción del proyecto, tanto para los ecosistemas naturales y seminaturales como para los ecosistemas transformados.

Por lo anterior, los ecosistemas que se relacionan a continuación en la

Tabla 11-20, son los que presentan las áreas necesarias para realizar las diferentes actividades de compensación propuestas en este plan de compensación del medio biótico.

Es fundamental aclarar que el ecosistema *Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Cúcuta*, corresponde a uno de los ecosistemas de mayor intervención en el proyecto (número 11 en afectación), pero debido a la disponibilidad de hectáreas dentro del área de influencia del proyecto, se tomó la determinación de no considerarlo e incluir los tres ecosistemas siguientes, intervenidos posterior al ecosistema mencionado, para un total de 14 ecosistemas sobre los cuales se realizará a compensación del componente biótico.

Es importante mencionar que el área de los demás ecosistemas que no son objeto de compensación, será adicionada y distribuida en los 14 ecosistemas seleccionados.

Tabla 11-20 Ecosistemas seleccionados para compensar

ECOSISTEMA	FACTOR DE COMPENSACIÓN	AREA INTEVENIDA HA
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	10	22,26
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10	9,75
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	10	7,58
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10	6,57
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	10	5,44
Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	10	5,03
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	10	4,92
Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	10	4,13
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	9,5	3,94
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10	2,76
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	10	1,54
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10	1,48
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	10	1,22
Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	10	0,77

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

11.2.2.7.9 Caracterización biótica de los ecosistemas equivalentes a compensar

Los ecosistemas naturales y seminaturales cumplen un papel muy importante en la conservación *in situ* de la biodiversidad en un área determinada, ya sea funcionando como áreas protegidas núcleo o actuando como zonas de amortiguamiento o corredores ecológicos. Dependiendo de sus características ecológicas y del contexto paisajístico en que se encuentren, estos ecosistemas contribuyen a la conservación de flora y fauna localizadas en áreas objeto de intervención, e incluso de ecosistemas que no están declarados como protegidos o a proteger; y a mantener hábitats críticos de especies amenazadas o en peligro de extinción.

En otras ocasiones, estos ecosistemas actúan como zonas de amortiguamiento de las áreas de protección, reduciendo la presión de las actividades humanas sobre los

ecosistemas naturales. Así mismo, con frecuencia los ecosistemas naturales y seminaturales cumplen el papel de corredores ecológicos que mantienen y mejoran la conectividad entre las áreas protegidas.

Con estos antecedentes y con el fin de presentar el Plan de Compensación del componente biótico a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, la Unión Vial Río Pamplonita, realizó la caracterización biótica con información primaria, en los componentes de flora y fauna (aves, mamíferos y herpetos) de los 14 ecosistemas equivalentes a compensar, en el área de influencia del proyecto Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF 3, 4 y 5.

Mediante la caracterización biótica realizada, se ha logrado identificar el estado actual de los 14 ecosistemas equivalentes a compensar, demostrando que gran parte de estas áreas carecen de un manejo ambiental efectivo en la región, lo cual limita el cumplimiento de sus objetivos en términos de conservación y amenaza gravemente su integridad a largo plazo. Se espera que, con las medidas de compensación a implementar, se promueva la consolidación del Corredor de Conservación a lo largo del Río Pamplonita, como una estrategia regional que permite articular la conservación de la biodiversidad con el desarrollo humano sostenible en una de las regiones amenazadas en Colombia, como es Norte de Santander.

A continuación, se presenta la caracterización biótica de los ecosistemas equivalentes a compensar:

La caracterización biótica de los ecosistemas equivalentes, se realizó de acuerdo a las siguientes metodologías y acorde con lo establecido en la resolución No. 01928 de octubre 25 de 2018, Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, a la empresa SOLAR TRADE S.A.S, por parte de la ANLA, el cual se utilizó para realizar el levantamiento de información de campo del componente biótico (flora y fauna). ANEXO F PERMISO DE COLECTA.

➤ **METODOLOGÍA**

- **Flora**

I. FASE DE CAMPO

Caracterización ambiental (establecimiento de parcelas de muestreo temporales)

Fase Pre – Campo

- Revisión de información secundaria

En esta fase se realizó la revisión de la información secundaria en las bases de datos especializadas y acreditadas por la comunidad científica, e información existente en centros de investigación como el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia, el Instituto Alexander von Humboldt, entre otros.

- **Identificación de los ecosistemas presentes**

Se determinaron los ecosistemas equivalente presentes en las áreas objeto de compensación, de acuerdo al mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP. 2017).

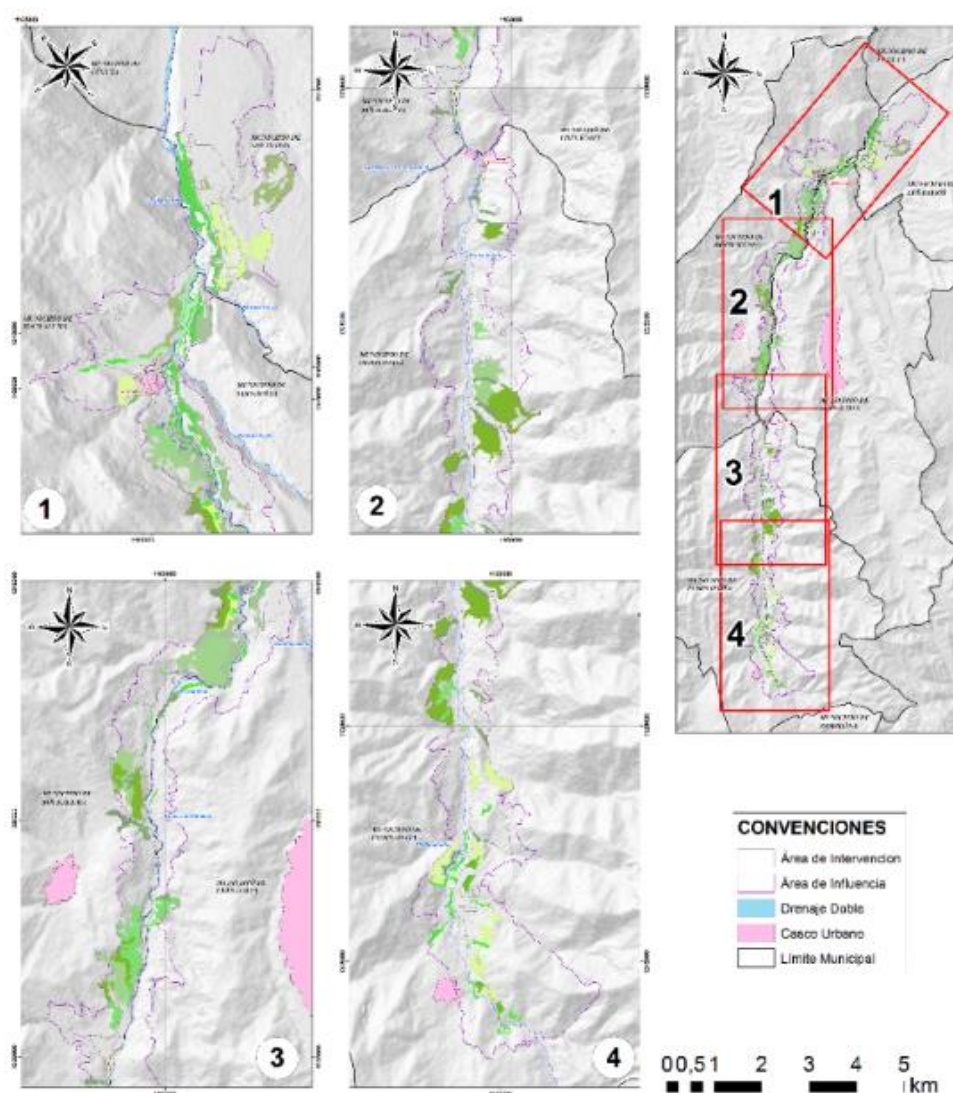














Figura 11-16 Ecosistemas equivalentes a compensar en el proyecto Doble Calzada Pamplona – Cucuta UF 3, 4 Y 5

ECOSISTEMA	
	Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo
	Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo
	Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo
	Bosque de galería y ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo
	Bosque de galería y ripario del Orobioma subandino Catatumbo
	Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo
	Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo
	Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo
	Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo
	Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo
	Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical alternohigróico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

- **Elaboración de cartografía preliminar**

Se generó la cartografía de los ecosistemas equivalentes, basada en la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas del área de estudio, ya existentes, con el fin de obtener la cartografía preliminar, la cual se corroboró en la etapa de campo, mediante la realización de puntos de control georreferenciados. Las definiciones de las unidades siguieron los lineamientos de la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

- **Determinación del tipo de muestreo**

La selección del método para situar la muestra y las unidades muestrales, se refiere al patrón espacial que ellas tuvieron, una vez ubicadas en la zona de estudio. Las distribuciones de las parcelas se realizaron con el método de muestreo al azar, donde cada unidad de población, tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra.

- **Forma y Tamaño de la parcela**

La forma de la unidad de muestreo seleccionada fué rectangular o cuadrada, por ser las más prácticas a utilizarse en coberturas vegetales inventariables y en la cual se tiene en cuenta el efecto de borde que se puede generar. Estas formas de parcelas permitieron un barrido en línea recta sin incurrir en prolongados desplazamientos laterales, facilitando la evaluación de los atributos y las variables; se establecieron parcelas de 50 m por 20 m (1000 m²) o 100 m por 10 m (1000 m²).

La **Figura 11-17** y **Figura 11-18** muestran el diseño de las parcelas que se realizaron en la caracterización florística y estructural de las áreas con los diferentes ecosistemas a evaluar en el área de estudio, estas unidades de muestreo incluyen:

- Diez (10) subparcelas de 10m x 10m (1000 m²), para fustales, estos individuos inventariados se marcaron en el terreno con pintura roja.
 - Dos (2) subparcelas de 5m x 5m para Latizales
 - Dos (2) subparcelas de 2m x 2m para Brinzales

Así mismo, se detalla las medidas dentro de cada cuadrante según el estado de desarrollo de los individuos.

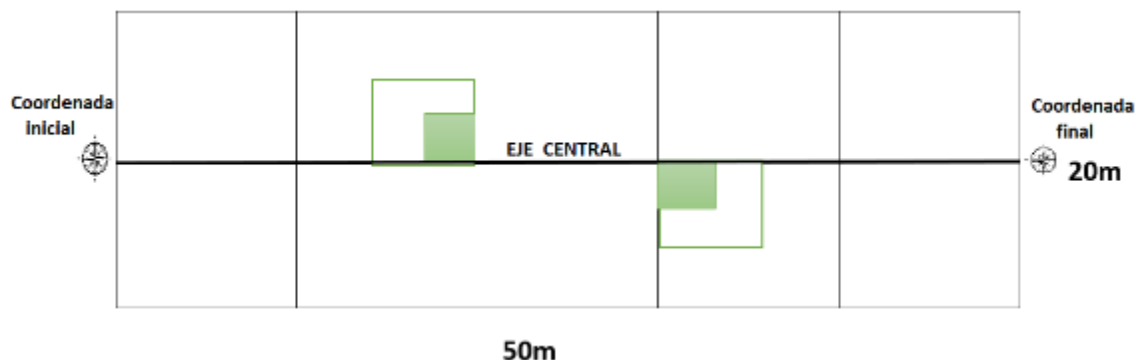


Figura 11-17 Parcelas de muestreo con dimensiones de 50 m X 20 m

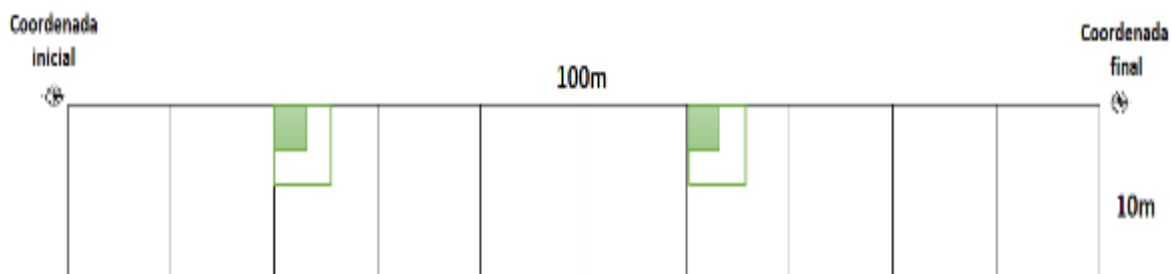


Figura 11-18 Parcelas de muestreo con dimensiones de 100 m X 10 m

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

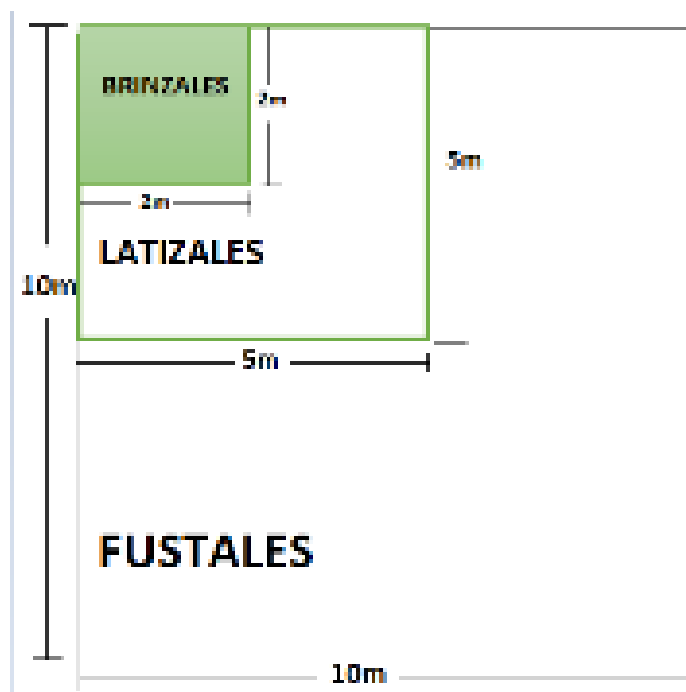


Figura 11-19 Diseño parcelas según estado de desarrollo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

- **Determinación del tamaño de la muestra**

Para cada una de los ecosistemas identificados en el área objeto de estudio se determinó el número de parcelas a evaluar, realizando tres (3) parcelas por ecosistema de las dimensiones anteriormente descritas, teniendo en cuenta que en cada parcela se efectuaron mediciones para latizales y brinzales, acorde con lo establecido en la Resolución No. 01928 de octubre 25 de 2018.

El trabajo de campo permitió validar y actualizar la cartografía mediante la toma de puntos de control (Fotografía 11-1) en las diferentes unidades de cobertura, con lo cual se generó la cartografía definitiva de los ecosistemas equivalentes a compensar a escala acorde con el requerimiento del estudio a realizar.

La determinación de las rutas de acceso a los sitios de muestreo se realiza con base en la información cartográfica disponible, actualizaciones y ajustes durante los recorridos por caminos y senderos de acceso, así mismo, se solicita información a los habitantes de la zona.



Fotografía 11-1 Toma puntos de control



Fotografía 11-2 Toma información planilla física

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

- **Demarcación de las unidades de muestreo**

Para efectuar la demarcación de cada parcela, se fijó un eje central de 100 metros o 50 metros de longitud, el cual se georreferencia en sus puntos inicial y final; a partir de este eje se traza una línea de, 10 m (según sea el caso) a cada lado del mismo, Figura 11-17 y o en el caso de parcelas de 100 m a un solo lado Figura 11-18, de tal manera que se generen cuadrantes de 10 x10 m en los cuales se registren los caracteres pertinentes a las categorías de fustales, latizales y brinzales. (ver Fotografía 11-3 y Fotografía 11-4).



Fotografía 11-3 Demarcación de parcela



Fotografía 11-4 Eje central

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

- **Registro de atributos**

El registro de la información y las mediciones será realizado mediante el uso de formatos de campo, donde para cada individuo arbóreo se registra:

- **Fustales**

- Número del árbol: Número consecutivo del fustal en el inventario de la cobertura.
- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realizó con apoyo de personal de la zona.
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor del árbol localizado a 1,3 m de altura sobre el piso.
- Altura total: longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.
- Altura comercial, altura del fuste aprovechable, desde el tocón hasta donde inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño o lesión.
- Coordenadas GPS: N: posición Norte; E: posición Este, para el inicio y final de la parcela a establecer.
- Observaciones: se registrará información como: bifurcaciones, árboles descopados, presencia de lianas y bejucos, árboles caídos y árboles inclinados. También se anotarán características como la densidad del sotobosque, drenaje, relieve y grado de intervención. Los arboles se marcan con pintura color rojo como se observa en **Fotografía 11-6** y **Fotografía 11-5**.



Fotografía 11-5 Marcación de arboles



Fotografía 11-6 Marcación de arboles

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Latizales

Para la identificación de los latizales se tomaron individuos con DAP inferior a 10 cm y mayor a 2,5cm para la identificación de tales individuos se evaluaron dos parcelas de 5mX5m y para efectos de registrar sus características dasométricas y de especies se tiene en cuenta los siguientes parámetros.

- Identificación del individuo: se realizó una marcación en forma de aro alrededor del fuste del individuo. **Fotografía 11-8 y Fotografía 11-7**
- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realizó con apoyo de personal de la zona.
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor del árbol localizado a 1,3 m de altura sobre el piso.
- Altura total: longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.
- Observaciones: se registrará información como: bifurcaciones, árboles descopados, presencia de lianas y bejucos, árboles caídos y árboles inclinados. También se anotarán características como la densidad del sotobosque, drenaje, relieve y grado de intervención.



Fotografía 11-7 Marcación de latizales



Fotografía 11-8 Latizales

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Brinzales

- Se realizó la identificación de las especies y el respectivo conteo de los individuos por especie, presentes en la unidad muestreable.

- Nombre común: nombre dado en la región, su identificación se realizó con apoyo de personal de la zona.
- Observaciones: se registró información como: bifurcaciones, árboles descopados, presencia de lianas y bejucos, árboles caídos y árboles inclinados.

- **Control de coberturas vegetales**

Durante el trabajo de campo se realizará el control de coberturas vegetales previamente identificadas en la fase de precampo (oficina), con el fin de obtener el mapa de ecosistemas equivalentes reales en el área de estudio. Esta actividad se realizará con punto de control tomados con un GPS.

II. FASE DE OFICINA

Una vez procesados los datos recolectados en campo se procedió al cálculo de los parámetros que se muestran a continuación para los diferentes ecosistemas, con el fin de realizar el análisis respectivo, de igual manera se llevo a cabo la identificación botánica de las muestras de los individuos arbóreos (ANEXO H CERTIFICADO HERBARIO).

- **Estructura horizontal**

- **Abundancia de la especie.**

Hace referencia al número de individuos por hectárea y por especie en relación con el número total de individuos. Para el inventario forestal se realizó el cálculo de la abundancia absoluta (número de individuos por especie) y el de abundancia relativa (proporción de los individuos de cada especie en el total de los individuos del ecosistema).

Aa = Número Individuos por especie

Ar = $\frac{\text{Número de Individuos por especie}}{\text{Número de individuos en el área}} \times 100$

- **Frecuencia de la especie.**

Permite establecer el número de parcelas en que aparece una especie, en relación al total de parcelas inventariadas, o la existencia o ausencia de una determinada especie en una parcela.

Fa = $\frac{\text{Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{\text{Número total de unidades de muestreo}} \times 100$

Fr = $\frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Suma total de frecuencias absolutas}} \times 100$

Según su frecuencia absoluta, las especies se pueden clasificar de acuerdo con las categorías señaladas en la **Tabla 11-21**:

Tabla 11-21 Frecuencia absoluta

CLASE	FRECUENCIA ABSOLUTA	GRADO
I	1-20	Muy poco frecuente
II	20.1-40	Poco frecuente
III	40.1-60	Frecuente
IV	60.1-80	Bastante frecuente
V	80.1-100	Muy frecuente

Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019.

- Dominancia de la especie.

Se relaciona con el grado de cobertura de las especies como manifestación del espacio ocupado por ellas y se determina como la suma de las proyecciones horizontales de las copas de los árboles en el suelo, para tal efecto se utilizan las áreas basales, por la correlación lineal entre el diámetro de la copa y el fuste.

Área basal $AB = \sum (\pi/4 \times D^2)$ Dónde: D = DAP.

$Dr = \frac{\text{Área basal total para una especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$

- Índice de valor de importancia (IVI) de la especie.

El IVI se calcula para cada especie a partir de la suma de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, la frecuencia y la dominancia relativa. El valor máximo del IVI es 300, sus resultados permiten comparar el peso ecológico de cada especie dentro del bosque.

$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Abundancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$

- Coeficiente de mezcla.

Según Becerra, (1971), el coeficiente de mezcla (CM) sirve para medir la intensidad de mezcla de las especies, es una aproximación para determinar el grado de heterogeneidad u homogeneidad del bosque, se determina por la proporción existente entre el número de especies y el número de individuos totales. Sólo es permisible comparar bosques con estudios de muestreo similares debido a la dependencia del CM del diámetro mínimo de medición y el tamaño de la muestra. Para calcularlo se divide el número de especies encontradas por el total de árboles levantados, obteniéndose una cifra que representa el promedio de individuos de cada especie, de acuerdo con la siguiente relación:

$CM = \frac{\text{Número de especies}}{\text{Número total de individuos}}$

- Dispersión espacial de las especies

La distribución espacial en los ecosistemas forestales puede corresponder en general a ciertos patrones, *aleatorio*: los individuos están distribuidos al azar dentro del espacio disponible, *regular o uniforme*: cuando los individuos presentan cierta tendencia a mantener entre si una distancia próxima a la similitud, y *agrupada*: conformada por grupos de organismos alternándose con espacios abiertos.

✓ Grados de agregación de las especies

Este índice determina la distribución espacial de la especie y se calcula a través de:

Ga es el grado de agregación

$$Ga = \frac{Do}{De}$$

Do es la densidad observada

$$Do = \frac{\text{Número total de árboles por sp.}}{\text{Número Total de parcelas}}$$

muestreadas

De es la densidad esperada
100

$$De = \log_e (1 - \frac{f}{100}), \text{ siendo } f \text{ la frecuencia absoluta}$$

Para interpretar los resultados se parte de los siguientes preceptos:

Ga < 1, Especie dispersa

Ga > 1, Especie con tendencia al agrupamiento

Ga > 2, Especie con distribución agrupada

• Estructura diamétrica.

Para determinarla se calculan las clases diamétricas cada 10 cm, empezando con la Clase I de 10 a 19.9 cm y así sucesivamente de acuerdo con la composición del bosque y los diámetros de los individuos encontrados. Dentro de cada clase diamétrica se calcula el número de individuos que concentra y se realiza la gráfica de la abundancia total por cada clase.

• Cálculo de volumen.

El volumen total para los individuos de porte fustal se calcula a partir del área basal, la altura total y un factor mórfico (FM) de 0,70 de acuerdo con la forma del cilindro, la fórmula es la siguiente:

$$Vt = 0,7854 \times (DAP)^2 \times HT \times FM$$

Dónde:

0,7854 (Pi/4) es constante,

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros.

HT: Altura total en metros.

FM: Factor Mórfico (0,70).

Se decidió usar un factor forma de 0,7 debido a que es el estandarizado para especies tropicales y latifoliadas, estas con un tipo dendrométrico del fuste principalmente cilíndrico (Dávila 2012)¹.

Con base en el volumen total por especie, se calculó el volumen por clase diamétrica.

Para calcular el volumen comercial se hizo uso de la misma fórmula matemática, pero en cambio de la altura total (Ht) se usa la altura comercial (Hc). En este estudio la altura comercial de los individuos se consideró como la altura máxima que pueda tener cualquier tipo de uso maderable, lo cual generalmente coincide con la altura de la copa debido a que no hay restricciones de calidad y forma para el aprovechamiento de la madera.

- **Estructura vertical.**

Según Mateucci & Colma (1982), la estructura vertical permite evaluar el comportamiento de los árboles como individuos y especies en la superficie del suelo, se realiza a partir de la altura, diferenciando cada uno de los estratos, tanto por los métodos cualitativos (diagramas de perfil), como cuantitativos (Ogawa).

- **Método OGAWA (Cuantitativo).**

Este método consiste determinar la presencia de estratos en un bosque a partir de la gráfica de alturas totales (eje y) versus las alturas hasta la base de las copas (eje x). Según el método de estratificación de OGAWA.

- **Clases de altura.**

Se determinó la estructura de la población estableciendo intervalos de clase de altura siguiendo la metodología propuesta por Sturges (1926)² y distribuyendo las diferentes alturas de cada individuo fustal de la cobertura.

- **Estratificación.**

De acuerdo con Rojas (1996), la posición sociológica corresponde a la agrupación de los individuos de un ecosistema por su altura total, encontrándose cuatro estratos (Tabla 11-22):

Tabla 11-22 Estratificación

RANGO DE ALTURA	ESTRATO
$0 \leq Ht < 5$	Arbustivo

¹ Dávila, D.E., Alvis, J.F., & Ospina, R. (2012). Distribución espacial, estructura y volumen de los bosques de roble negro (*Colombobalanus excelsa* (Lozano, Hern. Cam. & Henao, J.E.) Nixon & Crepet) en el Parque Nacional Natural Cueva de Los Guácharos. *Colombia Forestal*, 15(2), 207-214.

² Sturges, H. 1926. *The choice of class interval. Journal of the American statistical association*. 21: 65-66.

RANGO DE ALTURA	ESTRATO
$5 \leq Ht < 12$	Inferior
$12 \leq Ht < 24$	Medio
$Ht \leq 24$	Superior

Fuente: Grupo consultor Incoandina, 2019.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD

Con el fin de evaluar la riqueza o número de poblaciones de especies diferentes de individuos que conforman los ecosistemas, se calcularon los índices de riqueza específica alfa es decir la riqueza de especies de un grupo o Comunidad (Magurran, 2007). La riqueza específica (S) es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la Comunidad (Moreno, 2001).

- **Índices de Riqueza**

- ✓ **Índice de diversidad de Margalef.**

Este transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Donde Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja diversidad (en general producto de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad (Margalef. R, 1995).

$$D_{mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

- **Índices de equidad**

- ✓ **Índice de Shannon-Wiener.**

Este expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. En la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (zonas desérticas).

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

- **Índices de dominancia**

- ✓ **Índice de dominancia de Simpson.**

Este índice expresa si existen taxones o especies que estén dominando en la muestra. El intervalo va de 0 (todas las especies están igualmente presentes) a 1 (una especie domina la Comunidad completamente).

$$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i .

- **Regeneración natural.**

A partir de la información tomada en campo de latizales y brinzales presentes en los diferentes ecosistemas se determinó la composición florística de la regeneración natural.

Caracterización de la fauna silvestre

Se tuvo en cuenta lo establecido en la resolución No. 01928 de octubre 25 de 2018, Por la cual se otorga Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con Fines de Elaboración de Estudios Ambientales, a la empresa SOLAR TRADE S.A.S, por parte de la ANLA, permiso el cual se utilizará para la caracterización del componente fauna.

Se tuvo en cuenta los siguientes aspectos normativos, en los cuales se basa la realización de la caracterización de fauna silvestre para el plan de compensación solicitado:

- ✓ Línea base realizada para el Estudio de Impacto Ambiental del presente proyecto vial, del componente fauna silvestre en los grupos de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.
- ✓ Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT 2010), hoy MADS, donde se establecen las metodologías de campo para el muestreo de herpetofauna, aves y mamíferos.
- ✓ Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal et al. 2006). En este manual el IAvH, entre otros aspectos, detalla las metodologías de campo y de análisis de datos para el muestreo de la avifauna.
- ✓ Resolución 1912 del 15 de septiembre (MADS) 2017, por la cual se establece el estado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.

Los muestreos de fauna, se efectuaron en las unidades de los 14 ecosistemas equivalentes identificados, teniendo en cuenta las condiciones del terreno y los aspectos logísticos, enfocándose principalmente en aquellos ecosistemas que pueden ser de mayor importancia

para los diferentes grupos de fauna. Siguiendo lo propuesto por Corine Land Cover y atendiendo lo establecido en el manual de compensación del componente biótico.

Fase previa: Recopilación, descripción y análisis de información secundaria

Dentro de esta etapa, se elaboraron los listados de especies de la fauna silvestre de posible ocurrencia en el área, para ello se revisó información secundaria tal como: Guías de campo, listados taxonómicos, estudios ambientales en particular de áreas cercanas al área de influencia del proyecto. Como complemento a lo anterior, se revisaron bases de datos especializadas [online] sobre fauna silvestre de la región del Norte de Santander.

La información de las especies con algún grado de amenaza a nivel nacional, para todos los grupos de fauna silvestre estudiados se basará en la Resolución 1912 del 15 de Septiembre de 2017 apoyándose en la información de los Libros Rojos de: anfibios de Colombia (Rueda-Almonacid 2004), reptiles de Colombia (Morales–Betancourt et al. 2015), mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha et al. 2006) y aves de Colombia (Renjifo et al. 2016), además de los listados de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES 2017, UNEP-WCMC 2016), y para el ámbito global se consultó la UICN RED LIST (2017).

Además de los nombres científicos de las especies, las listas se complementan con los nombres comunes, el estado de conservación y los gremios tróficos y datos de la localidad cuando están disponibles.

Fase de Muestreo: Recopilación, descripción y análisis de información primaria

Los muestreos de fauna, se efectuaron en las unidades de los 14 ecosistemas equivalentes (ANEXO G REGISTRO FOTOGRÁFICO FAUNA) previamente identificados teniendo en cuenta las condiciones del terreno y los aspectos logísticos, enfocándose principalmente en aquellos ecosistemas que pueden ser de mayor importancia para los diferentes grupos faunísticos, siguiendo lo propuesto por Corine Land Cover y lo establecido en el manual de compensación del componente biótico.

Métodos y esfuerzo de muestreo

➤ **Anfibios y Reptiles**

En el caso de Herpetofauna (Anfibios y Reptiles). Los recorridos y puntos fijos de observación realizados durante el estudio fueron referenciados con las coordenadas respectivas.

- **Inspección por encuentro visual (VES -Visual Encounter Sourvey). Crump & Scott 1994, Angulo et al., (2006).**

La aplicación de este método consistió en realizar inspecciones y recorridos por un área determinada en búsqueda de individuos, los cuales generalmente se encontrarán en

lugares de interés como charcos, cuerpos de agua, zanjas, bajo troncos y piedras. La finalidad de esta metodología es poder abarcar la mayor cantidad de microhábitats presentes en el lugar de muestreo.

➤ **Aves**

Las diferentes unidades de muestreo del inventario de avifauna (recorridos de observación y estación de captura de redes de niebla) en el área de estudio se relacionan en las figuras respectivas.

• **Recorridos de observación directa de aves**

Se realizaron recorridos de largo y ancho variable (Fotografía 11-9 y Fotografía 11-10), en los que se registraron de manera visual y auditiva los individuos presentes en las coberturas evaluadas, empleando en esta labor binocular Nikon 10X 42, donde a cada registro se le asignó información adicional como: número de individuos y unidad de cobertura.



Fotografía 11-9 Recorridos de observación de aves

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 11-10 Recorridos de observación de aves

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Captura de individuos con redes de niebla

Se instalaron redes de niebla (**Fotografía 11-11 y Fotografía 11-12**) con ojo de malla de 36 mm, en las diferentes coberturas de los ecosistemas equivalentes seleccionados, las cuales serán operadas entre las 06:00 y las 17:00 horas. La ubicación de las redes se definieron de acuerdo a parámetros que permiten prever una buena probabilidad de capturas, como puede ser la ubicación en filos de montaña, la orientación de las redes con respecto a la vegetación, la disponibilidad de recursos (flores, frutos), cuerpos de agua y la presencia de bordes entre vegetación de estructura contrastante, entre otras. Estas se

revisaron en periodos de 30 minutos para verificar la captura de individuos, una vez extraído de la red, fueron colocados en bolsas de tela buscando disminuir al máximo el tiempo de manipulación entre su identificación, el registro de información en formatos y/o libretas y la toma del registro fotográfico. Por último, cada una de las aves capturadas fueron liberadas en el mismo lugar de su captura.



Fotografía 11-11 Red de niebla



Fotografía 11-12 Instalación de redes de niebla

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

➤ **Mamíferos**

• **Recorridos de observación directa de Mamíferos**

El primer método consistió en recorridos de búsqueda y observación tanto en los estratos altos de la vegetación como en el suelo, para detectar a los mamíferos medianos y grandes de diferentes hábitos (arborícolas, terrestres, fosoriales, acuáticos), o en su defecto, se registraron los diferentes tipos de rastros que suelen dejar los mamíferos: huellas, heces, comederos, madrigueras, rasguños, osamentas, entre otros. Hasta donde fue posible, se tomaron registros fotográficos de todos los avistamientos directos o rastros. Se efectuaron recorridos de búsqueda y observación, abarcando las coberturas identificadas en el área de influencia del proyecto.

• **Mamíferos pequeños y Medianos**

El segundo método es la instalación de trampas Sherman® de tamaño mediano (8cm x 23,5cm x 9cm), las cuales permanecieron activas y operando por 24hrs en microhábitats de interés dentro de las unidades de cobertura identificadas en el área de

influencia, siendo revisadas y recibadas todos los días en la mañana (8:00 am). Cada trampa instalada será georreferenciada para su ubicación cartográfica y demarcada en campo con cinta flagging de color. El cebo empleado será una mezcla de mantequilla de maní (o maní molido), con avena, manteca o grasa vegetal, maíz, y esencias de olor (vainilla), en algunos casos sardinas y carne cruda, entre otros.

Cámaras de rastreo nocturno

Para la detección de mamíferos grandes y medianos se instalarán cámaras de rastreo nocturno (**Fotografía 11-13 y Fotografía 11-14**) las cuales son cámaras fotográficas de disparo por detección de movimiento que permiten hacer registros en todo momento en ausencia del investigador. Las cámaras trampa se instalaron en cada uno de los 14 ecosistemas equivalentes por un lapso de diez días, con el propósito de capturar en videos o fotografías individuos de hábitos nocturnos.

Las cámaras se instalarán en un árbol o arbusto con el lente dirigido a un cebo (avena y mantequilla de maní, sardina, entre otros) los cuales fueron remplazados todos los días en horas de la mañana y las cámaras revisadas para cambio de pilas u otros ajustes.



Fotografía 11-13 Ubicación de las cámaras trampa



Fotografía 11-14 Ubicación de las cámaras trampa en el área de los ecosistemas equivalente caracterizados.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

En la **Fotografía 11-15 y Fotografía 11-16** se presentan algunas evidencias de los registros de mamíferos llevados a cabo con las cámaras trampa.



Fotografía 11-15 Registro de especies del grupo de mamíferos



Fotografía 11-16 Registro de especies del grupo de mamíferos

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Fase Pos Campo

Procesamiento de la Información

La información recolectada en campo se sistematizó y analizó, generando bases de datos utilizando como referencia las existentes en los diferentes institutos del país encargados del estudio de la biodiversidad como el Instituto Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional, entre otros.

En la base de datos para cada especie se consignará entre otros, los siguientes datos:

- Identificación: familia, género, especie, nombre vernáculo.
- Ecológico: hábitos alimenticios, sociales, periodo de actividad.
- Biogeográficos: distribución o afinidad Biogeográfica, endemismos, migraciones.
- Culturales: uso y relación con las poblaciones humanas, restricciones comerciales (CITES)
- Amenaza: categoría de amenaza por la Unión internacional para la conservación de la naturaleza UICN (2016), libros de rojos y Resolución 01912 de MADS 2017.

Representatividad del muestreo

Se realizaron curvas de acumulación para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo, estas muestras cómo el número de taxones se va acumulando en función del número acumulado de muestras y se realiza para conocer la representatividad del muestreo (Villarreal, et al., 2004; Moreno, 2001).

Para realizar las curvas de acumulación de especies se utilizaron los estimadores Chao, el cual estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons), y Jackknife, el cual se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Esta técnica se emplea para reducir el sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra (Villarreal, et al., 2004; Moreno, 2001). Estos estimadores se calcularán en el programa EstimateS v 8.2.0 y Biodiversity Pro V3.

Se realizará la Diversidad alfa, Análisis ecológico, Estructura trófica y Hábito espacial, para todos los grupos de fauna, entre otros.

11.2.2.7.9.1 Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la **Fotografía 11-17** se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-20** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-17 Vista general del ecosistemas Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

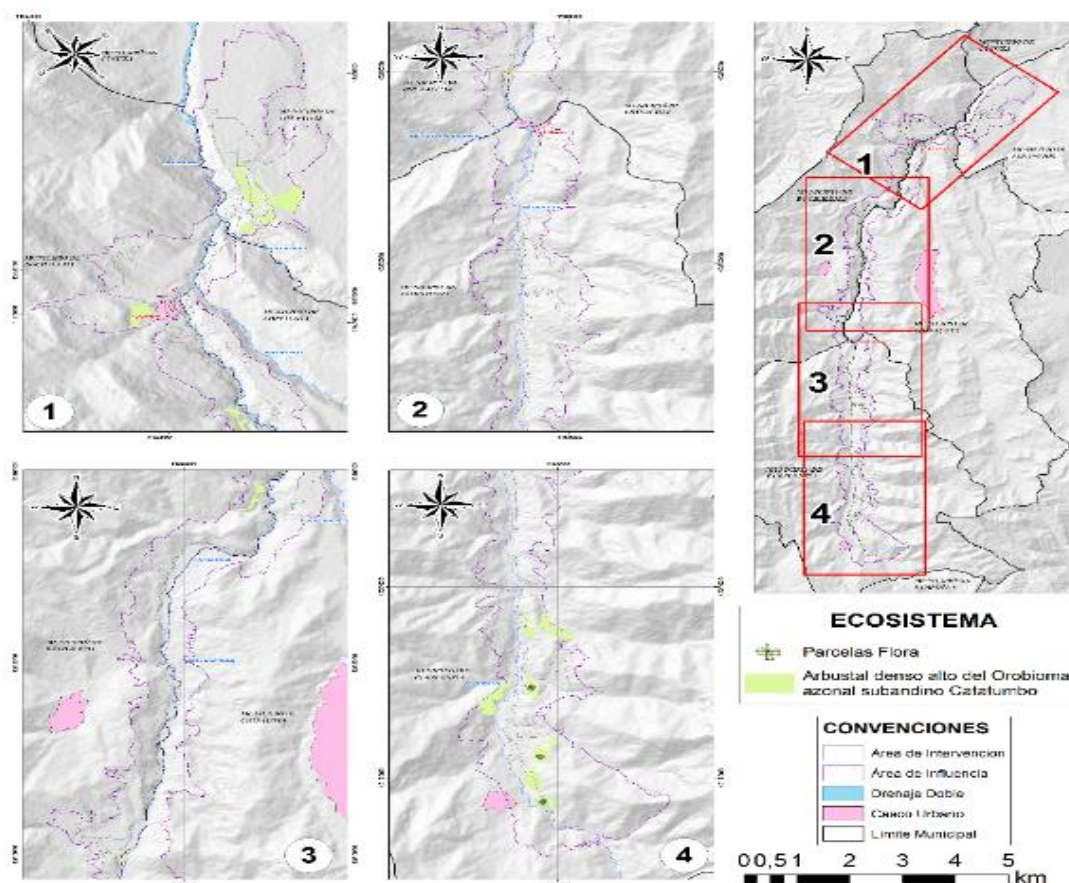


Figura 11-20 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Arbustal denso alto del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la **Tabla 11-34**.

Tabla 11-23 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	A1	1159499,00	1317386,00	1159486,00	1317339,00
	A2	1159731,00	1314391,00	1159696,47	1314361,07
	A3	1159680,00	1315559,00	1159631,86	1315557,57

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 11 familias, las cuales están representadas por 13 especies y 67 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-35**, la familia con mayor número de individuos es Sapindaceae con 13 individuos, los cuales pertenecen todos a la especie Cupania latifolia (Arévalo), seguida esta, por la familia Leguminosae con 11 individuos correspondientes a la especie Senna robinifolia (Alcaparro) y por las familias Euphorbiaceae y Lauraceae, cada una de ellas con 10 individuos.

Tabla 11-24 Composición florística Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos
ANACARDIACEAE	Ochoterenaea	Ochoterenaea colombiana	Cedrillo	1
ASTERACEAE	Montanoa	Montanoa quadrangularis	Anime	9
EUPHORBIACEAE	Croton	Croton hibiscifolius	Mosquero	10
LEGUMINOSAE	Senna	Senna robinifolia	Alcaparro	11
LAURACEAE	Persea	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	10
MALVACEAE	Heliocarpus	Heliocarpus americanus	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	4
MORACEAE	Ficus	Ficus habrophylla	Uvón	1
MYRTACEAE	Calycolpus	Calycolpus moritzianus	Arrayán / Cinaro	1
	Myrcia	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	3
	Psidium	Psidium guajava	Guayabo	1
OLEACEAE	Fraxinus	Fraxinus chinensis	Urapan	1
SAPINDACEAE	Cupania	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	13
SOLANACEAE	Acnistus	Acnistus arborescens	Tococo	2
Total				67

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

**Tabla 11-25 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Orobioma Azonal
Subandino Catatumbo**

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas donde aparece			
Acnistus arborescens	2	2,985	0,02	1,45	2	6,67	4,65	9,08
Calycolpus moritzianus	1	1,493	0,05	3,76	1	3,33	2,33	7,58
Croton hibiscifolius	10	14,925	0,11	9,34	5	16,67	11,63	35,89
Cupania latifolia	13	19,403	0,17	14,47	6	20,00	13,95	47,83
Ficus habrophylla	1	1,493	0,04	3,69	1	3,33	2,33	7,51
Fraxinus chinensis	1	1,493	0,02	2,01	1	3,33	2,33	5,83
Heliocarpus americanus	4	5,970	0,07	6,17	4	13,33	9,30	21,44
Montanoa quadrangularis	9	13,433	0,09	7,75	4	13,33	9,30	30,48
Myrcia popayanensis	3	4,478	0,08	7,09	2	6,67	4,65	16,22
Ochoteranaea colombiana	1	1,493	0,01	1,23	1	3,33	2,33	5,05
Persea caerulea	10	14,925	0,34	28,55	7	23,33	16,28	59,75
Psidium guajava	1	1,493	0,01	0,77	1	3,33	2,33	4,59
Senna robiniiifolia	11	16,418	0,16464	13,73843	8	26,67	18,60	48,76
Total	67,00	100,00	1,20	100,00	43,00	143,33	100,00	300,00

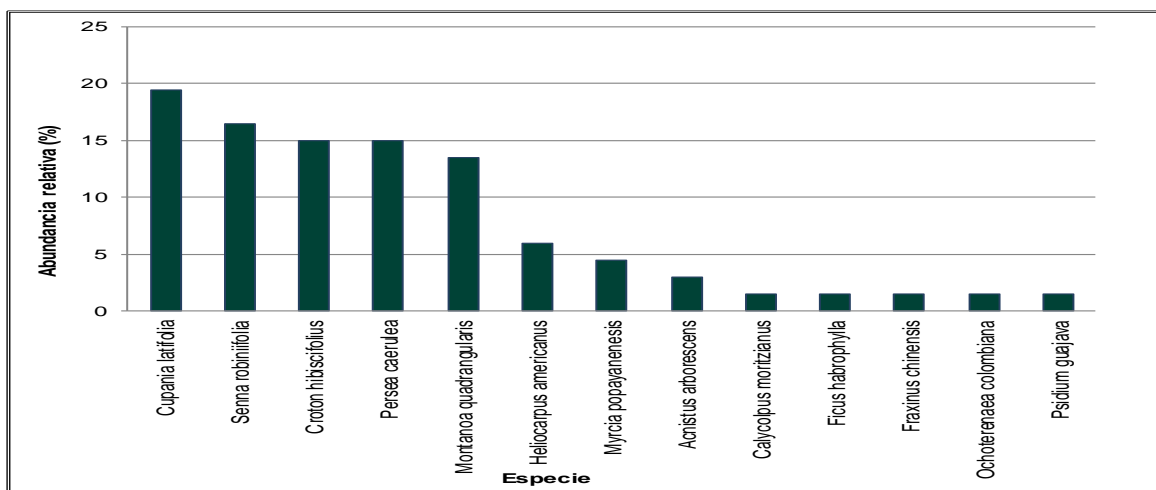
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 223 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 67 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la Figura 11-37, para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Cupania latifolia Kunth (Arévalo) con el 19,4%, equivalente a 13 individuos, seguida por Senna robiniiifolia (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro) con el 16,42% equivalente a 11 individuos y por Persea caerulea (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo) y Croton hibiscifolius Kunth ex Spreng. (Mosquero) con el 14,93%, equivalente a 10 individuos.

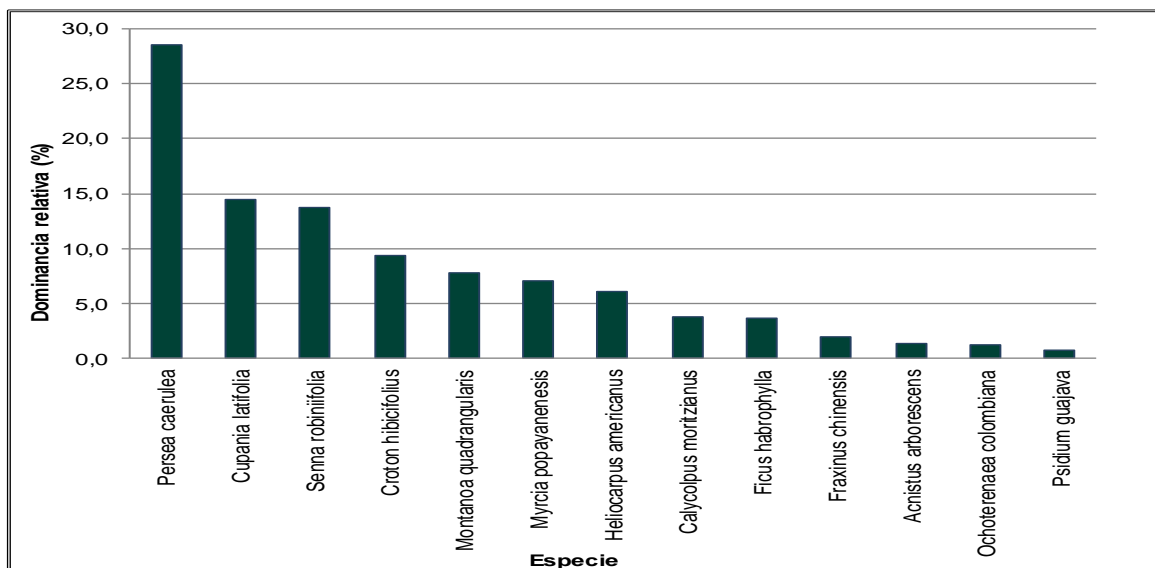


**Figura 11-21 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal
Subandino Catatumbo**

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo) con el 28,55%, seguida por *Cupania latifolia* Kunth (Arevalo) con el 14,47% y por *Senna robinifolia* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro), con el 13,74%.



**Figura 11-22 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal
Subandino Catatumbo**

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Senna robinifolia* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro) con el 18,6%, seguida por *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo) con el 16,28% y por *Cupania latifolia* Kunth (Arevalo), con el 13,95% (**Ver Figura 11-23**)

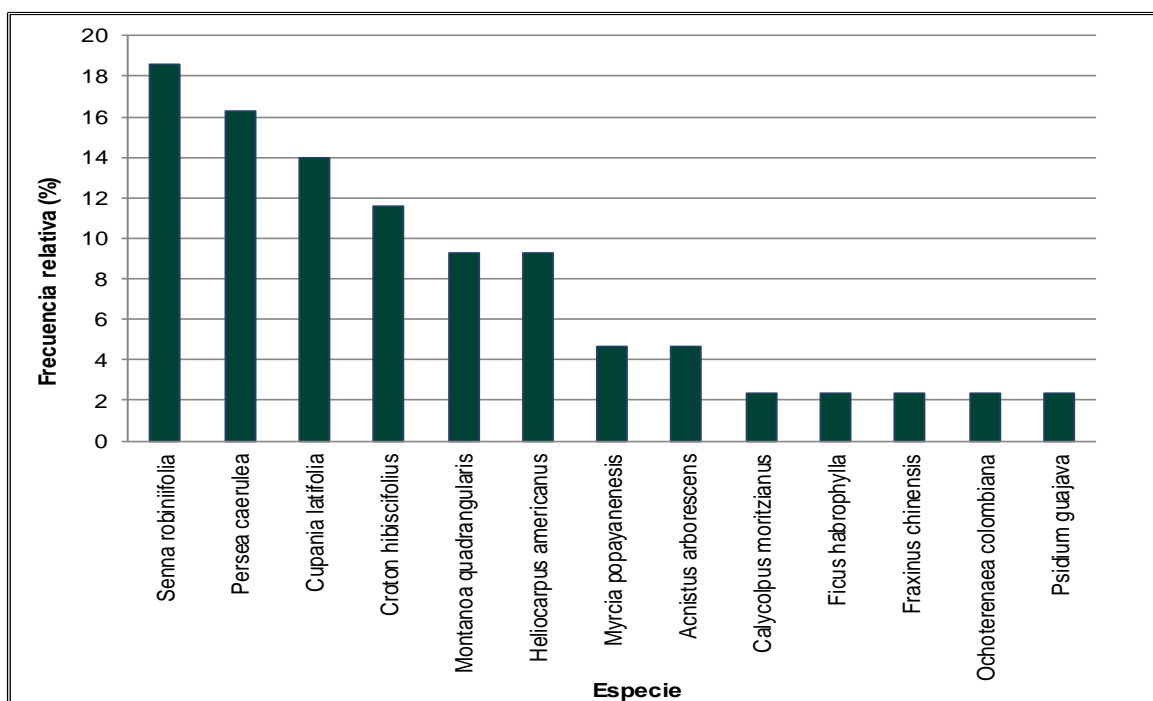


Figura 11-23 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia dos (2) especies pertenecen a la clase II – Muy poco frecuente: *Senna robinifolia* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro) y *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo) y las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia II – Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo (**Ver Figura 11-24**)

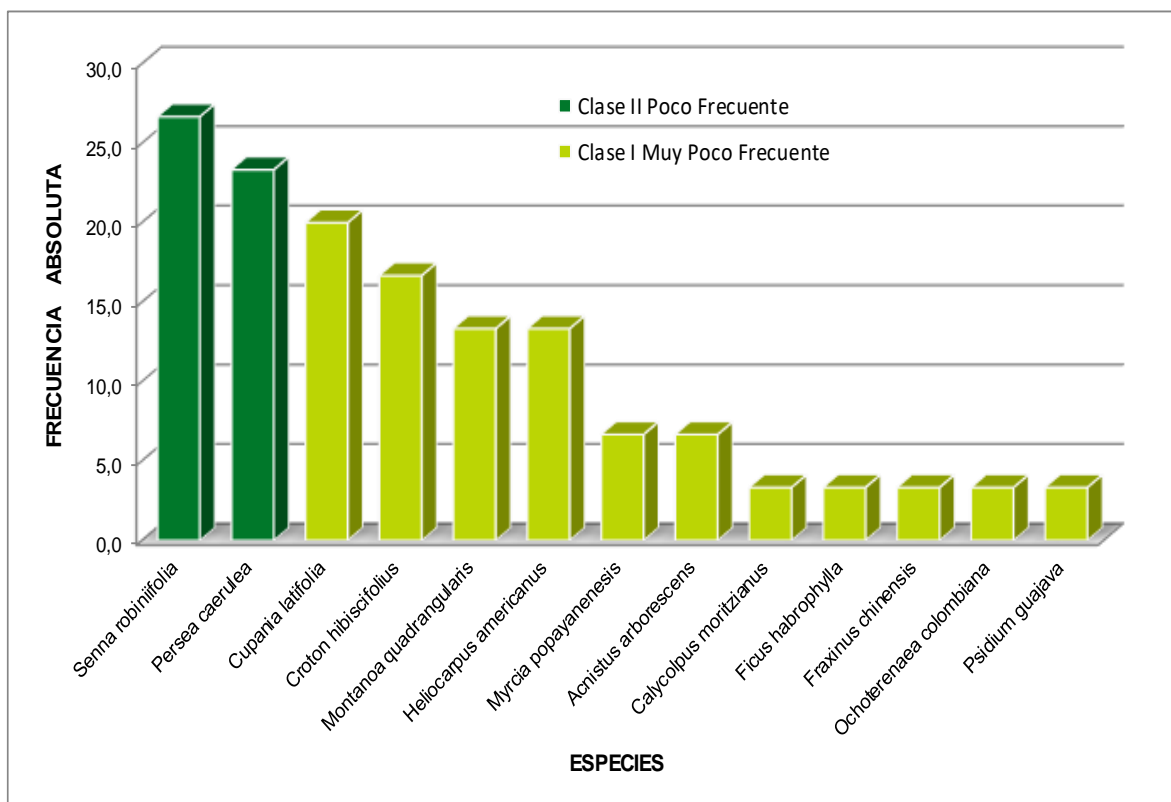


Figura 11-24 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo) con el 59,75%, seguida por *Senna robinifolia* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro) con el 48,76% y por *Cupania latifolia* Kunth (Arévalo), con el 47,82% (Ver Figura 11-25)

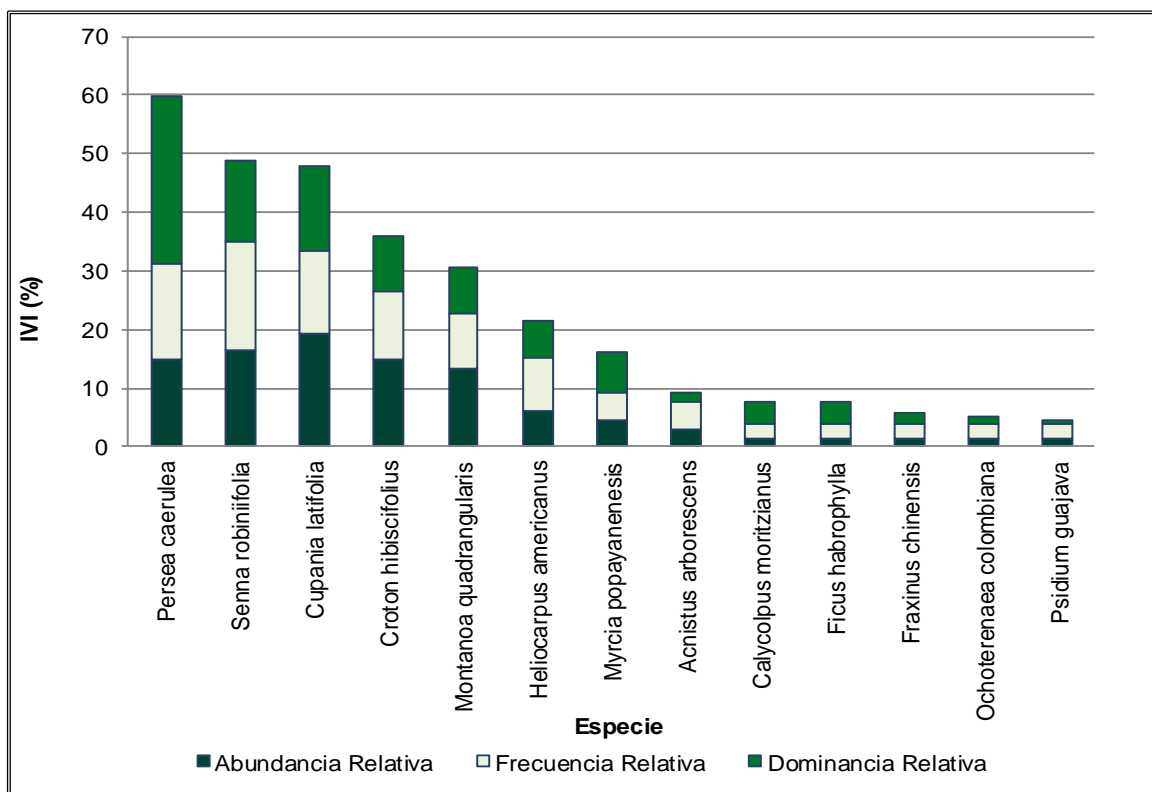


Figura 11-25 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje "y" y de altura comercial en el eje "x", con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-26**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 10 m y alturas comerciales entre 1,5 m y 3 m., sin embargo como se muestra en el costado derecho de la **Figura 11-26** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

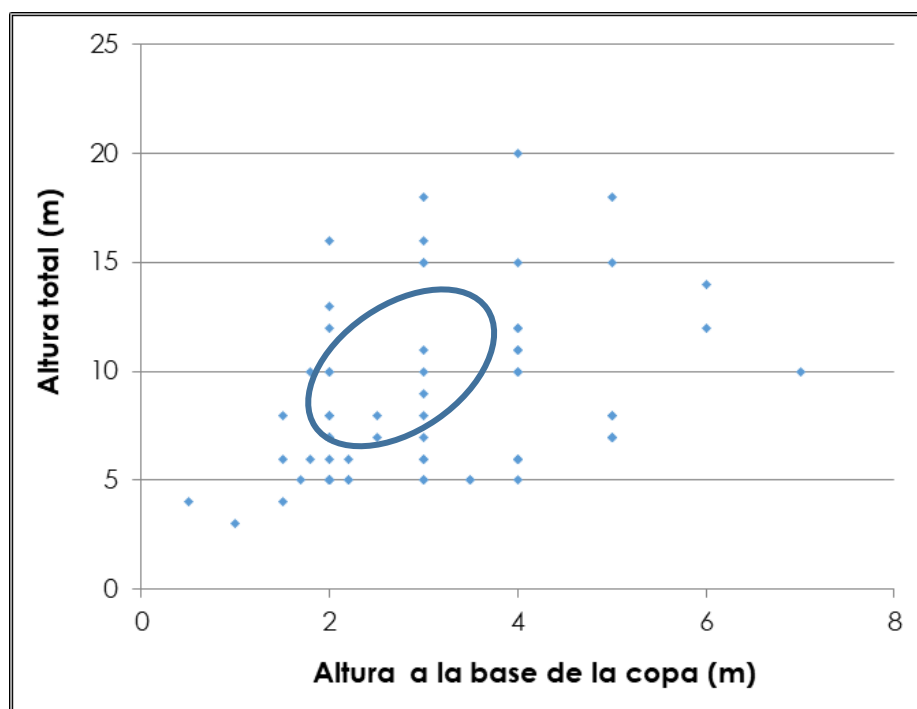


Figura 11-26 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Arbustal denso alto del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose que las parcelas presentan dos (2) estratos marcados el arbóreo inferior y el estrato de arbolitos, con un inconspicuo estrato arbustivo evidenciando la gran presión que se ha ejercido a el recurso forestal en esta cobertura ya que la mayoría de los individuos encontrados no superan los 12 metros de altura además de presentarse procesos de degradación debido a la apertura de senderos entre otros que no permiten una recuperación y conservación de este, tal como se observa en la **Figura 11-27**.

La comunidad vegetal evaluada expresa un desarrollo estructural en donde la distribución de individuos alcanza su punto máximo de acumulación los individuos en la clase de arbolitos o subarboreo los cuales presentan alturas entre 5 y 12 m; en esta cobertura se observa un gran dinamismo entre las especies por dominar en el dosel superior.

El estrato arbustivo está representado por especies pioneras heliofitas como *Heliocarpus americanus*, *Cupania latifolia*, *Montanoa quadrangularis*, *Acnistus arborescens*, en el estrato de arbolitos sobresalen especies como *Cupania latifolia*, *Croton hibicifolius* y *Senna*

robiniifolia. Para finalizar en el estrato arbóreo inferior sobresalen especies como Persea caerulea y Ficus habrophylla., lo que es indicativo de la perturbación sufrida pues estas especies pertenecen a los individuos más grandes encontrados en la cobertura.

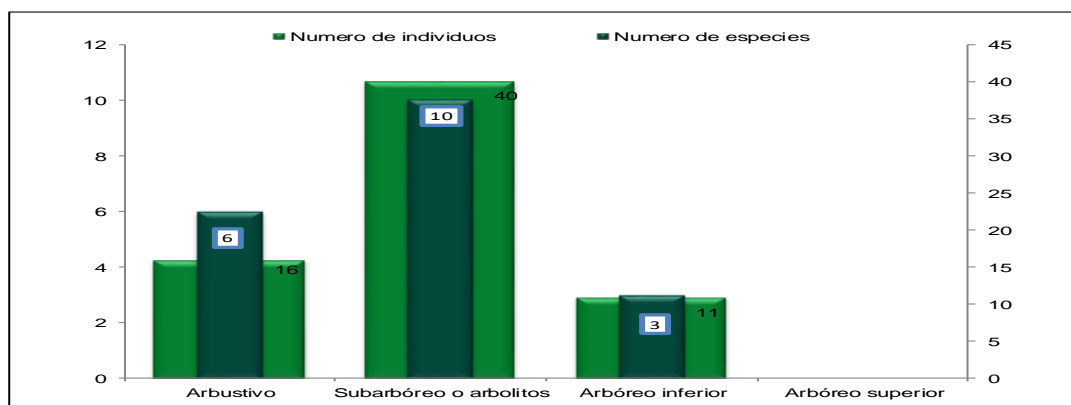


Figura 11-27 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (70,15% - 47 individuos), así mismo se encontró que el 16,42% de los individuos (11 individuos) poseen tendencia dispersa, y solo uno tiene tendencia al agrupamiento lo cual indica que existe un factor importante edáfico o fisionómico que está determinando su tendencia al agrupamiento .

Tabla 11-26 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Heliocarpus americanus	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Acnistus arborescens	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Calycolpus moritzianus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus habrophylla	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Fraxinus chinensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ochoterena colombiana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Psidium guajava	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Senna robiniifolia	11	26,667	0,37	0,31	1,18	Especies con Tendencia Agrupamiento
Persea caerulea	10	23,333	0,33	0,27	1,25	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myrcia popayanensis	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Croton hibiscifolius	10	16,667	0,33	0,18	1,83	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cupania latifolia	13	20,000	0,43	0,22	1,94	Especies con Tendencia Agrupamiento
Montanoa quadrangularis	9	13,333	0,30	0,14	2,10	Especies Agrupadas

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Convenciones: Na: Número de Árboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003). De acuerdo a la regla de Sturges, para esta cobertura se definieron los límites de cada uno de los siete (7) rangos o clases diamétricas. Para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se identificaron siete (7) clases diamétricas como se observa, mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-27 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,12	I	30	44,78
0,13	0,15	II	15	22,39
0,15	0,17	III	5	7,46
0,18	0,20	IV	6	8,96
0,20	0,22	V	5	7,46
0,23	0,25	VI	5	7,46
0,25	0,27	VII	1	1,49
0,36	0,39	VIII		0,00
TOTAL			67	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

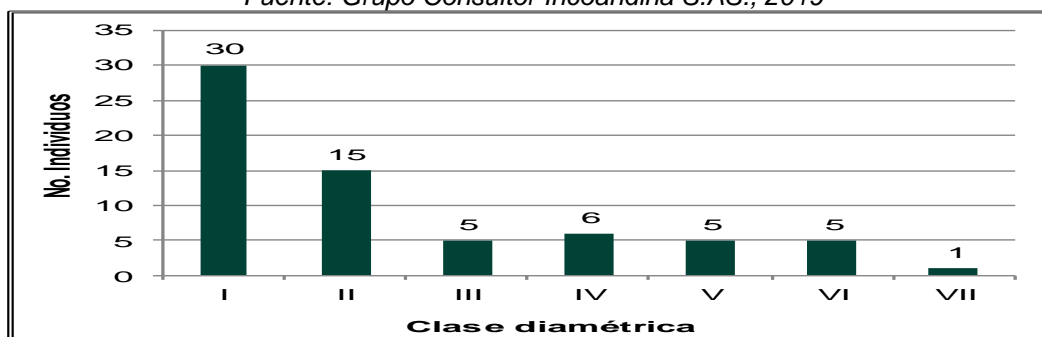


Figura 11-28 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo. Composición de la regeneración natural Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se encontraron 93 individuos (61 en estado latizal y 32 en estado brinzal) distribuidos en 10 familias y 11 especies.

Tabla 11-28 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
ASTERACEAE	Montanoa quadrangularis	Anime	12
	Croton hibicifolius	Mosquero/Sangro	56
EUPHORBIACEAE	Ricinus communis	Tartago	1
LEGUMINOSAE	Senna robiniiifolia	Alcaparro	10
HYPERICACEAE	Vismia baccifera	Aguacacho/Carate/Manchador	4
LAURACEAE	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	1
MALVACEAE	Heliocarpus americanus	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	1
MELASTOMATACEAE	Miconia sp.01	Tuno	1
PIPERACEAE	Piper aduncum	Cordoncillo	1
RHAMNACEAE	Frangula goudotiana	Palosiote	2
SAPINDACEAE	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	4
Total			93

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-29 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	11
Especies	13
Individuos	67

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Coeficiente de mezcla	1:5
Dominancia de Simpson	0,14
Shannon_Wiener	-2,18
Margalef	4,20

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Análisis ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

El ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, es uno de los ecosistemas con mayor área a compensar por las intervenciones del proyecto con 109,45 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad baja, en el cual se hallaron 67 individuos en 11 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo), *Senna robinifolia* (Benth.) H.S.Irwin & Barneby (Alcaparro) y *Cupania latifolia* Kunth (Arévalo). La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Persea caerulea* (Ruiz & Pav.) Mez (Aguacatillo), es considerada una especie pionera, dispersada por mamíferos y aves, reportándose una atracción alta de fauna silvestre para ella, así mismo, dentro de sus usos se reporta el de restauración ecológica, por lo cual, será tenida en cuenta dentro del listado de especies con las cuales se efectuará la compensación para el medio biótico.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las intervenciones en este ecosistema para el cual se hallan la mayoría de individuos en las clases diamétricas I y II.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Croton hibiscifolius* Kunth ex Spreng. (Mosquero), la cual, presentó una gran abundancia, correspondiendo a una especie de tipo pionero.

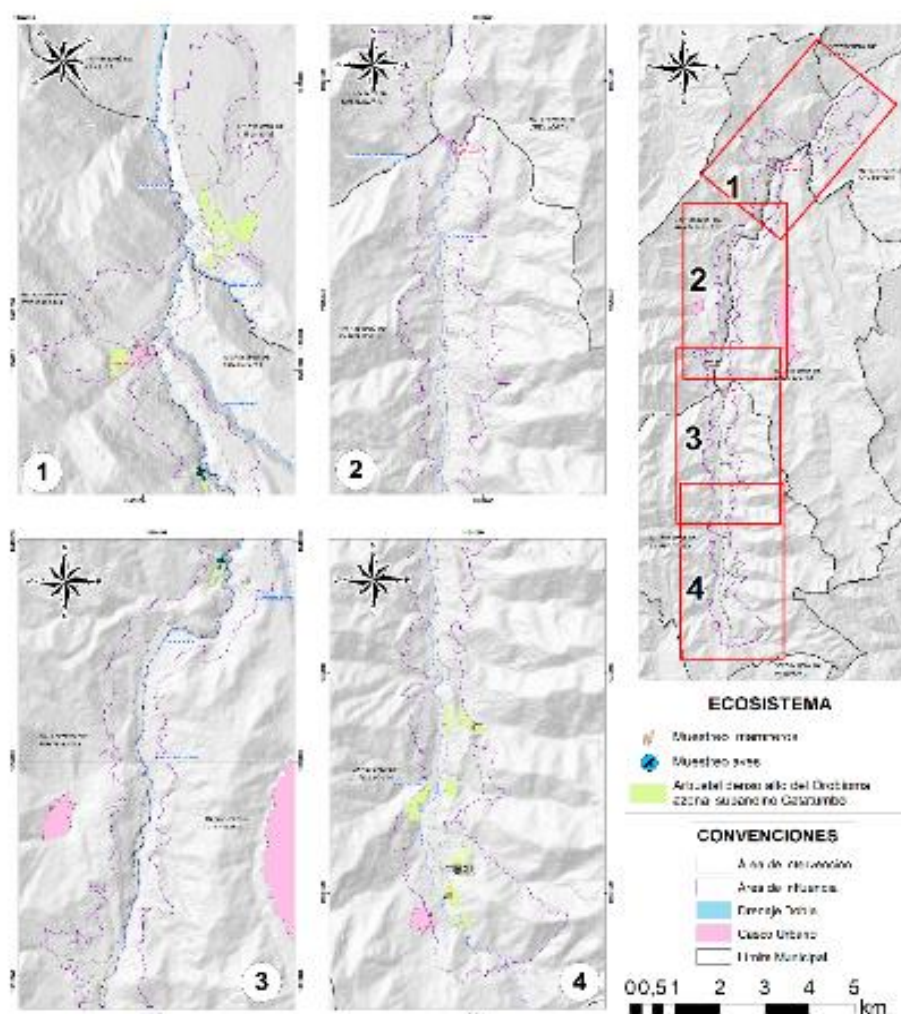


Figura 11-29 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el arbustal denso alto (**Tabla 11-30**), se identificaron siete especies de mamíferos lo que corresponde al 5% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron 61 individuos distribuidos en seis familias y cuatro órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005); además se observa el método

de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-30 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	5	0,25	Omn
		Marmosa sp.	O	1	0,05	Ins
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	1	0,05	Ins
		Cuniculus paca	R/O	1	0,05	Fru
RODENTIA	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	1	0,05	Fru
		Sciurus granatensis	O/R/CT	1	0,05	Fru
CHIROPTERA	Phyllostomidae	Carollia perspicillata	C/O	51	2,55	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Los órdenes que presentaron mayor riqueza en el área de compensación fueron Rodentia con tres familias y tres especies, seguido del orden Didelphimorphia con una familia y dos especies, Cingulata y Chiroptera con una familia y una especie cada uno (**Figura 11-30**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presente una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia.

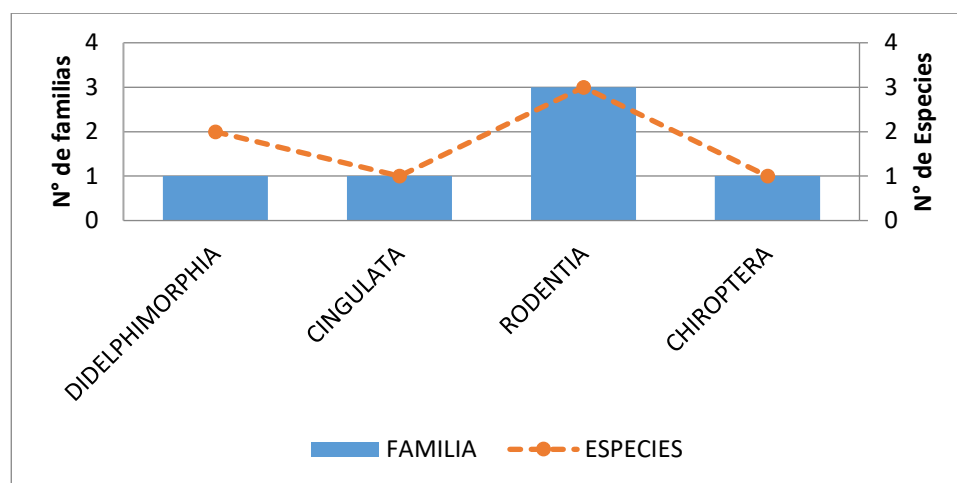


Figura 11-30 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de

especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-31 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	7
Individuals	61
Dominance D	0,7071
Shannon H	0,6917
Simpson 1-D	0,2929
Margalef	1,46
Equitability J	0,3555
Fisher alpha	2,04

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-179**, para el arbustal denso alto se registraron siete especies y 61 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,7071, el cual es un valor medio del índice indicando que en este ecosistema existe dominancia de una especie, así mismo el índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0,3555 reforzando lo planteado anteriormente.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 0,6917, Margalef con un valor de 1,46 y alpha de Fisher con un valor de 2,04 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son de hábito arbustivo/suelo (Arb/S) (57%), seguido de las especies de hábitos arbóreo, arbustal y suelo (Arbo/Arb/S) (15%). Por último se encuentran aquellas de hábitos aéreo (14%) y arbóreo (14%)

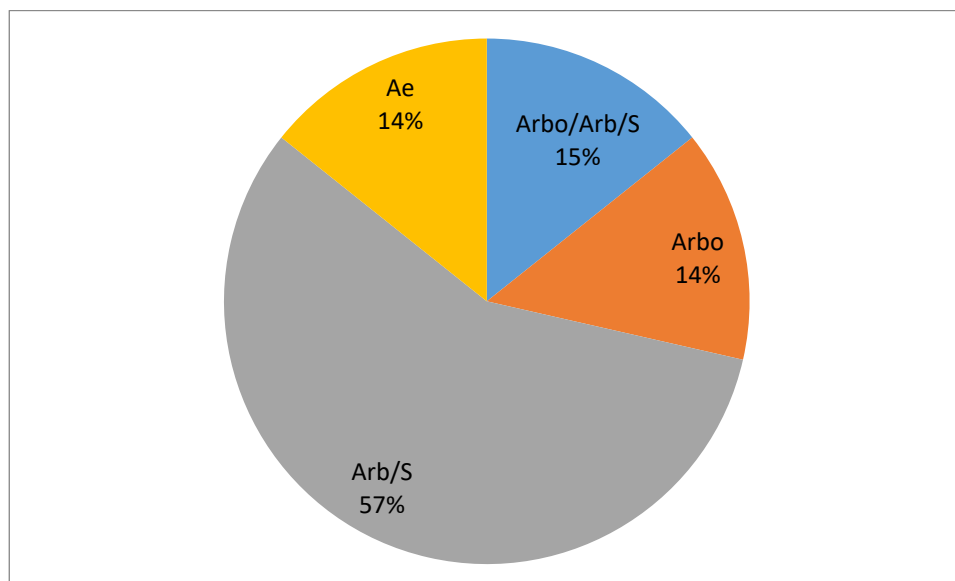


Figura 11-31 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el

caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se usaron tres categorías: Omnívoros (Omn), Frugívoros (Fru) e Insectívoros (Ins).

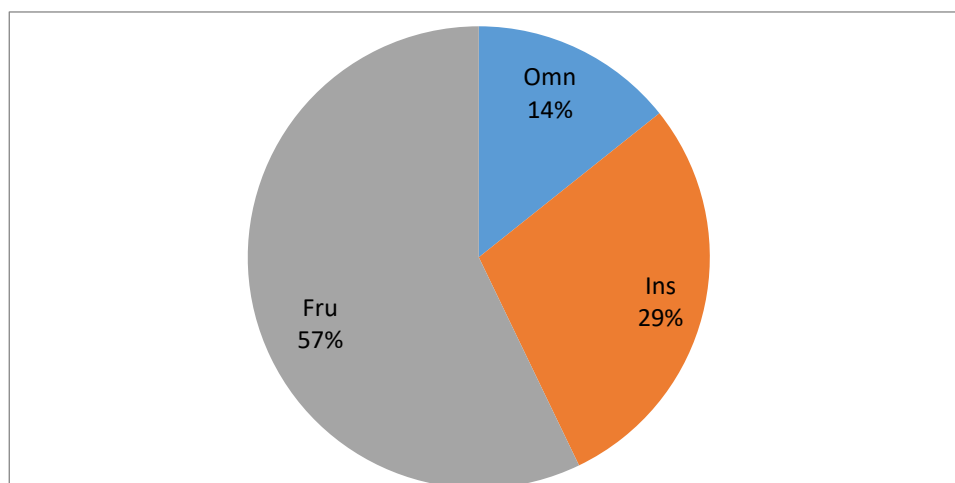


Figura 11-32 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Este gremio también estuvo representado por el 14% del total de las especies registradas para el área de compensación. Las especie registrada fue: *Didelphis marsupialis*.

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Sciurus granatensis* y *Carollia perspicillata*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. Las especies registradas fueron: *Marmosa sp* y *Dasypus novemcinctus*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el arbustal denso alto (**Tabla 11-32**), se identificaron 20 especies de aves, además se registraron 87 individuos distribuidos en 10 familias y ocho órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-32 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	1	0,05	Gra / Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	1	0,05	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	7	0,35	Omn
APODIFORMES	Trochilidae	Thalurania colombica	O	1	0,05	Nec
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Cathartes aura	O	3	0,15	Cñ
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	11	0,55	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	3	0,15	Ins /Car
PICIFORMES	Picidae	Dryocopus lineatus	O	6	0,3	Ins
PICIFORMES	Picidae	Melanerpes rubicapillus	O	2	0,1	Ins/ Fru
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	6	0,3	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Capsiempis flaveola	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	7	0,35	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara giorla	O	8	0,4	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	3	0,15	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara vitriolina	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	16	0,8	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	3	0,15	Ins/ Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó tres familias y 10 especies. Seguido de los Columbiformes con una familia y dos especies, al igual que Cathartiformes y Piciformes; los demás órdenes presentaron una familia y una especie.

Dentro del orden Passeriformes, la familia que presentó la mayor riqueza fue Tyrannidae (Atrapamoscas), de la cual se registraron cinco especies y 14 registros. Dentro de este orden también se destacan Thraupidae (Tangaras), con cuatro especies y 29 registros

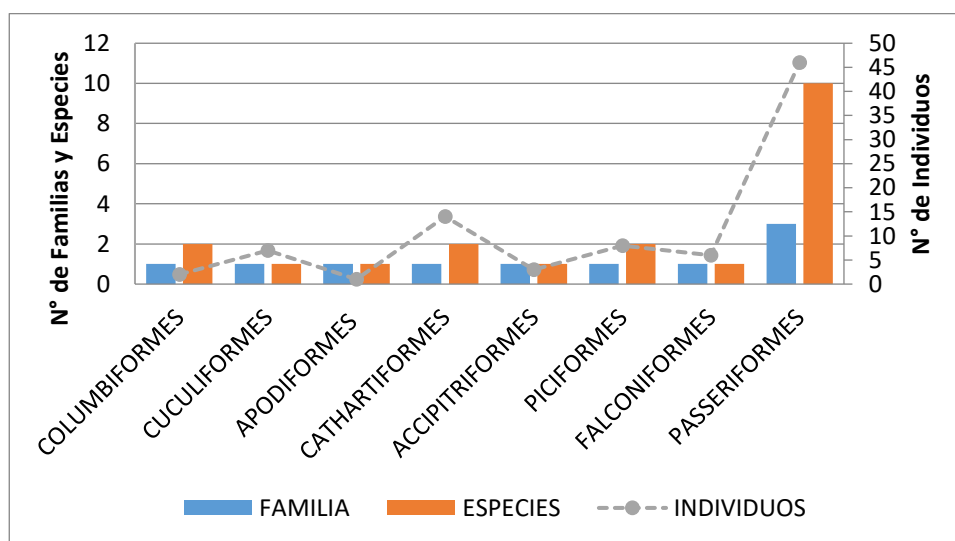


Figura 11-33 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de

especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-33 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	20
Individuals	87
Dominance D	0,08892
Shannon H	2,664
Simpson 1-D	0,9111
Margalef	4,254
Equitability J	0,8893
Fisher alpha	8,132

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-33**, para el arbustal denso alto se registraron 20 especies y 87 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,08892, el cual es un valor muy bajo del índice indicando que en este ecosistema existe dominancia por parte de una especie, contrario a lo esperado el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,8893, esto quiere decir que aunque se presenta dominancia de una especie, la probabilidad de ocurrencia de las otras especies es similar para todas aquellas que hagan uso de la misma.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 2,664, mientras que Margalef presenta un valor alto de 4,254 y alpha de Fisher con un valor de 8,132 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo fueron desfavorables para la detección de algunas aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área

donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (40%), seguido de las especies de hábitos de dosel/aéreo (Do/Ae) (25%) y dosel/medio (Do/M) (10%). Por último se encuentran aquellas especies de hábitos dosel/aéreo/sotobosque (Do/Ae/Sb), dosel/sotobosque (Do/Sb), dosel/medio/sotobosque (Do/M/Sb), dosel/aéreo/medio (Do/Ae/M) todos con el 5% de las especies.

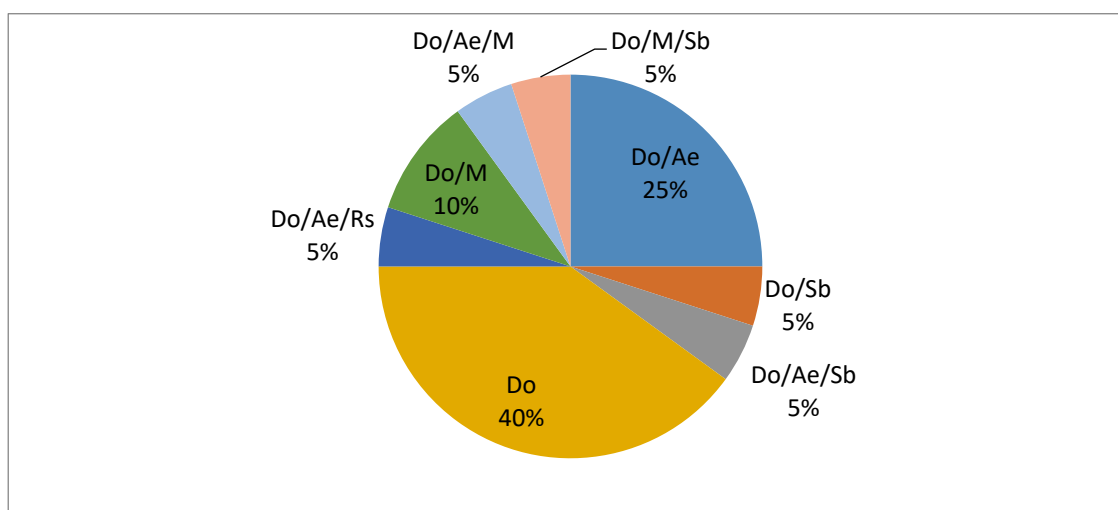


Figura 11-34 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se siete categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car) y Nectarívoro (Nec).

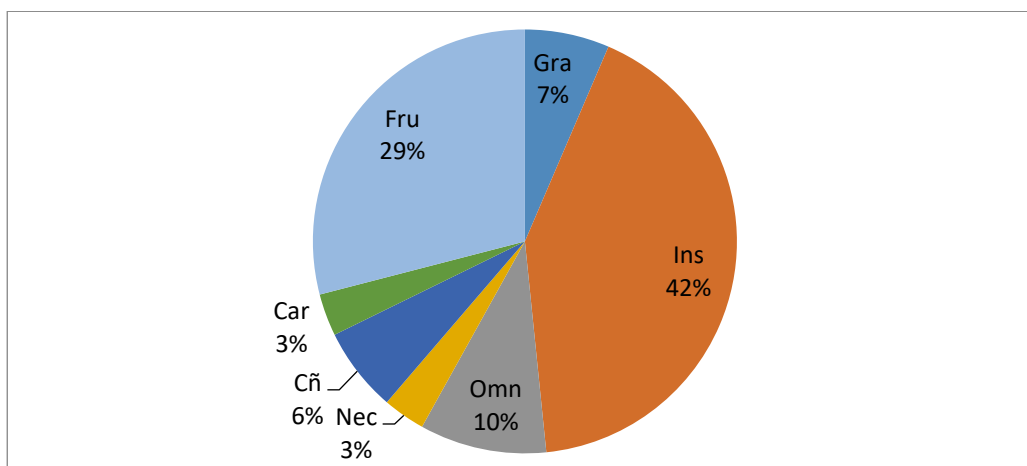


Figura 11-35 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Este gremio también estuvo representado por el 10% del total de las especies registradas para el área de compensación. Algunas de las especies registradas fueron: *Crotophaga ani*, *Milvago chimachima* y *Pitangus sulphuratus*.

Frugívoros: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al

tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Algunas de las especies registradas pertenecientes a esta dieta fueron: *Tangara girola* y *Thraupis episcopus*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen las especies de aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especies registradas fueron con esta dieta fueron: *Dryocopus lineatus*, *Pyrocephalus rubinus* y *Thraupis episcopus*.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.2 Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo

A continuación se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-18 y Fotografía 11-19 se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-36** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-18 Medición de árboles



Fotografía 11-19 Vista general del ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

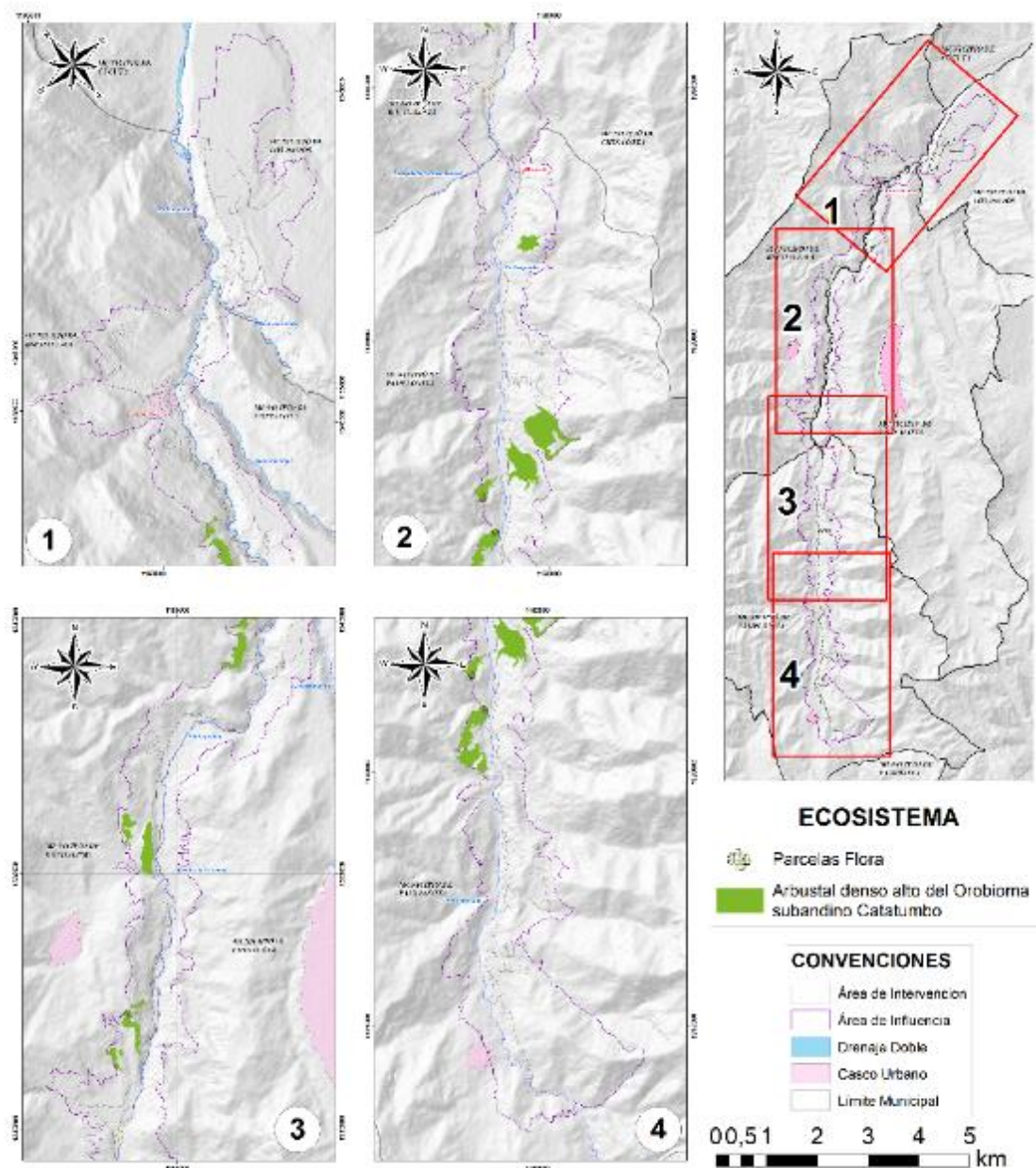


Figura 11-36 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la **Figura 11-34**.

Tabla 11-34 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo	B1	1158698,50	1321894,34	1158723,02	1321947,45
	B2	1158953,64	1321203,92	1158957,16	1321251,87
	B3	1158985,46	1332247,93	1159033,86	1332231,28

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 7 familias, 30 géneros los cuales están representadas por nueve especies y 69 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-35**, la familia con mayor número de individuos es Primulaceae con 27 individuos, los cuales pertenecen a dos especies, donde Myrsine guianensis (Cucharo) es la más abundante con 25 individuo, seguida esta, por las familias Clusiaceae y Malvaceae cada una con 15 individuos correspondientes a dos (2) especies, le sigue en orden de abundancia la familia Myrtaceae, con nueve (9) individuos.

Tabla 11-35 Composición florística Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Clusia multiflora	Clusia	Clusiaceae	Tampaco	15
Terminalia amazonia	Terminalia	Combretaceae	Amarillo/Monterrey	1
Heliocarpus americanus	Heliocarpus	Malvaceae	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	15
Miconia rubiginosa	Miconia	Melastomataceae	Tuno	1
Calycolpus moritzianus	Calycolpus	Myrtaceae	Arrayán / Cinaro	6
Myrcia popayanenesis	Myrcia		Sururo/Sururillo	3
Myrsine guianensis	Myrsine	Primulaceae	Cucharo/ Cucharo colorado	25
Myrsine coriacea			Sebito/Cucharo blanco	2
Casearia sylvestris	Casearia	Salicaceae	Casearia sylvestris	1
Total				69

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y

dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI) (**Ver Tabla 11-36**).

Tabla 11-36 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas			
					donde aparece			
Calycolpus moritzianus	6	8,70	0,13	11,21	6	20,00	14,29	34,19
Casearia sylvestris	1	1,45	0,01	0,93	1	3,33	2,38	4,76
Clusia multiflora	15	21,74	0,22	18,69	9	30,00	21,43	61,86
Heliocarpus americanus	15	21,74	0,29	25,23	6	20,00	14,29	61,26
Miconia rubiginosa	1	1,45	0,01	1,26	1	3,33	2,38	5,09
Myrcia popayanensis	3	4,35	0,03	2,27	3	10,00	7,14	13,76
Myrsine coriacea	2	2,90	0,04	3,42	1	3,33	2,38	8,70
Myrsine guianensis	25	36,23	0,31	26,18	14	46,67	33,33	95,75
Terminalia amazonia	1	1,45	0,13	10,80	1	3,33	2,38	14,63
Total	69,00	100,00	1,17	100,00		140,00	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 230 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 69 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-37**, para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Myrsine guianensis (Cucharo) con el 36,23%, equivalente a 25 individuos, seguida por Clusia multiflora (Tampaco) y Heliocarpus americanus (Majamorro) con el 21,74% equivalente a 15 individuos cada uno y Calycolpus moritzianus (Arrayan) con el 8,69%, equivalente a seis (6) individuos cada uno.

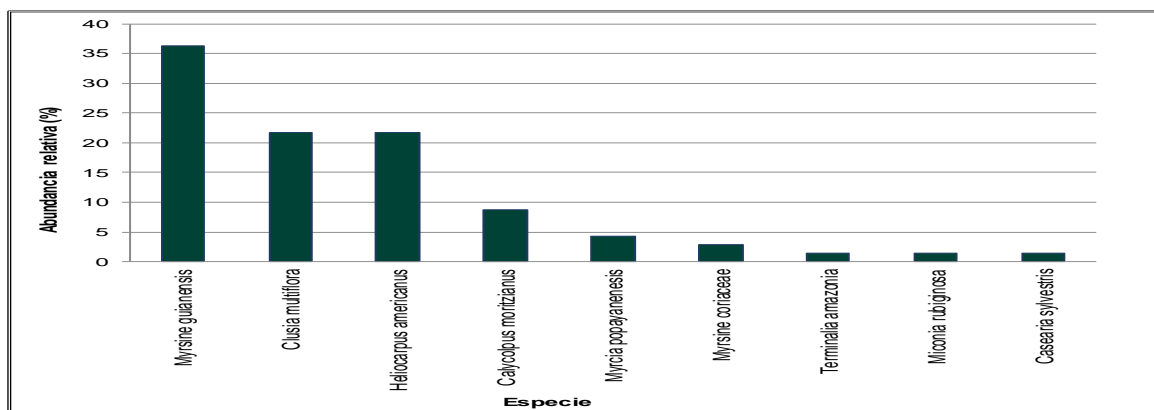


Figura 11-37 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Myrsine guianensis* (Cucharo) con el 26,18%, seguida por *Heliocarpus americanus* (Majamorro) con el 25,23%, *Clusia multiflora* (Tampaco) con el 18,69% y *Calycolpus moritzianus* (Arrayan) con el 11,21% cada uno.

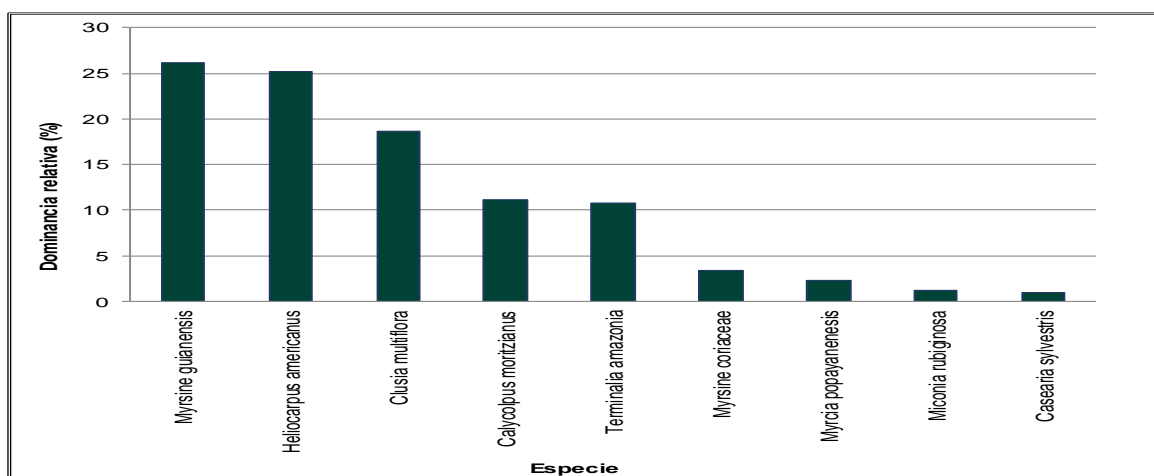


Figura 11-38 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una

distribución más amplia corresponde a *Myrsine guianensis* (Cucharo) con el 33,33%, seguida por *Clusia multiflora* (Tampaco) con el 21,43% y *Heliocarpus americanus* (Majamorro) y *Calycolpus moritzianus* (Arrayan) con el 14,29% cada uno (Ver **Figura 11-39**).

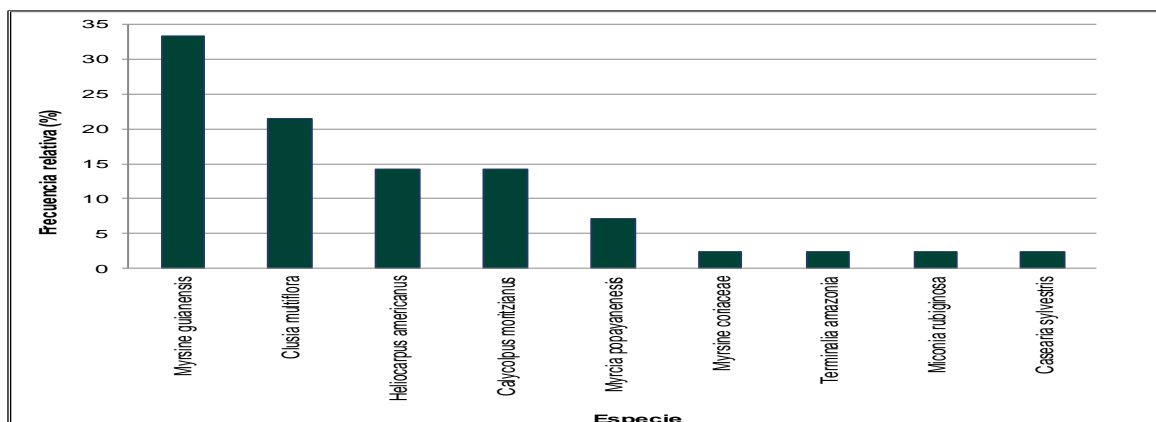


Figura 11-39 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia una (1) especies pertenece a la clase III- Frecuente *Myrsine guianensis* y tres (3) especie pertenece a la clase II –Poco frecuente: *Clusia multiflora*, *Calycolpus moritzianus* y *Heliocarpus americanus*; las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la baja diversidad de especies encontradas en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo (**Ver Figura 11-40**).

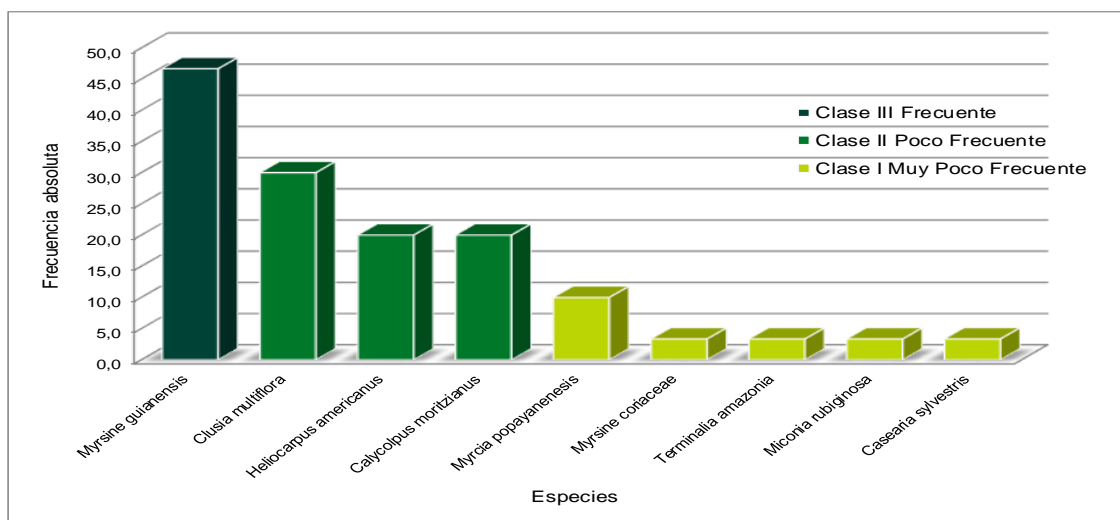


Figura 11-40 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Myrsine guianensis* (Cucharo) con el 95,75%, seguida por *Clusia multiflora* (Tampaco) con el 61,86% y *Heliocarpus americanus* (Majamorro) con 61,26% y *Calycolpus moritzianus* (Arrayan) con el 34,18%. Estas especies representan el 84,35% de la importancia total de la cobertura (Ver **Figura 11-41**).

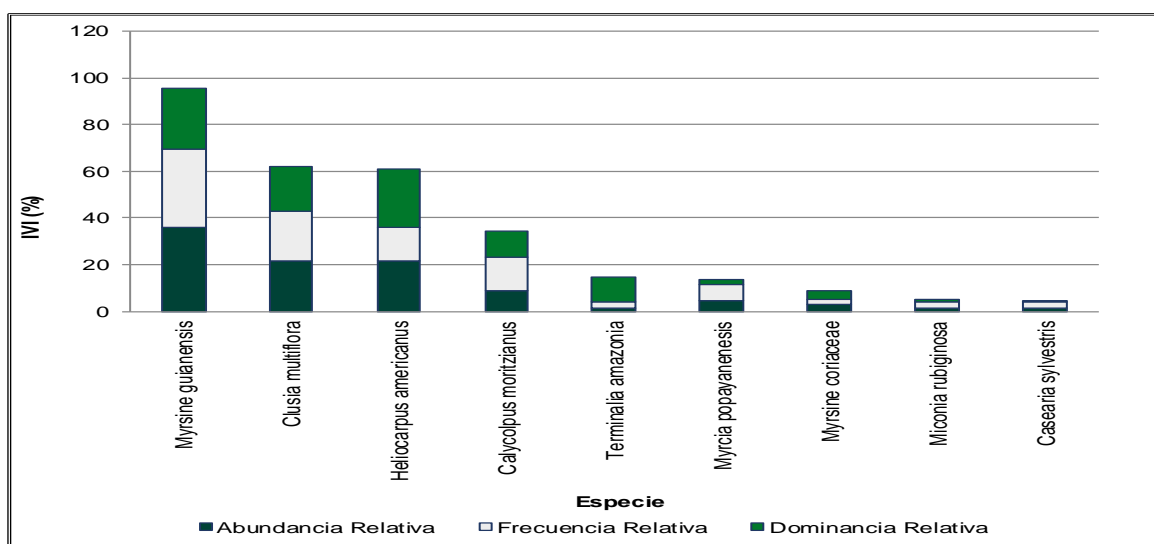


Figura 11-41 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje "y" y de altura comercial en el eje "x", con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la Figura 11-42, se muestra el diagrama de Ogawa para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos no presenta estratificación, correspondiendo a bosques

homogéneos o a sucesiones tempranas, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 4 m y 12 m y alturas comerciales entre 2 m y 6 m., sin embargo como se muestra en el costado derecho de la Figura 11-42 se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas.

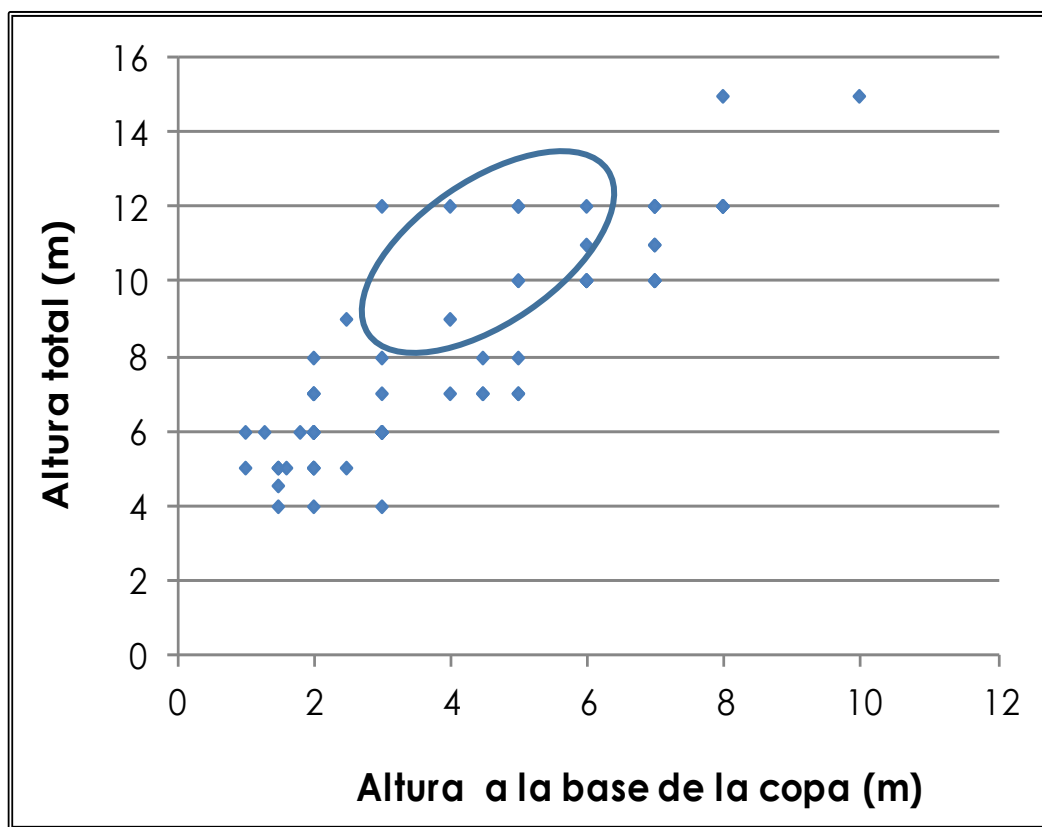


Figura 11-42 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose tres (3) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 79,71% (55 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-43**, seguido por el estrato arbustivo, con árboles entre 1,5 y 5 m de altura, con el 17,39% (12 individuos), este comportamiento al igual que el observado en el diagrama de Owaga indica que esta es una cobertura de porte medio que

ha estado expuesta a la tala selectiva de individuos pues el estrato inferior solo lo representan dos (2) especies y dos (2) individuos.

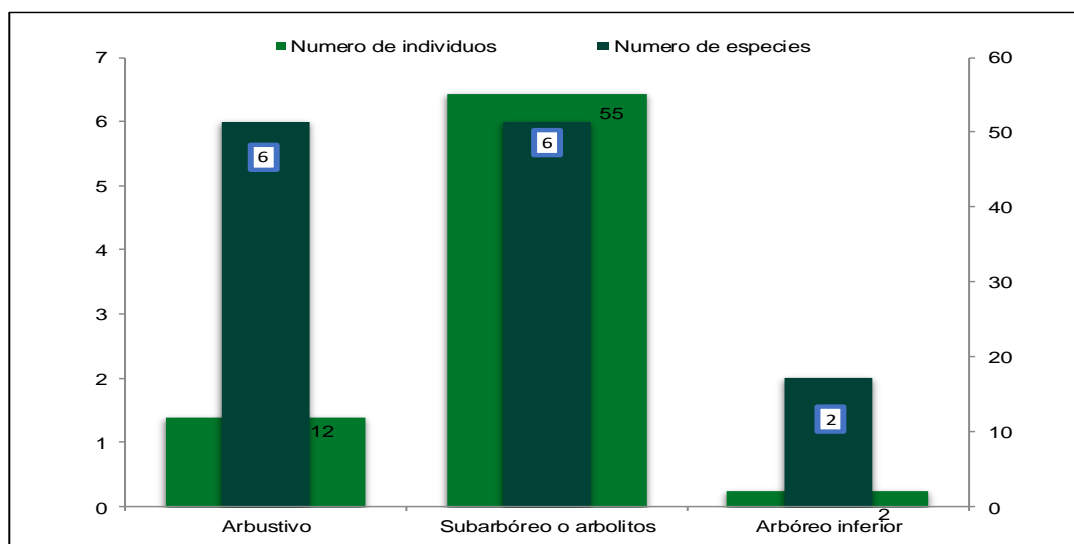


Figura 11-43 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (63,44% - 42 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan tres (3) especies, le sigue la tendencias dispersos (36,56% - 12 individuos y 5 especies) y solo hay una especies con tendencia agrupada.

Tabla 11-37 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Calycolpus moritzianus	6	20,00	0,20	0,22	0,90	Especies Dispersas
Myrcia popayanensis	3	10,00	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Terminalia amazonia	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Miconia rubiginosa	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Casearia sylvestris	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Myrsine guianensis	25	46,67	0,83	0,63	1,33	Especies con Tendencia Agrupamiento
Clusia multiflora	15	30,00	0,50	0,36	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Myrsine coriacea	2	3,33	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Heliocarpus americanus	15	20,00	0,50	0,22	2,24	Especies Agrupadas
Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003). De acuerdo a la regla de Sturges, para esta cobertura se definieron los límites de cada uno de los siete (7) rangos, los cuales se pueden apreciar en la Tabla 11-5, en donde el límite de DAP es de 0,40 m y el tamaño de los intervalos es de 0,04.

Para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo se identificaron siete (7) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-44**, mostrando una distribución en forma de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases con tendencia a la disminución en clases superiores, es importante destacar que tres de las 7 clases no poseen individuos. La clase I concentra el 63,77% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales se encuentran dentro del rango de 10 a 14 cm de diámetro. La vegetación de mayor porte arbóreo solamente registra el 1,45% del total.

Tabla 11-38 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	44	63,77
0,14	0,19	II	16	23,19
0,19	0,23	III	8	11,59
0,23	0,27	IV	0	0,00
0,27	0,32	V	0	0,00
0,32	0,36	VI	0	0,00
0,36	0,40	VII	1	1,45
TOTAL			69	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

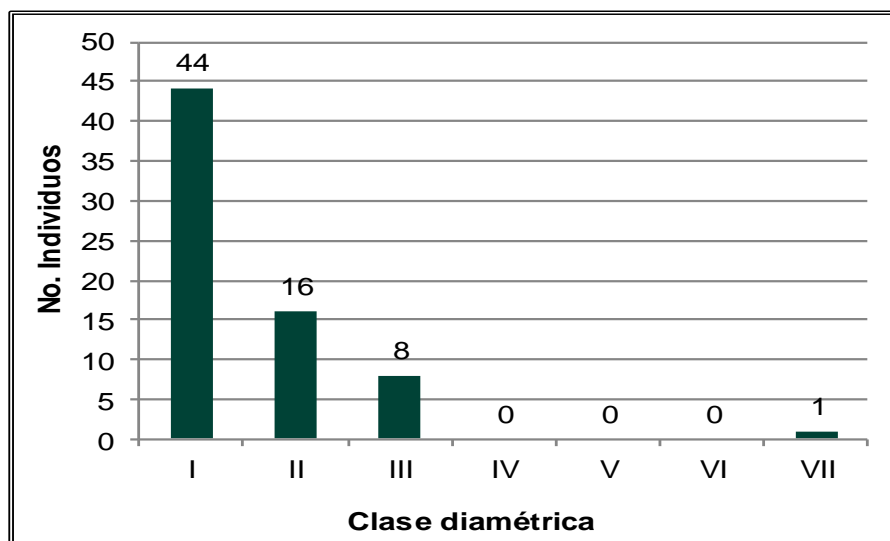


Figura 11-44 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo se encontraron 122 individuos (62 en estado latizal y 60 en estado brinzal) distribuidos en 11 familias y 13 especies.

Tabla 11-39 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Nombre común	Especie	No. Individuos
ANACARDIACEAE	Sarno/Palo sarno	Toxicodendron striatum	1
ASTERACEAE	Tabaquillo	Verbesina sp	2
CLUSIACEAE	Tampaco	Clusia multiflora	25
HYPERICACEAE	Aguacacho/Carate/Manchador	Vismia baccifera	3
LAURACEAE	Hojarasco	Ocotea sp	4
MALVACEAE	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	Heliocarpus americanus	1
MELASTOMATACEAE	Morcate	Miconia sp	12
	No registra	Miconia sp.01	10
	Tuno esmeraldo	Miconia sp.02	1

Familia	Nombre común	Especie	No. Individuos
MORACEAE	Uvo	Ficus habrophylla	6
	Uvon	Ficus obtusifolia	2
MYRTACEAE	Sururo/Sururillo	Myrcia popayanensis	1
PRIMULACEAE	Cucharo/ Cucharo colorado/rojo	Myrsine guianensis	43
RHAMNACEAE	Palosiote	Frangula goudotiana	11
Total general			122

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef.

Tabla 11-40 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	7
Especies	9
Individuos	69
Coeficiente de mezcla	1:7
Dominancia de Simpson	0,237
Shannon_Wiener	1,667
Margalef	1,889

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 7 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:7; es decir, por cada siete individuos presentes en el arbustal 1 corresponde a la misma especie.

El índice de equidad de Shannon-Weaver exhibe valores de 1,66 para este índice, un valor bajo, que evidencia baja heterogeneidad, con una diversidad de condición media y que de acuerdo a Melo C. & Vargas R., (2003), refleja el comportamiento típico de una sucesión secundaria temprana.

El índice de Simpson mide la riqueza de las especies más comunes dentro de cada cobertura evaluada, de este modo el valor arrojado por este (0,237) indica una diversidad media y baja dominancia, producto de la dinámica sucesional en el que se encuentra ya

que al estar en una sere inicial existe una alta tasa de reclutamiento de especies. En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura tiene una diversidad muy baja.

Análisis ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo.

El ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo, es uno de los ecosistemas con mayor área a compensar por las intervenciones del proyecto 69,46 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad baja, en el cual se hallaron 69 individuos fustales en siete familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

La interacción del hombre con áreas intervenidas determina el tipo recuperación que se pueda dar, pues debido al flujo de material genético proveniente de coberturas aledañas o material latente en el suelo, si se deja sin intervención, el área sufre un proceso de recolonización, donde los diversos tipos de vegetación como las herbáceas, arbustos y especies arbóreas en edades juveniles interactúan y activan los mecanismos sucesionales, con el fin de ir remediando la afectación a la estructura arbórea preexistente y crear un microclima adecuado y facilitador de los procesos ecológicos

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo son *Myrsine guianensis* (Cucharo), *Clusia multiflora* (Tampaco), *Heliocarpus americanus* (Majamorro) y *Calycolpus moritzianus* (Arrayan) La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura fue *Myrsine guianensis* (Cucharo) que está adaptado para crecer en terrenos poco aptos. Su tasa de crecimiento es rápida y prospera adecuadamente en suelos de baja humedad y erosionados. Sus hojas tienen consistencia dura, que es una adaptación para minimizar la transpiración, lo cual le permite superar temporadas de verano.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de 13 especies y 11 familias, donde solo cuatro especies también están representadas en el estado fustal, garantizando su permanencia en la sucesión.

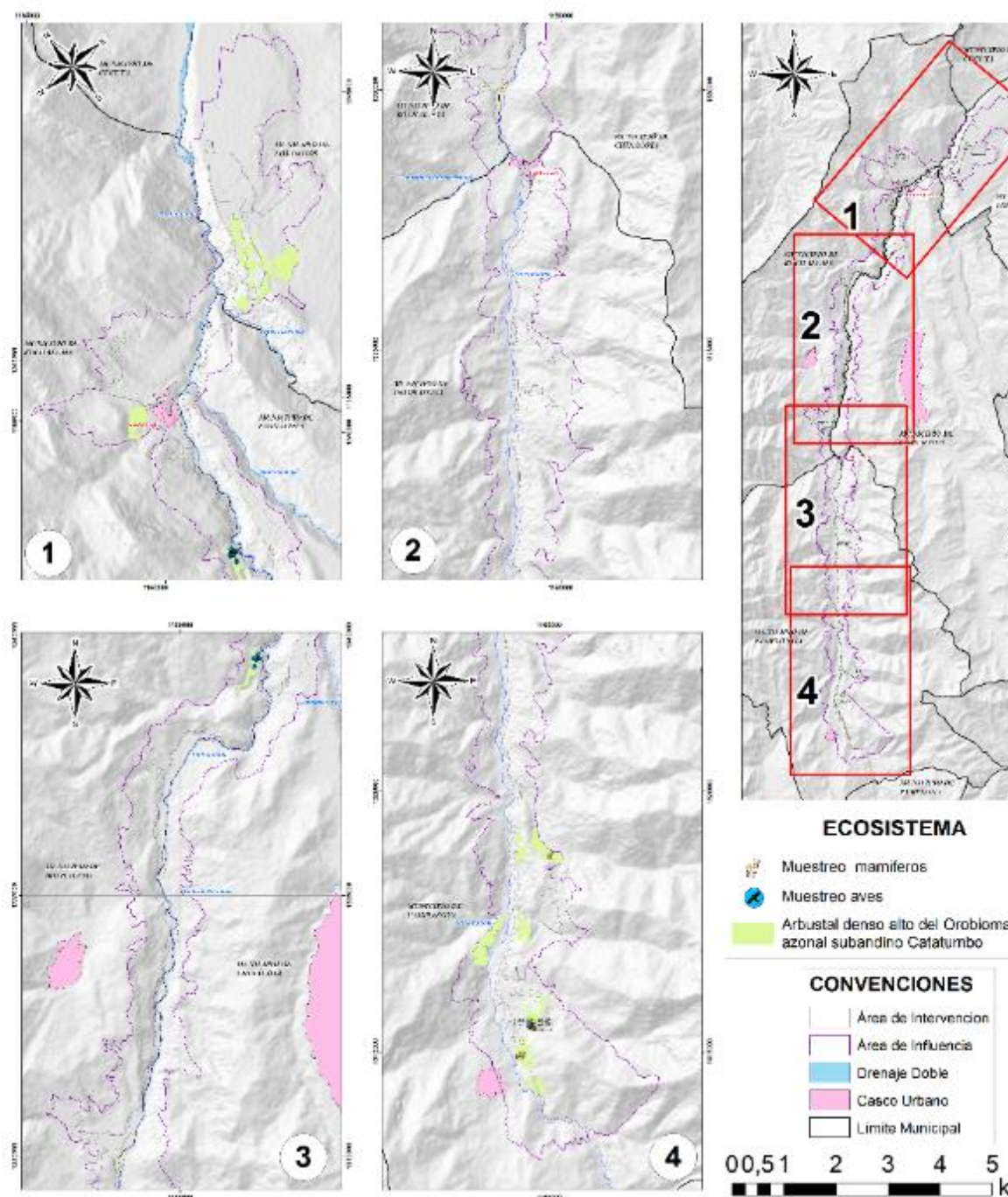


Figura 11-45 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el arbustal denso alto (**Tabla 11-41**), se identificaron ocho especies de mamíferos lo que corresponde al 5% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron 43 individuos distribuidos en seis familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005); además se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-41 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	27	1,35	Omn
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	6	0,3	Ins
RODENTIA	Erethizontidae	Coendou sp.	R	1	0,05	Fru
	Dasypodidae	Dasypus punctatus	R	3	0,15	Fru
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	C/O	1	0,05	Fru
		<i>Dermanura glauca</i>	C	1	0,05	Fru
		Glossophaga sp	O	1	0,05	Nec
CARNIVORA	Canidae	Cerdocyon thous	CT	3	0,15	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Los órdenes que presentaron mayor riqueza en el área de compensación fueron Rodentia con dos familias y dos especies, seguido del Chiroptera con una familia y tres especies. Los órdenes restantes estuvieron representados por una familia y una especie respectivamente (**Figura 11-46**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presenta una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia.

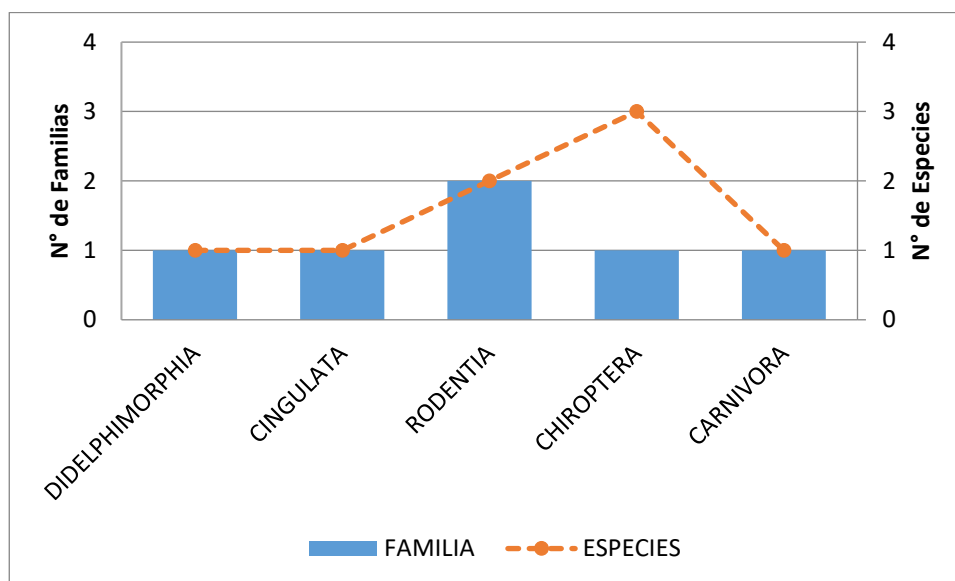


Figura 11-46 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-42 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	8
Individuals	43
Dominance D	0,4256
Shannon H	1,288
Simpson 1-D	0,5744
Margalef	1,861
Equitability J	0,6196
Fisher alpha	2,895

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-42**, para el arbustal denso alto se registraron ocho especies y 43 individuos. Con los datos anteriores se pudieron obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,4256, el cual es un valor bajo indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie, no obstante, índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0,6196 contrario a lo esperado.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,288, Margalef con un valor de 1,861 y alpha de Fisher con un valor de 2,895 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son de hábito aéreo (Ae) (38%), seguido de las especies de hábitos arbustivo/suelo (Arb/S) (37%), las especies de hábitos del sotobosque (S) (13%) y por último las especies de hábitos arbóreo/arbustal/sotobosque (Arbo/Arb/S) (12%)..

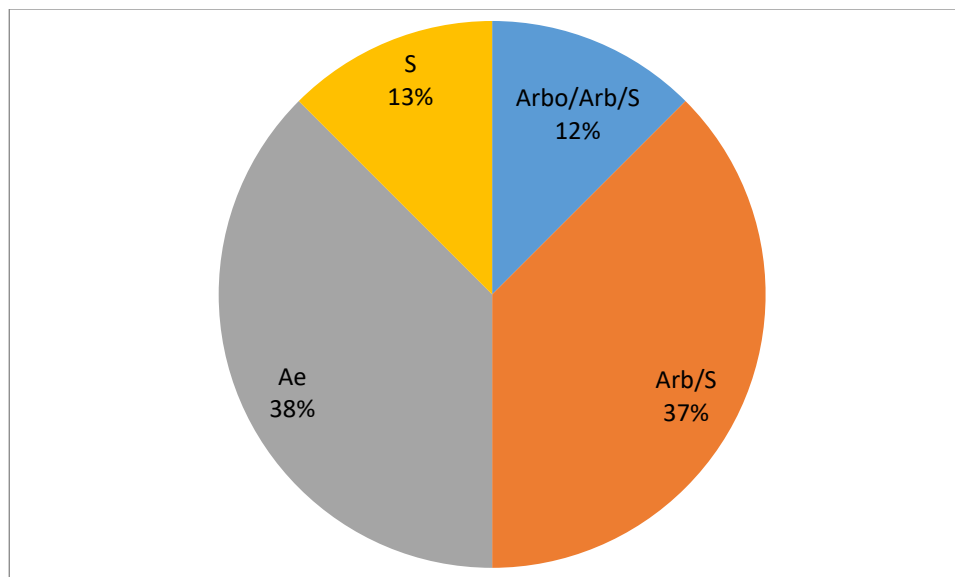


Figura 11-47 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales

como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se usaron cuatro categorías: Omnívoros (Omn), Frugívoros (Fru), Insectívoros (Ins) y Nectarívoro (Nec).

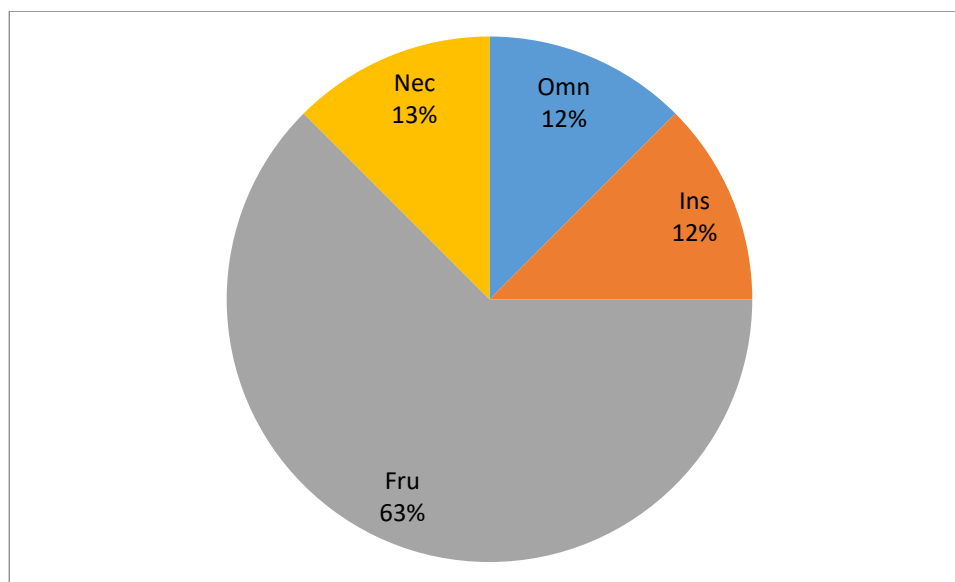


Figura 11-48 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Este gremio también estuvo representado por el 14% del total de las especies registradas para el área de compensación. La especie registrada fue: *Didelphis marsupialis*.

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Coendou sp*, *Dasyprocta punctata*, *Carollia perspicillata* y *Gossophaga sp*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus

requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus*.

Nectarívoros: A este grupo pertenecen pequeños mamíferos que se alimentan principalmente del néctar de las flores, no obstante estas especies incluyen en su dieta otro tipo de recursos como complemento. La especie registrada fue un individuo de *Glossophaga sp.*

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017), tampoco se registraron especies endémicas o casi endémicas para Colombia. Sin embargo si se registró una especie, *Cerdocyon thous* en el apéndice II CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el arbustal denso alto, se identificaron 34 especies de aves, además se registraron 178 individuos distribuidos en 16 familias y 11 órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-43 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
GALLIFORMES	Cracidae	Ortalis ruficauda	O	9	0,45	Fru /Gra/ Ins/ Her
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columba livia	O	4	0,2	Omn
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	7	0,35	Gra / Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	5	0,25	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	9	0,45	Omn
CUCULIFORMES	Cuculidae	Piaya cayana	O	3	0,15	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
APODIFORMES	Apodidae	Streptoprocne zonaris	O	5	0,25	Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Amazilia tzacatl	O	2	0,1	Nec /Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Anthracothorax nigricollis	O	2	0,1	Nec /Ins
PELECANIFORMES	Ardeidae	Bubulcus ibis	O	4	0,2	Car /Ins
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Cathartes aura	O	1	0,05	Cñ
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	28	1,4	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	2	0,1	Ins /Car
GALBULIFORMES	Galbulidae	Galbula ruficauda	O	1	0,05	Ins
PICIFORMES	Picidae	Melanerpes rubricapillus	O	6	0,3	Ins/ Fru
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	2	0,1	Omn
PSITTACIFORMES	Psittacidae	Forpus passerinus	O	7	0,35	Gra
PASSERIFORMES	Thamnophilidae	Thamnophilus doliatus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	3	0,15	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes cayanensis	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	8	0,4	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tolmomyias flaviventris	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	3	0,15	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca	O	14	0,7	Ins
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Stelgidopteryx ruficollis	O	5	0,25	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	3	0,15	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cayana	O	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara gyrola	O	4	0,2	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	3	0,15	Fru /Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	25	1,25	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis palmarum	O	2	0,1	Fru/ Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó cinco familias y 17 especies.

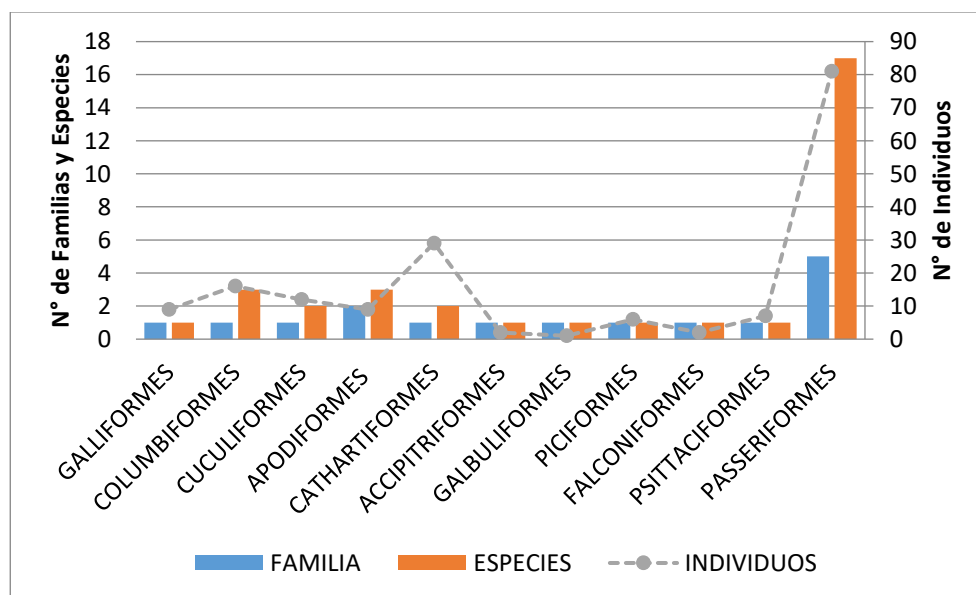


Figura 11-49 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-44 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	34
Individuals	178
Dominance D	0,06868
Shannon H	3,074
Simpson 1-D	0,9313
Margalef	6,368
Equitability J	0,8718
Fisher alpha	12,47

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el arbustal denso alto se registraron 34 especies y 178 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,06868, el cual es un valor muy bajo del índice indicando que en este ecosistema existe dominancia por parte de una especie, contrario a lo esperado el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,8718, esto quiere decir que aunque se presenta dominancia de una especie, la probabilidad de ocurrencia de las otras especies es similar para todas aquellas que hagan uso de la misma.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,074, mientras que Margalef presenta un valor alto de 6,368 y alpha de Fisher con un valor de 12,47 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo fueron desfavorables para la detección de algunas aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen

fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel/aéreo (42%).

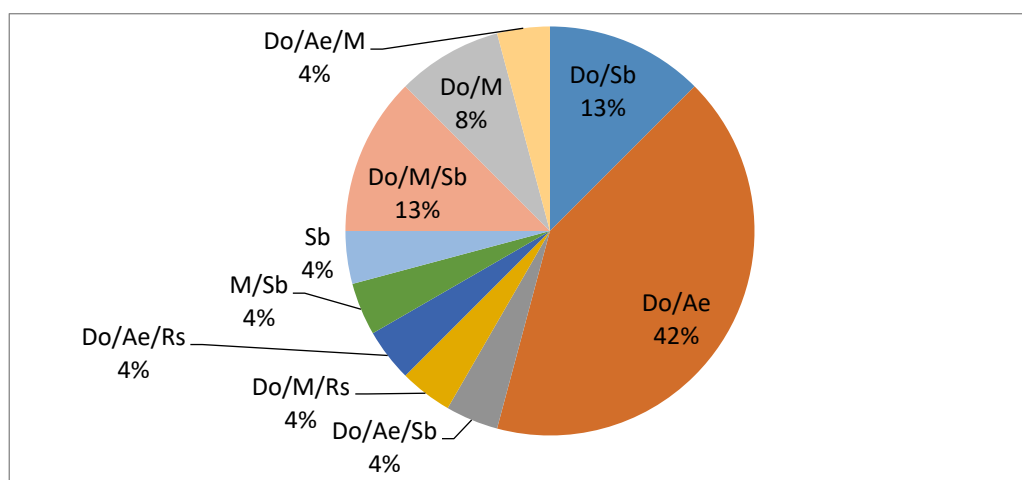


Figura 11-50 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se ocho categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car), Herbívoros (Her) y Nectarívoro (Nec).

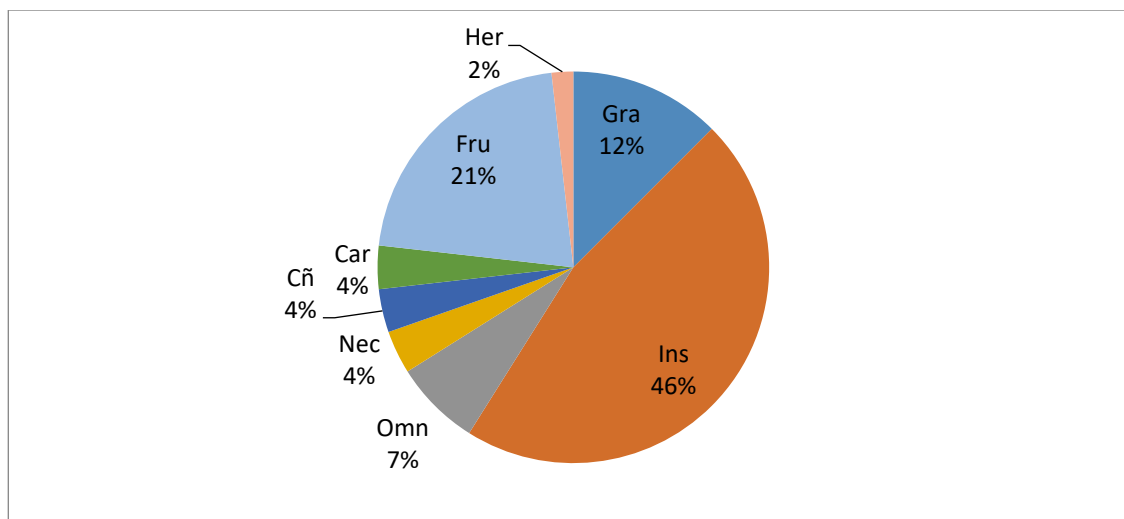


Figura 11-51 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las especies de aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.3 Arbustal denso alto del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-20 y Fotografía 11-21 se observa la vista general del ecosistema y la Figura 11-52 contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-20 Vista general del ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 11-21 Medición de árboles del ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

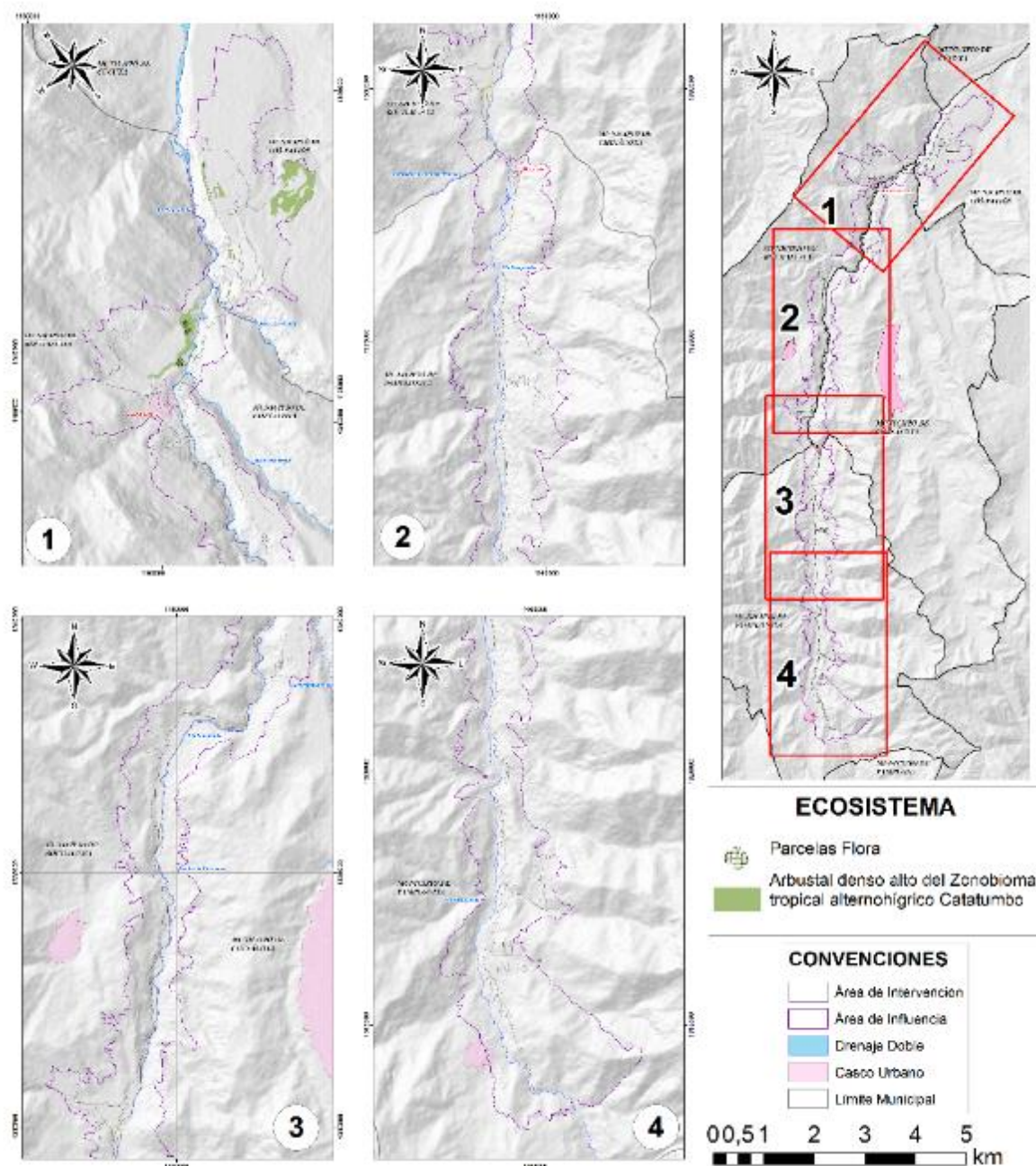


Figura 11-52 Muestreo de flora en el ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma tropical aternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la

regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la **Tabla 11-45**.

Tabla 11-45 Ubicación unidades de muestreo forestal Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	C1	1163528,00	1343221,00	1163483,00	1343210,00
	C2	1163605,00	1343366,00	1163555,00	1343373,00
	C3	1162978,39	1342836,70	1163014,47	1342870,01

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 16 familias, 30 géneros los cuales están representadas por 32 especies y 93 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-46**, la familia con mayor número de individuos es Anacardiaceae con 27 individuos, los cuales pertenecen a tres especies, donde Astronium graveolens (Gusanero), seguida esta, por la familia Moraceae con 16 individuos correspondientes a cuatro (4) especies donde las más abundantes son Brosimum allicastrum (Guaimaro) y Maclura tinctoria (Moral/dinde), le siguen en orden de abundancia las familias Leguminosae y Myrtaceae, cada una de ellas con 15 y 11 individuos.

Tabla 11-46 Composición florística Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Spondias mombin	Spondias	Anacardiaceae	Hobo	1
Astronium graveolens	Astronium	Anacardiaceae	Gusanero	25
Toxicodendron striatum	Toxicodendron	Anacardiaceae	Palo sarno/Sarno	1
Tabebuia ochracea	Tabebuia	Bignoniaceae	Cañahuate	1
Cordia alliodora	Cordia	Boraginaceae	Moncoro/Pardillo	2
Cynophalla tenuisiliqua	Cynophalla	Capparaceae	NN8 (Cynophalla tenuisiliqua)	1
Cecropia peltata	Cecropia	Cecropiaceae	Guarumo/Yarumo	1
Maytenus longipes	Maytenus	Celastraceae	Olacaceae (Maytens)	1
Mabea occidentalis	Mabea	Euphorbiaceae	NN1 (Mabea occidentalis)	2
Acalypha macrostachya	Acalypha	Euphorbiaceae	Vara negra	2
Platymiscium hebestachyum	Platymiscium	Leguminosae	Roble maria	3
Machaerium biovulatum	Machaerium	Leguminosae	Siete cueros	2

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Machaerium capote	Machaerium	Leguminosae	Yuco/Yuquero/Yuca	1
Machaerium arboreum	Machaerium	Leguminosae	NN3 (machaerium arboreum)	1
Calliandra riparia	Calliandra	Leguminosae	NN6 (Calliandra riparia)	3
Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	Leguminosae	Tecón	2
Myrospermum frutescens	Myrospermum	Leguminosae	Arco	1
Apuleia leiocarpa	Apuleia	Leguminosae	Guamo cacho	1
Pterocarpus sp	Pterocarpus	Leguminosae	Pterocarpus sp	1
Guazuma ulmifolia	Guazuma	Malvaceae	Guacimo	2
Luehea seemannii	Luehea	Malvaceae	Guacima	1
Miconia sp	Miconia	Melastomataceae	Maiz tostado	1
Trichilia havanensis	Trichilia	Meliaceae	Palomito	1
Cedrela odorata	Cedrela	Meliaceae	Cedro	1
Ficus maxima	Ficus	Moraceae	Ficus maxima	1
Maclura tinctoria	Maclura	Moraceae	Moral	7
Brosimum allicastrum	Brosimum	Moraceae	Guaimaro	7
Tropis racemosa	Tropis	Moraceae	Malpighiaceae 1	1
Myrcia popayanensis	Myrcia	Myrtaceae	Sururo	11
Zanthoxylum rohifolium	Zanthoxylum	Rutaceae	Tachuelo	5
Cupania sp	Cupania	Sapindaceae	Guacamayo	1
Urera baccifera	Urera	Urticaceae	Ortigo	2
Total				93

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Ver **Tabla 11-47**).

Tabla 11-47 Parámetros estructurales Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas donde aparece			
Acalypha macrostachya	2	2,15	0,04	1,26	1	3,33	1,47	4,88
Apuleia leiocarpa	1	1,08	0,01	0,33	1	3,33	1,47	2,87
Astronium graveolens	25	26,88	0,76	27,04	14	46,67	20,59	74,51
Brosimum allicastrum	7	7,53	0,24	8,58	5	16,67	7,35	23,46
Calliandra riparia	3	3,23	0,04	1,44	3	10,00	4,41	9,08
Cecropia peltata	1	1,08	0,02	0,55	1	3,33	1,47	3,10
Cedrela odorata	1	1,08	0,08	2,84	1	3,33	1,47	5,39

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
<i>Cordia alliodora</i>	2	2,15	0,10	3,64	2	6,67	2,94	8,73
<i>Cupania sp</i>	1	1,08	0,04	1,39	1	3,33	1,47	3,94
<i>Cynophalla tenuisiliqua</i>	1	1,08	0,01	0,29	1	3,33	1,47	2,84
<i>Ficus maxima</i>	1	1,08	0,04	1,47	1	3,33	1,47	4,02
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	2,15	0,02	0,66	2	6,67	2,94	5,75
<i>Luehea seemannii</i>	1	1,08	0,02	0,58	1	3,33	1,47	3,12
<i>Mabea occidentalis</i>	2	2,15	0,02	0,72	1	3,33	1,47	4,34
<i>Machaerium biovulatum</i>	2	2,15	0,05	1,89	2	6,67	2,94	6,98
<i>Machaerium capote</i>	1	1,08	0,01	0,29	1	3,33	1,47	2,84
<i>Machaerium arboreum</i>	1	1,08	0,02	0,63	1	3,33	1,47	3,17
<i>Maclura tinctoria</i>	7	7,53	0,47	16,85	4	13,33	5,88	30,26
<i>Maytenus longipes</i>	1	1,08	0,01	0,43	1	3,33	1,47	2,98
<i>Miconia sp</i>	1	1,08	0,01	0,35	1	3,33	1,47	2,89
<i>Myrcia popayanensis</i>	11	11,83	0,13	4,68	6	20,00	8,82	25,33
<i>Myrosporum frutescens</i>	1	1,08	0,02	0,58	1	3,33	1,47	3,12
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	3	3,23	0,20	7,07	3	10,00	4,41	14,71
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	2	2,15	0,08	2,70	2	6,67	2,94	7,79
<i>Pterocarpus sp</i>	1	1,08	0,02	0,84	1	3,33	1,47	3,39
<i>Spondias mombin</i>	1	1,08	0,12	4,23	1	3,33	1,47	6,78
<i>Tabebuia ochracea</i>	1	1,08	0,03	0,99	1	3,33	1,47	3,54
<i>Toxicodendron striatum</i>	1	1,08	0,03	1,24	1	3,33	1,47	3,78
<i>Trichilia havanensis</i>	1	1,08	0,04	1,51	1	3,33	1,47	4,06
<i>Tropis racemosa</i>	1	1,08	0,01	0,31	1	3,33	1,47	2,86
<i>Urera baccifera</i>	2	2,15	0,04	1,34	2	6,67	2,94	6,43
<i>Zanthoxylum rohiifolium</i>	5	5,38	0,09	3,28	3	10,00	4,41	13,06
Total	93,00	100,00	2,80	100,00	68,00	226,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, se estima una densidad de 310 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 93 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-53**, para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, las especies más abundantes fueron: *Astronium graveolens*(Gusanero) con el 26,88%, equivalente a 25 individuos, seguida por *Myrcia popayanensis* (Sururo) con el 11,82% equivalente a 11 individuos y por *Brosimum allicastrum* (Guaimaro) y *Maclura tinctoria* (Moral) con el 7,53%, equivalente a siete (7) individuos cada uno.

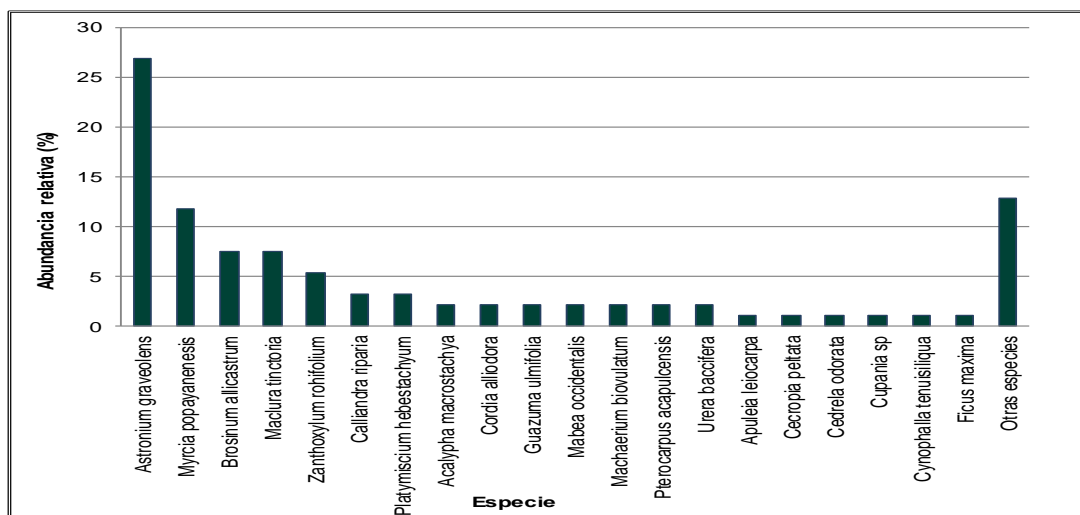


Figura 11-53 Abundancia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Astronium graveolens* (Gusanero) con el 27,04%, seguida por *Maclura tinctoria* (Moral) con el 16,85% y por *Brosimum allicastrum* (Guaimaro), con el 8,58%.

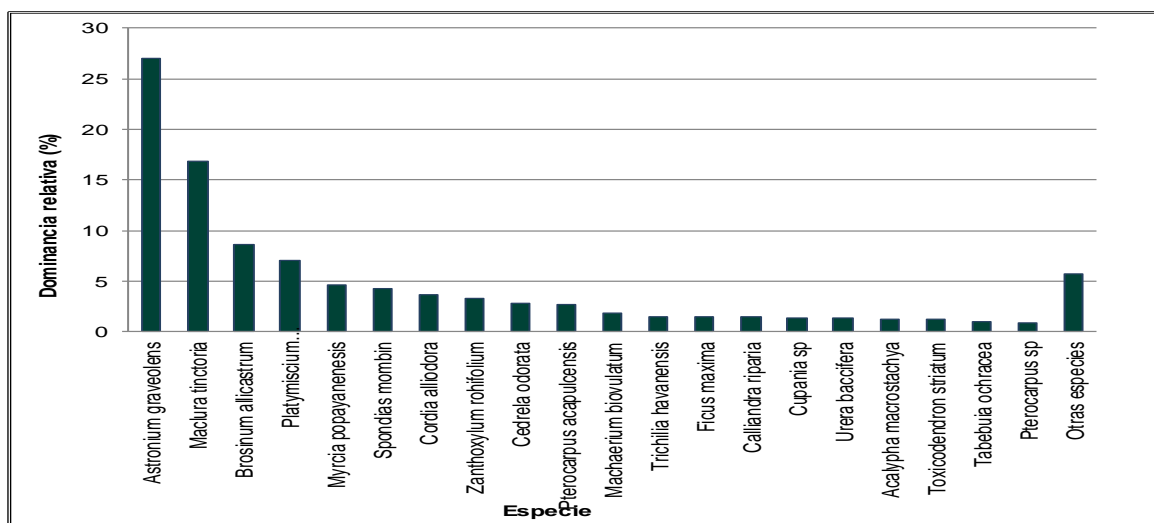


Figura 11-54 Dominancia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Astronium graveolens* (Gusanero) con el 20,58%, seguida por *Myrcia popayanensis* (Sururo) con el 8,82% y por *Brosimum allicastrum* (Guaimaro), con el 7,35%.

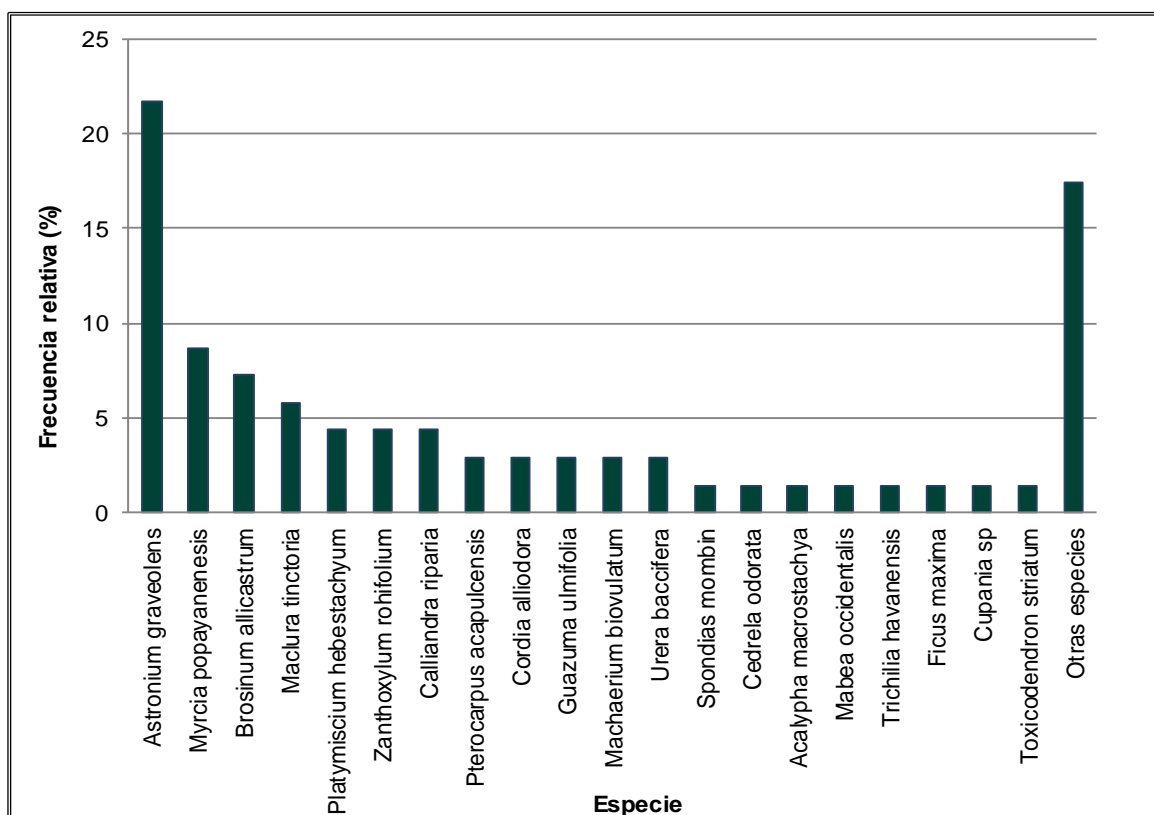


Figura 11-55 Frecuencia relativa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia una (1) especies pertenece a la clase III- Frecuente y una (1) especie pertenece a la clase II –Poco frecuente: *Astronium graveolens* (Gusanero) y *Myrcia popayanensis* (Sururo): las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

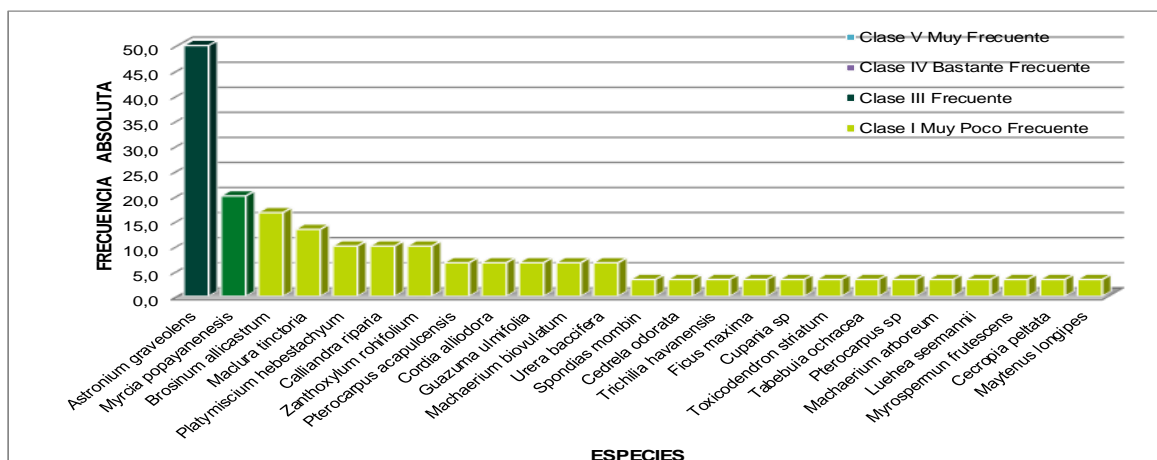


Figura 11-56 Clases de frecuencia Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrigo Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrigo Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: Astronium graveolens (Gusanero) con el 74,51%, seguida por Maclura tinctoria (Moral) con el 30,26% y por Myrcia popayanensis (Sururo), con el 25,33%.

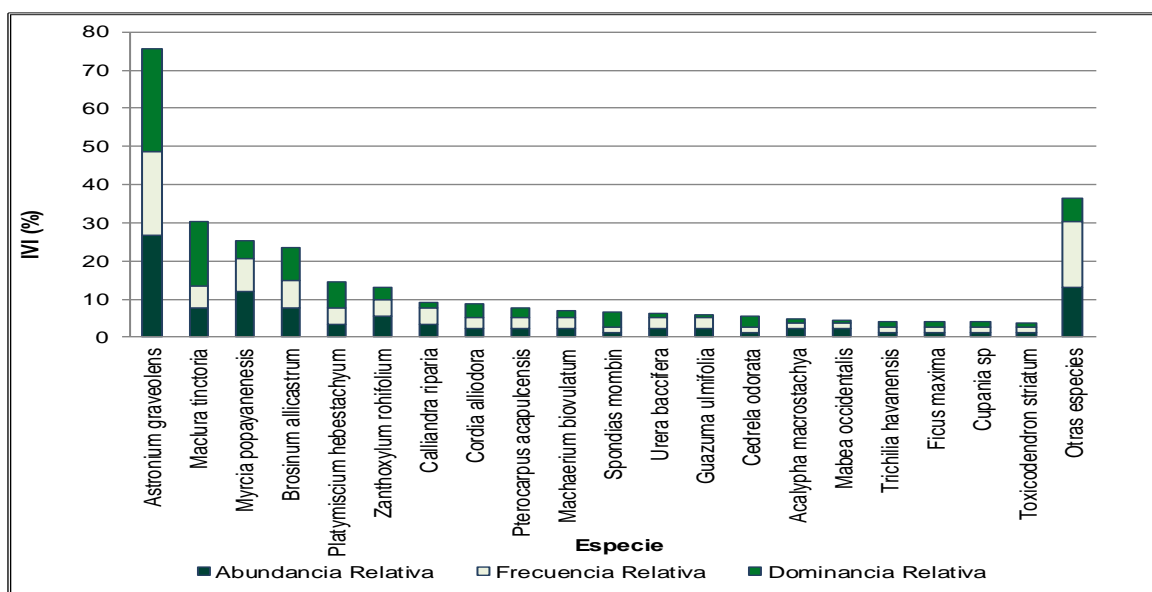


Figura 11-57 Índice de Valor de Importancia Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrigo Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje “y” y de altura comercial en el eje “x”, con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-58**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos no presenta estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas, que correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo como se muestra en el costado derecho de la **Figura 11-58** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

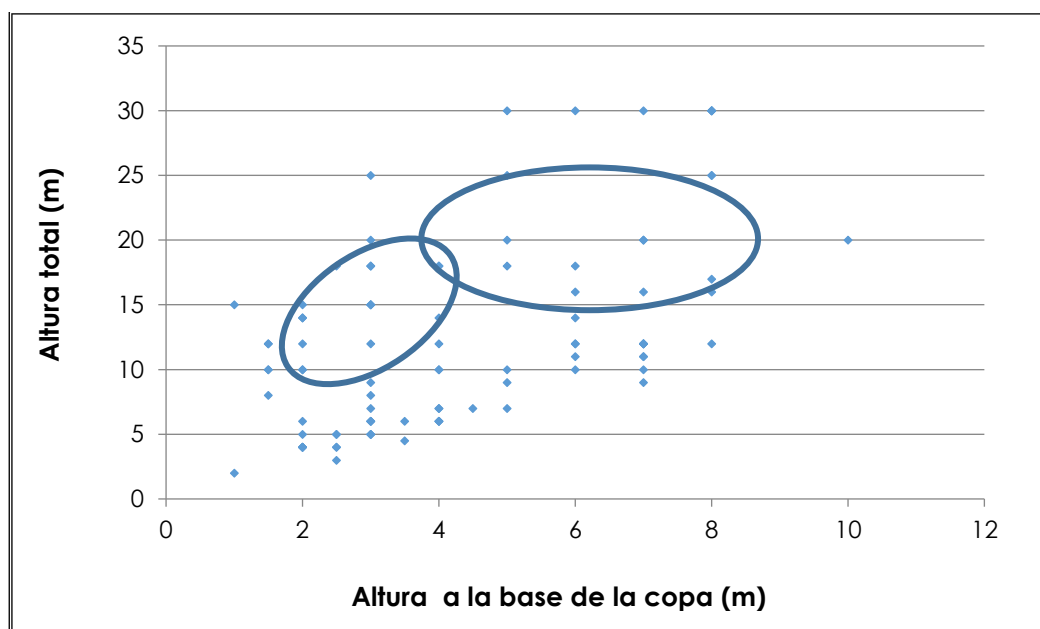


Figura 11-58 Diagrama de Ogawa Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 45,16% (42 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-59**, seguido por el estrato inferior, con árboles entre 12 y 25 m de altura, con el 31,18% (29 individuos), este comportamiento al igual que el observado en el diagrama de Owaga indica que esta es una cobertura de porte medio que ha estado expuesta a la tala selectiva de individuos pues el estrato superior solo lo representan tres (3) especies y siete (7) individuos.

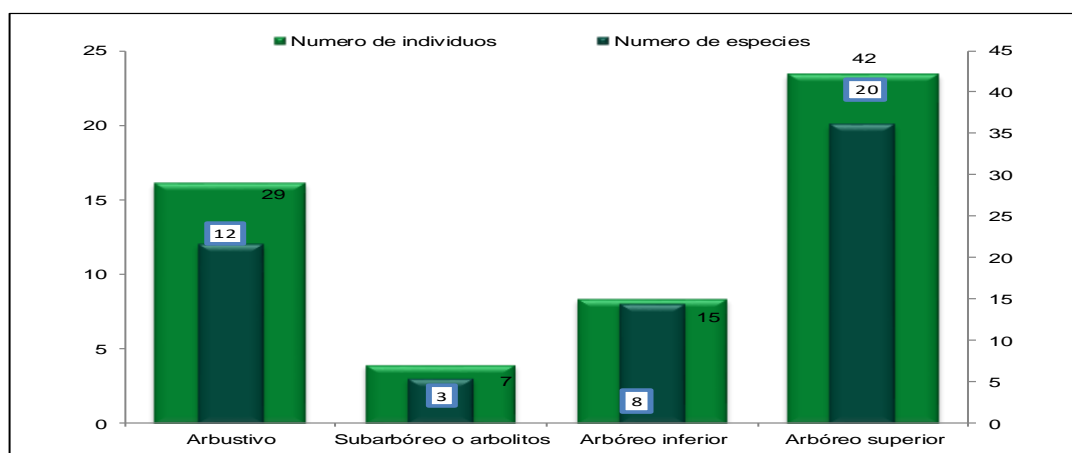


Figura 11-59 Estratificación en la cobertura Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (63,44% - 59 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan siete (7) especies, le sigue la tendencias dispersos (36,56% - 34 individuos y 25 especies)

Tabla 11-48 Distribución espacial de las especies en el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Platymiscium hebestachyum	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Calliandra riparia	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Pterocarpus acapulcensis	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Cordia alliodora	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Machaerium biovulatum	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Urera baccifera	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Spondias mombin	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cedrela odorata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Trichilia havanensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus maxima	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cupania sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Toxicodendron striatum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Tabebuia ochracea	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Pterocarpus sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium arboreum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Luehea seemannii	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Myrospermum frutescens	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cecropia peltata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Maytenus longipes	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Miconia sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Apuleia leiocarpa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Tropis racemosa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cynophalla tenuisiliqua	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium capote	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Astronium graveolens	25	50,000	0,83	0,69	1,20	Especies con Tendencia Agrupamiento
Brosimum allicastrum	7	16,667	0,23	0,18	1,28	Especies con Tendencia Agrupamiento
Zanthoxylum rohifolium	5	10,000	0,17	0,11	1,58	Especies con Tendencia Agrupamiento
Maclura tinctoria	7	13,333	0,23	0,14	1,63	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myrcia popayanensis	11	20,000	0,37	0,22	1,64	Especies con Tendencia Agrupamiento
Acalypha macrostachya	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Mabea occidentalis	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento

Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003). De acuerdo a la regla de Sturges, para esta cobertura se definieron los límites de cada uno de los ocho (8) rangos o clases diamétricas, los cuales se pueden apreciar en la **Tabla 11-49**, en donde el límite de DAP es de 0,45 m y el tamaño de los intervalos es de 0,04. Para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa en la , mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de

una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-49 Estructura diamétrica fustales – Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	38	40,86
0,14	0,19	II	20	21,51
0,19	0,23	III	13	13,98
0,23	0,28	IV	8	8,60
0,28	0,32	V	7	7,53
0,32	0,36	VI	5	5,38
0,37	0,41	VII	1	1,08
0,41	0,45	VIII	1	1,08
TOTAL			93	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

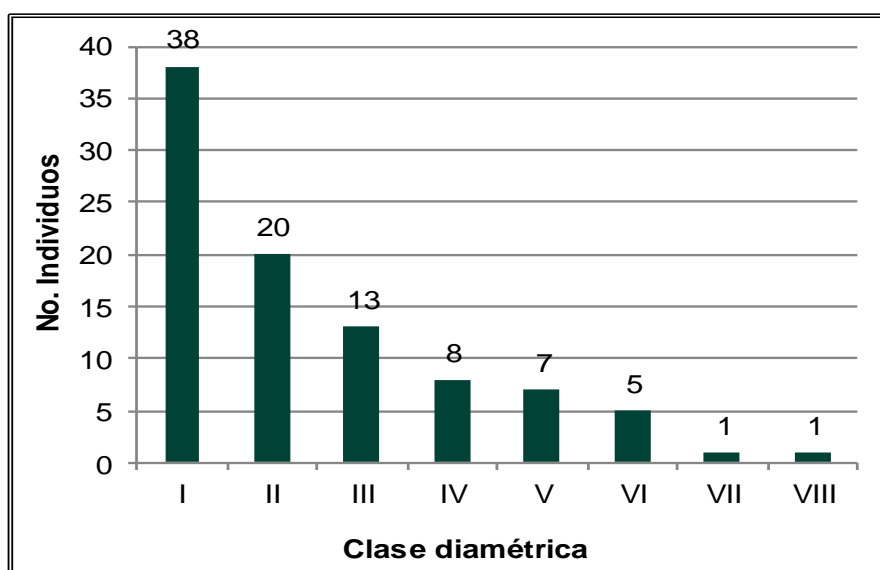


Figura 11-60 Distribución diamétrica Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo. A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Para la regeneración natural del Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se encontraron 104 individuos (50 en estado latizal y 54 en estado brinzal) distribuidos en 13 familias y 23 especies.

Tabla 11-50 Composición florística de la regeneración natural en Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Familia	Nombre común	Especie	No. Individuos
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Gusanero	4
	Toxicodendron striatum	Cedrillo-Sarno	11
Capparaceae	Cynophalla tenuisiliqua	Cynophalla tenuisiliqua	8
Euphorbiaceae	Acalypha macrostachya	Vara negra	1
	Mabea occidentalis	Mabea occidentale	3
Leguminosae	Calliandra riparia	Calliandra riparia	2
	Machaerium biovulatum	Sietecueros	1
	Myrosporum frutescens	Myrosporum frutescens	4
	Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	4
Malpighiaceae	Bunchosia argentea	Naranjuelo	2
Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	1
Moraceae	Brosimum allicastrum	Guaimaro	8
	Maclura tinctoria	Moral	1
Myrtaceae	Mycia sp	Sururillo	1
	Myrcia popayanensis	Sururo	4
	Psidium guajaba	Guayabo	1
Piperaceae	Piper emarginatum	Cordoncillo (Piper emarginatum)	3
	Piper sp	Cordoncillo	26
Polygonaceae	Triplaris americana	Vara santa	4
Rutaceae	Esenbeckia sp	Esenbeckia sp	3
	Zanthoxylum rohiifolium	Tachuelo	1
Sapindaceae	Melicoccus bijugatus	Mamón	10
Urticaceae	Urera baccifera	Ortigo	1
Total general			104

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-51 Índices de diversidad Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Zonobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	11
Especies	32

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Individuos	93
Coeficiente de mezcla	1:6
Dominancia de Simpson	0,10
Shannon_Wiener	-2,829
Margalef	6,84

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 6 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:6; es decir, por cada seis individuos presentes en el arbustal 1 corresponde a la misma especie.

El índice de equidad de Shannon-Weaver indica que del total de especies halladas en campo tienden a ser no similares en términos de abundancia y que la probabilidad de ser escogidas al azar para cada una de ellas es desigual. Lo que indica un grado de diversidad alta en esta cobertura.

En lo que respecta al índice de dominancia de Simpson, este expresó que a pesar de los frecuentes disturbios antropicos en las diferentes coberturas, estas poseen una dinámica sucesional buena, pues en ella encontramos gran variedad de especies que requieren condiciones de micrositio específicas, dando como resultado una cobertura diversa con muy baja dominancia. En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura es diversa.

Análisis ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

El ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, tiene una área a compensar por las intervenciones del proyecto de 82,13 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad media, en el cual se hallaron 93 individuos fustales en 16 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo son *Astronium graveolens* (Gusanero), *Maclura tinctoria* (Moral) y *Myrcia popayanensis* (Sururo). La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Astronium graveolens* (Gusanero), son considerada especies heliofitas durables, la primera es dispersada por el viento y la segunda y tercera por mamíferos y aves, reportándose una atracción alta de fauna silvestre para ella, así mismo, dentro de los usos para las el gusanero y el moral se reporta el de restauración ecológica, por lo cual, serán tenidas en cuenta dentro del listado de especies con las cuales se efectuará la compensación para el medio biótico.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio- alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie 19 de las 32 especies encontradas en el estado fustal.

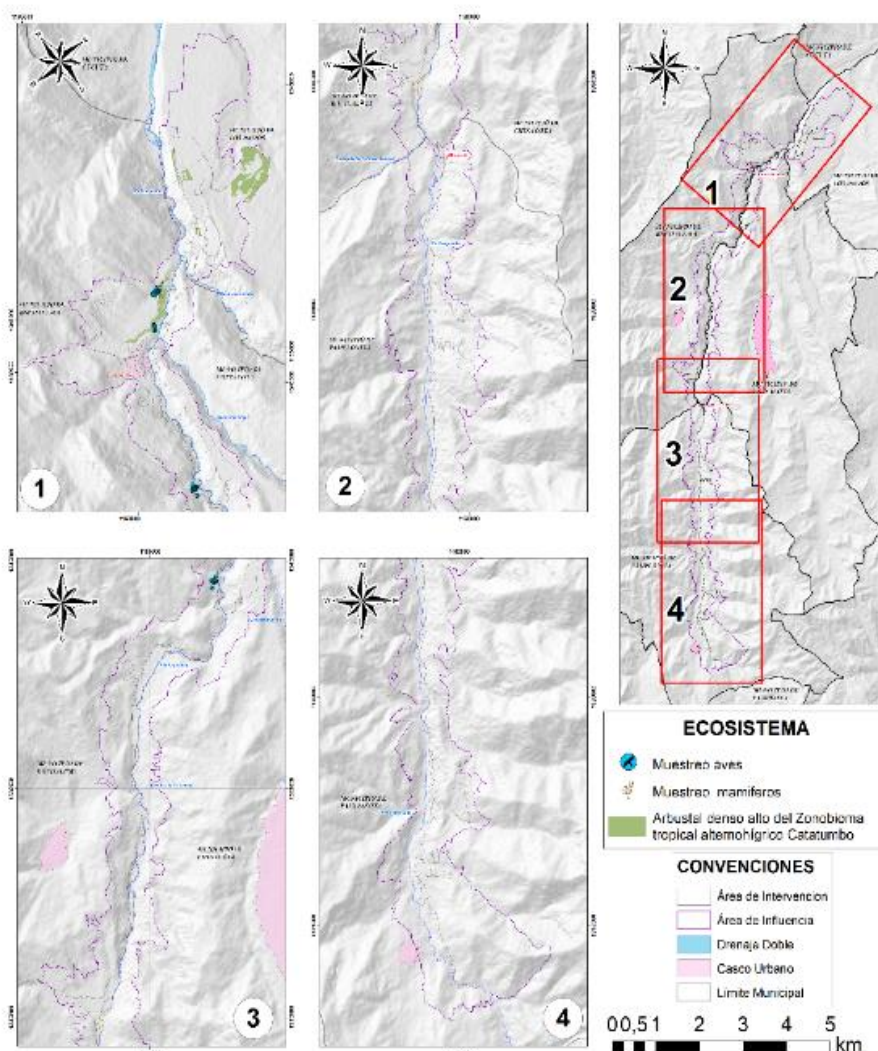


Figura 11-61 Muestreo de fauna en el ecosistema Arbustal denso alto del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el arbustal denso alto (**Tabla 11-52**), se identificaron dos especies de mamíferos lo que corresponde al 1% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron dos individuos distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005); además se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-52 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	7	0,35	Omn
CARNIVORA	Felidae	Leopardus sp.	H	1	0,05	Car

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Los únicos órdenes presentes en el área de compensación fueron Didelphimorphia con una familia y una especie y Carnivora con una familia y una especie. Se debe resaltar que en cuanto a abundancia, el orden más representativo fue Didelphimorphia con siete individuos detectados; mientras que Carnivora está representado por el registro de un solo individuo.

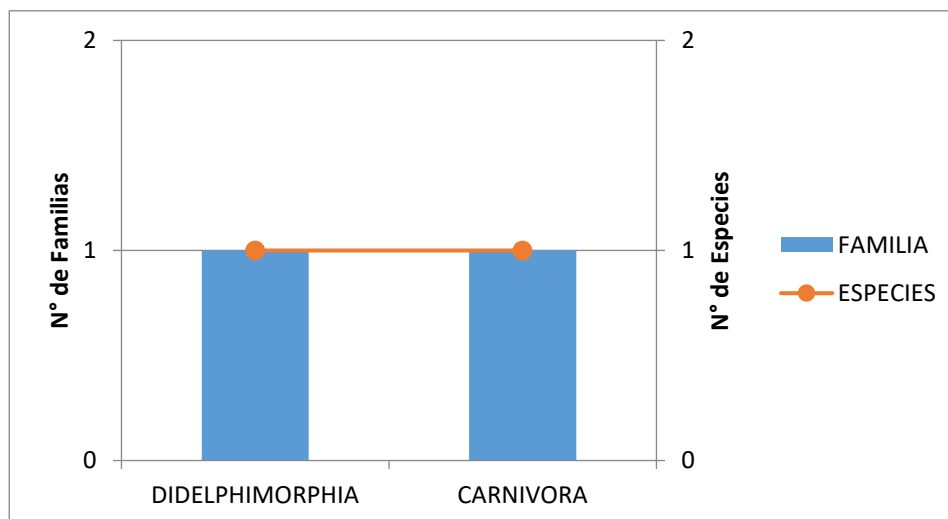


Figura 11-62 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ **Diversidad**

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-53 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohígrico Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	2
Individuals	8
Dominance D	0,7813
Shannon H	0,3768
Simpson 1-D	0,2188
Margalef	0,4809
Equitability J	0,5436
Fisher alpha	0,8559

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-179**, para el arbustal denso alto se registraron dos especies y ocho individuos. Con los datos anteriores se pudieron obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,7813, el cual es un valor alto indicando que en este ecosistema existe dominancia de una especie, además, el índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0,5436 soportando el resultado arrojado por el índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos para Shannon con un valor de 0,3768, Margalef con un valor de 0,4809 y alpha de Fisher con un valor de 0,8559 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el

actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del zonobioma tropical alternohigrócatatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son de hábito arbustivo/sotobosque (Arb/S) (50%) y hábitos arbóreo/arbustal/sotobosque (Arbo/Arb/S) (50%).

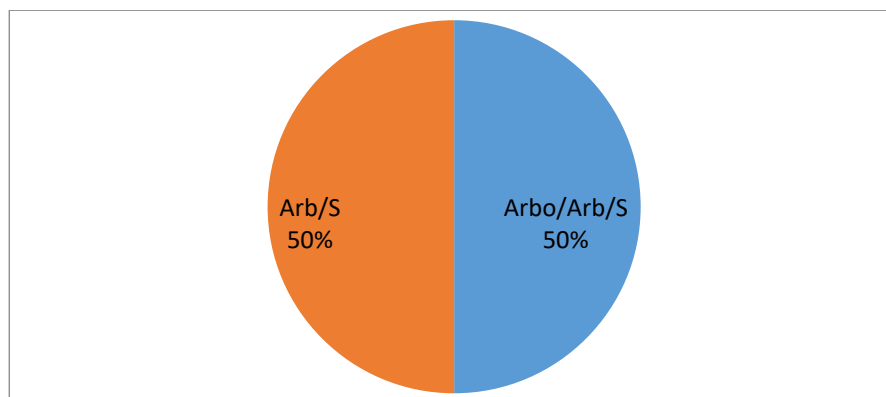


Figura 11-63 Distribución vertical de los mamíferos en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel

pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se usaron dos categorías: Omnívoros (Omn) y Carnívoro (Car).

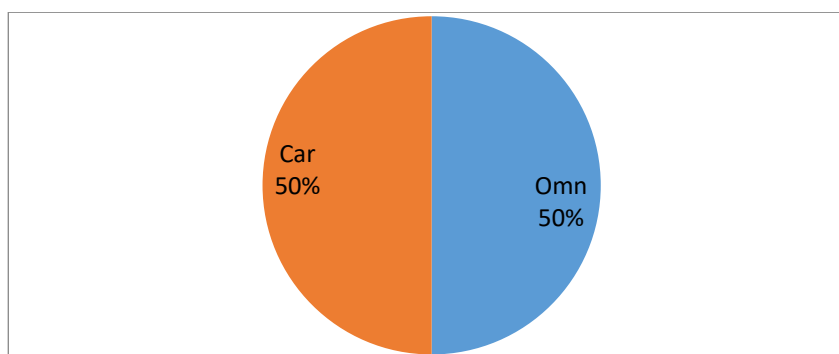


Figura 11-64 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales

pequeños incluso en descomposición. Este gremio también estuvo representado por el 14% del total de las especies registradas para el área de compensación. La especie registrada fue: *Didelphis marsupialis*.

Carnívoro: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan principalmente de otras especies como mamíferos pequeños, medianos y otros vertebrados. La importancia de los miembros de este gremio radica en que son controladores de poblaciones que podrían generar un desbalance en el ecosistema si su crecimiento poblacional no es controlado (Flemming *et al.*, 1987). La especie registrada fue: *Leopardus sp.*

○ Especies de interés

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017), tampoco se registraron especies endémicas o casi endémicas para Colombia. Sin embargo si se registró una especie, *Leopardus sp.* en el apéndice II CITES (2017).

Aves

○ Composición y riqueza

Para el arbustal denso alto, se identificaron 35 especies de aves, además se registraron 100 individuos distribuidos en 14 familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-54 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
GALLIFORMES	Cracidae	Ortalis ruficauda	O	3	0,15	Fru /Gra/ Ins/ Her
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	4	0,2	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Piaya cayana	O	1	0,05	Ins
PICIFORMES	Picidae	Melanerpes rubicapillus	O	2	0,1	Ins/ Fru
PICIFORMES	Picidae	Veniliornis kirkii	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Cranioleuca subcristata	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Xiphorhynchus triangularis	O/C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Dendrocicla fuliginosa	C	3	0,15	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Camptostoma obsoletum	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Mionectes oleagineus	O/C	4	0,2	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiodynastes maculatus	O	2	0,1	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Zimmerius chrysops	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiopagis gaimardii	C	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Pipridae	Ceratopipra erythrocephala	O/C	17	0,85	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Chiroxiphia lanceolata	O/C	8	0,4	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tityridae	Pachyrhamphus cinnamomeus	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Vireo olivaceus	O	3	0,15	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Icterus chrysater	O/C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Turdidae	Turdus nudigenis	O/C	3	0,15	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara girella	O	3	0,15	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cayana	O/C	4	0,2	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	5	0,25	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Coereba flaveola	O/C	3	0,15	Nec/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Cyanerpes cyaneus	O	1	0,05	Ins/ Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanicollis	O/C	3	0,15	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara guttata	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	3	0,15	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Habia rubica	O	2	0,1	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	3	0,15	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga fusca	O	1	0,05	Ins/ Fru

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga castanea	O	1	0,05	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó tres familias y 10 especies. Seguido de los Columbiformes con una familia y dos especies, al igual que Cathartiformes y Piciformes; los demás órdenes presentaron una familia y una especie.

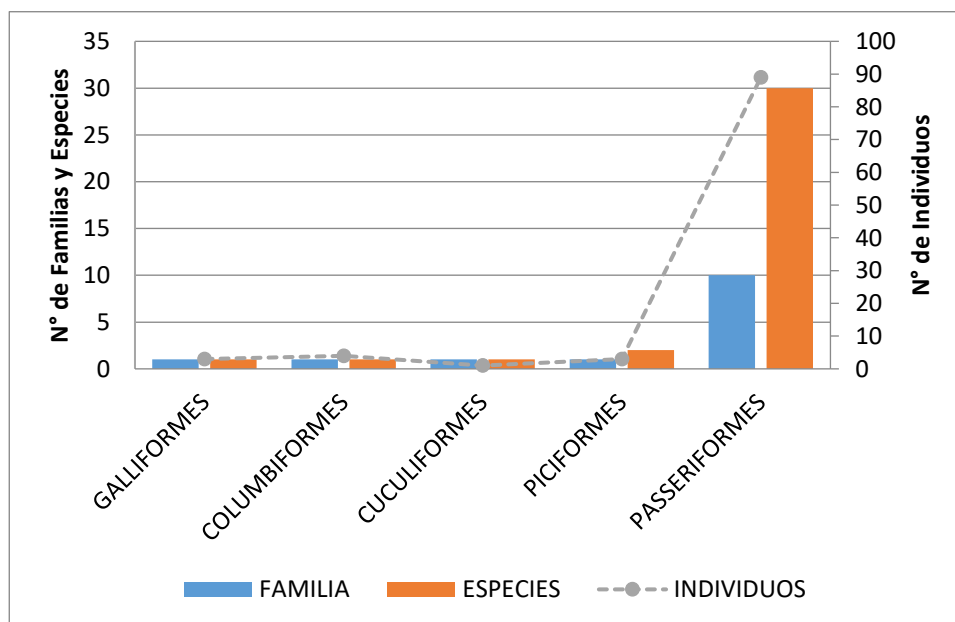


Figura 11-65 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-55 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda
Taxa S	35
Individuals	100
Dominance D	0,0564
Shannon H	3,251
Simpson 1-D	0,9436
Margalef	7,383
Equitability J	0,9143
Fisher alpha	19,14

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el arbustal denso alto se registraron 35 especies y 100 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,0564, el cual es un valor muy bajo del índice indicando que en este ecosistema no existe dominancia por parte de una especie, contrario a lo esperado el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9143, esto quiere decir que aunque se presenta dominancia de una especie, la probabilidad de ocurrencia de las otras especies es similar para todas aquellas que hagan uso de la misma.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,251, mientras que Margalef presenta un valor alto de 7,383 y alpha de Fisher con un valor de 19,14 concordando con los resultados obtenidos para los índices de dominancia y equitabilidad.

- **Relación ecológica de las aves con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrico catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente puesto que las condiciones climáticas durante la etapa de campo fueron desfavorables para la detección de algunas aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El arbustal denso alto, al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio y de encontrarse especies de hábitos restringidos se debe a la presencia de otros ecosistemas boscosos en sus alrededores, por lo cual los arbustales se convertirían en zonas de paso hacia ecosistemas con mayor disponibilidad de recursos.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, como era de esperarse, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (37%).

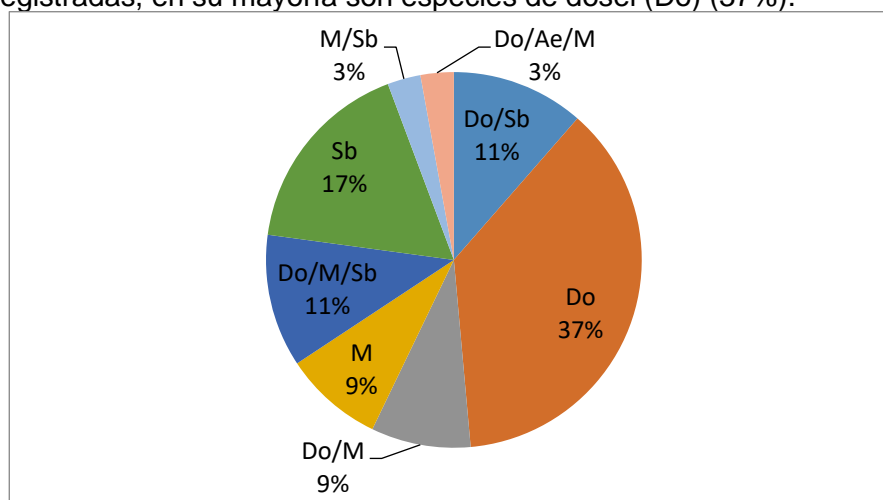


Figura 11-66 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de arbustal denso alto se presentaron seis categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Nectarívoro (Nec), Herbívoro (Her) y Granívoro (Gra).

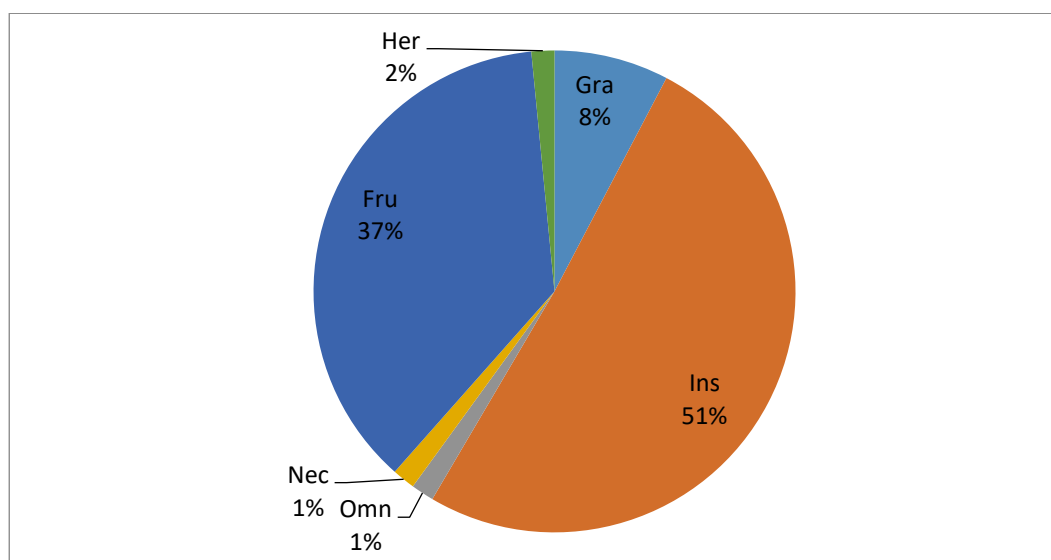


Figura 11-67 Grupos tróficos de las aves encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las especies de aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.4 Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar (Fotografía 11-22), se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-68** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-22 Vista de las coberturas del ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

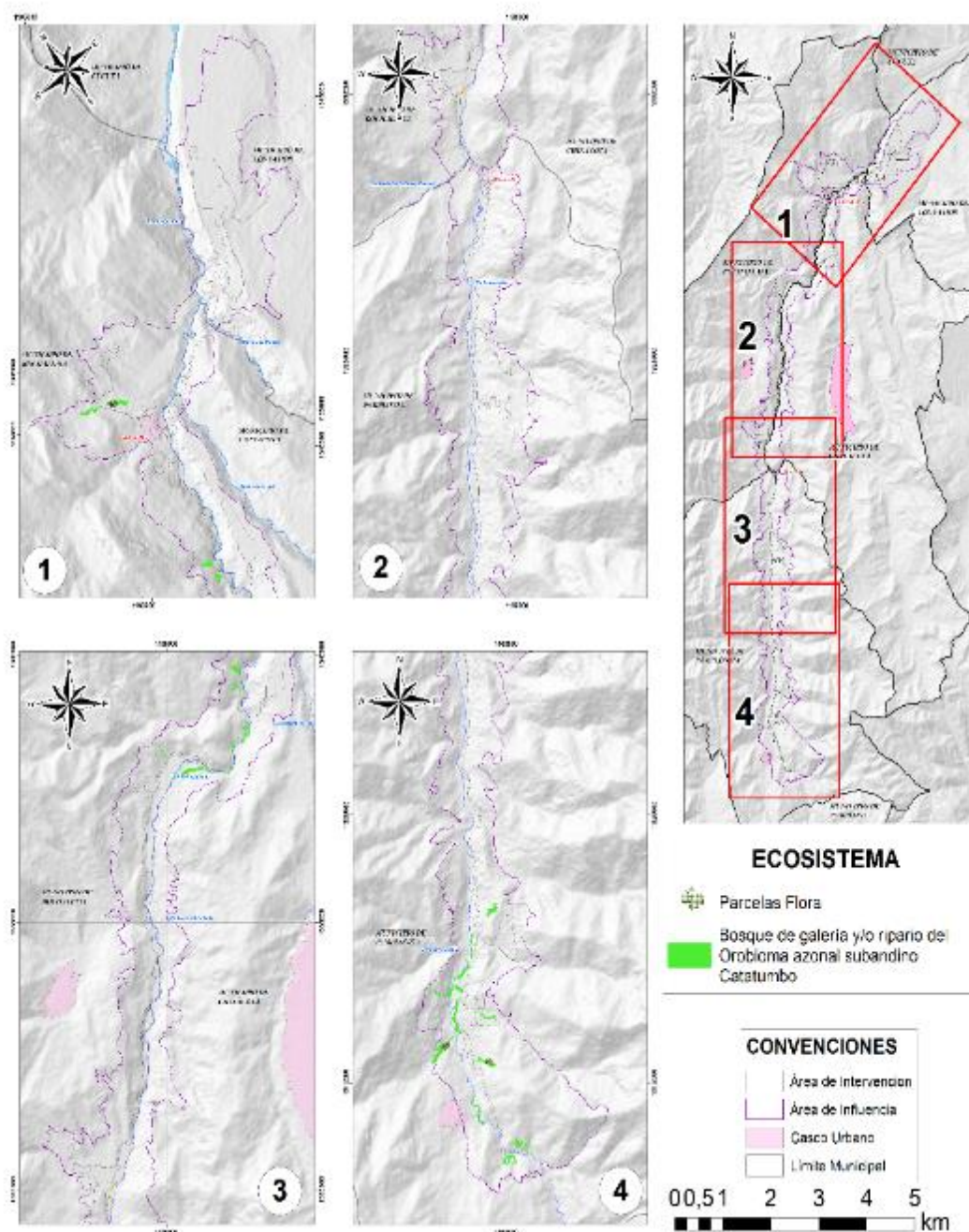


Figura 11-68 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la **Tabla 11-56**.

Tabla 11-56 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	D1	1158714,73	1315674,91	1158763,15	1315697,41
	D2	1159661,00	1315377,00	1159620,00	1315389,00
	D3	1161820,80	1343323,03	1161863,59	1343300,50

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 19 familias, 30 géneros los cuales están representadas por nueve especies y 128 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-57**, la familia con mayor número de individuos es Leguminosae con 22 individuos, los cuales pertenecen a cuatro especies, donde Inga (Guamo) es la más abundante con 15 individuo, seguida esta, por las familias Euphorbiaceae y Sapindaceae cada una con 21 y 15 individuos correspondientes a dos (2) especies, le sigue en orden de abundancia la familia Malvaceae, con 14 individuos.

Tabla 11-57 Composición florística Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Trichanthera gigantea	Trichanthera	Acanthaceae	Yatago/Madreagua	4
Anacardium excelsum	Anacardium	Anacardiaceae	Caracoli	1
Spondias mombin	Spondias		Hobo	2
Guateria cestriifolia	Guatteria	Annonaceae	Loro/Loro amarillo	2
Dendropanax arboreus	Dendropanax	Araliaceae	Matapalo/Candilero	1
Montanoa quadrangularis	Montanoa	Asteraceae	Anime	1
Acalypha macrostachya	Acalypha	Euphorbiaceae	Vara Negra	5
Croton hibiscifolius	Croton		Mosquero	16
Apuleia leiocarpa	Apuleia		Guamocacho	2
Erythrina poepigiana	Erythrina		Ceibo/Anaco	4
Inga psittacorum	Inga		Guamo chinivo	15
Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	Leguminosae	Tecon	1

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Vismia baccifera	Vismia	Hypericaceae	Aguacacho/Carate/Manchador	1
Persea caerulea	Persea	Lauraceae	Curomacho/Aguacatillo	4
Phoebe sp	Phoebe		Cenizo/Lapiz	1
Bunchosia argentea	Bunchosia	Malpighiaceae	Naranjuelo	2
Guazuma ulmifolia	Guazuma	Malvaceae	Guacimo	3
Heliocarpus americanus	Heliocarpus		Majao/Majamorro/Majagua	11
Cedrela odorata	Cedrela	Meliaceae	Cedro/Cedro rosado	1
Trichilia havanensis	Trichilia		Palomito	6
Ficus habrophylla	Ficus		Uvón	3
Ficus obtusifolia			Uvo blanco	1
Ficus soatensis			Chipio	1
Maclura tinctoria	Maclura	Moraceae	Dinde/Moral	1
Calycolpus moritzianus	Calycolpus	Myrtaceae	Arrayán / Cinaro	1
Myrcia popayanensis	Myrcia		Sururo/Sururillo	5
Fraxinus chinensis	Fraxinus	Oleaceae	Urapan	3
Myrsine guianensis	Myrsine	Primulaceae	Cucharo/ Cucharo colorado	5
Cupania latifolia	Cupania	Sapindaceae	Arévalo/Guacharaco	14
Melicoccus bijugatus	Melicoccus		Mamón/Mamoncillo	1
Actinus arborescens	Acnistus	Solanaceae	Tococo	4
Myriocarpa stipitata	Myriocarpa	Urticaceae	No registra	4
Urera caracasana	Urera		Ortigo	2
Total				128

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-58 Parámetros estructurales Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas			
					donde aparece			
Acalypha macrostachya	5	3,906	0,05	0,74	5	16,67	5,26	9,91
Actinus arborescens	4	3,125	0,06	0,77	3	10,00	3,16	7,05
Anacardium excelsum	1	0,781	0,68	9,44	1	3,33	1,05	11,28
Apuleia leiocarpa	2	1,563	0,28	3,93	1	3,33	1,05	6,54

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
Bunchosia argentea	2	1,563	0,07	0,98	2	6,67	2,11	4,65
Calycolpus moritzianus	1	0,781	0,04	0,62	1	3,33	1,05	2,46
Cedrela odorata	1	0,781	0,01	0,19	1	3,33	1,05	2,02
Croton hibiscifolius	16	12,500	0,20	2,73	11	36,67	11,58	26,81
Cupania latifolia	14	10,938	0,74	10,32	9	30,00	9,47	30,73
Dendropanax arboreus	1	0,781	0,02	0,29	1	3,33	1,05	2,12
Erythrina poeppigiana	4	3,125	0,82	11,48	3	10,00	3,16	17,76
Ficus habrophylla	3	2,344	0,21	2,93	3	10,00	3,16	8,43
Ficus obtusifolia	1	0,781	0,09	1,27	1	3,33	1,05	3,11
Ficus soatensis	1	0,781	0,05	0,70	1	3,33	1,05	2,53
Fraxinus chinensis	3	2,344	0,20	2,84	3	10,00	3,16	8,34
Guateria cestriifolia	2	1,563	0,28	3,89	2	6,67	2,11	7,56
Guazuma ulmifolia	3	2,344	0,06	0,87	3	10,00	3,16	6,37
Heliocarpus americanus	11	8,594	0,53	7,37	4	13,33	4,21	20,17
Inga psittacorum	15	11,719	1,25	17,37	9	30,00	9,47	38,57
Maclura tinctoria	1	0,781	0,06	0,78	1	3,33	1,05	2,62
Melicoccus bijugatus	1	0,781	0,01	0,12	1	3,33	1,05	1,95
Montanoa quadrangularis	1	0,781	0,02	0,23	1	3,33	1,05	2,07
Myrcia popayanensis	5	3,906	0,11	1,55	5	16,67	5,26	10,71
Myriocarpa stipitata	4	3,125	0,05	0,70	2	6,67	2,11	5,93
Myrsine guianensis	5	3,906	0,18	2,56	5	16,67	5,26	11,73
Persea caerulea	4	3,125	0,27	3,70	3	10,00	3,16	9,98
Phoebe sp	1	0,781	0,04	0,54	1	3,33	1,05	2,38
Pterocarpus acapulcensis	1	0,781	0,01	0,15	1	3,33	1,05	1,99
Spondias mombin	2	1,563	0,30	4,19	1	3,33	1,05	6,81
Trichanthera gigantea	4	3,125	0,26	3,60	4	13,33	4,21	10,94
Trichilia havanensis	6	4,688	0,15	2,11	3	10,00	3,16	9,95
Urera caracasana	2	1,563	0,04	0,59	2	6,67	2,11	4,26
Vismia baccifera	1	0,781	0,03	0,45	1	3,33	1,05	2,29
Total	128,00	100,00	7,19	100,00	95,00	316,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 426 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 128 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-69**, para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: *Croton hibiscifolius* con el 12,50%, equivalente a 16 individuos, seguida por *Inga psittacorum* y *Cupania latifolia* con el 11,72% y 10,94% equivalente a 15 y 14 individuos cada uno y *Heliocarpus americanus* con el 8,59%, equivalente a 11 individuos cada uno. Estas cuatro especies representan el 43,7% de la abundancia total de las especies y son características de formaciones secundarias.

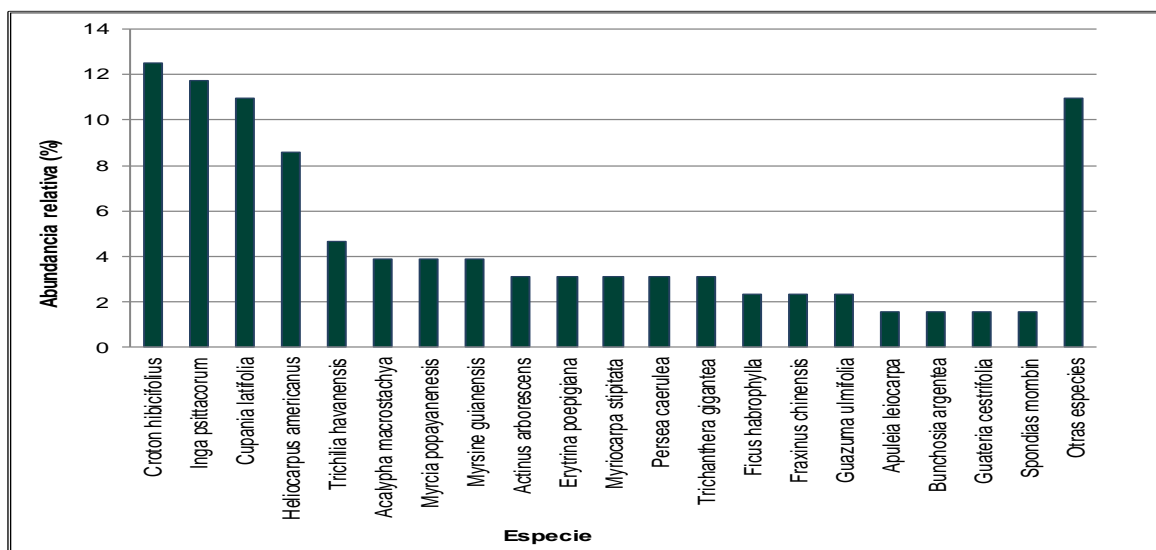


Figura 11-69 Abundancia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Dominancia

En la figura se observa la distribución de la dominancia en la cobertura, este índice evidencia el porte de cada especie dentro de estos ecosistemas, para su evaluación se utilizó el área basal como medida de ocupación de cada individuo. Para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Inga psittacorum* con el 17,37%, seguida por *Erythrina poeppigiana* con el 11,48%, *Cupania latifolia* con el 10,32% y *Anacardium excelsum* con el 9,44% cada uno. Estas especies representan el 48,61% de la dominancia total.

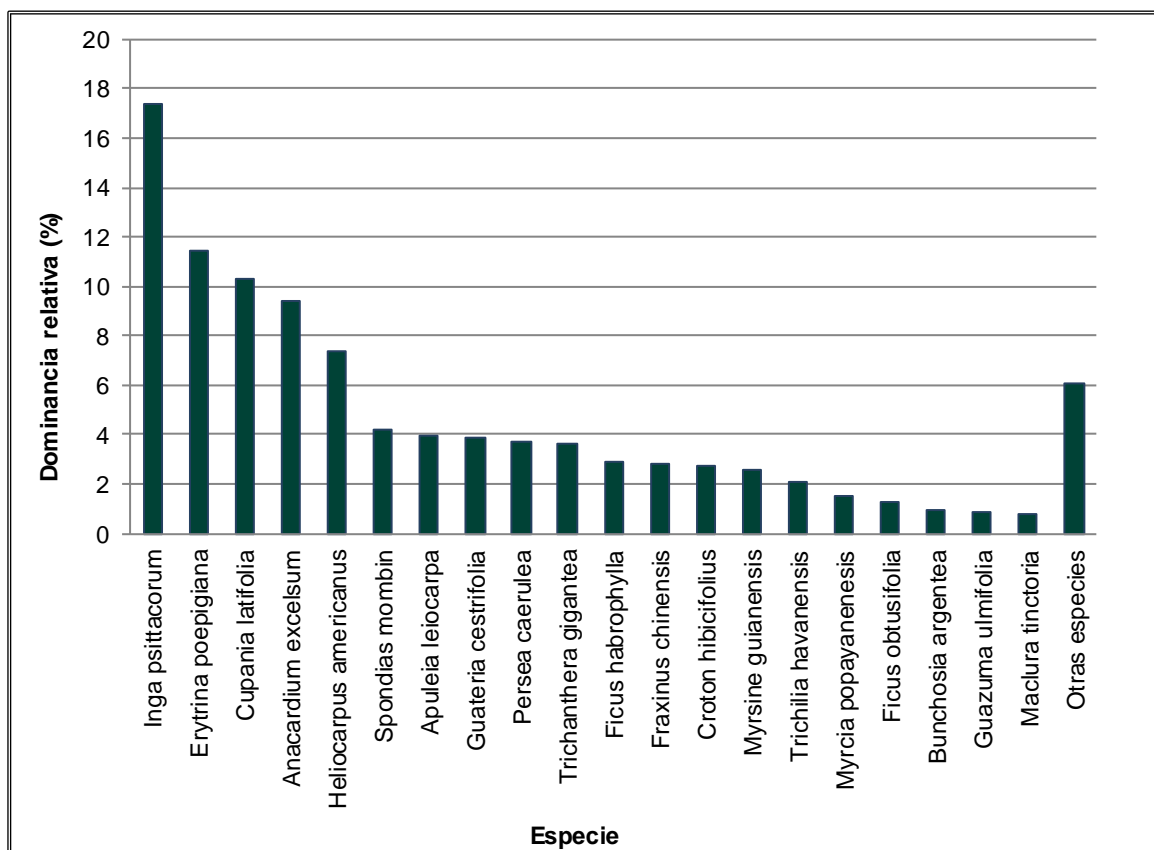


Figura 11-70 Dominancia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Frecuencia

La frecuencia absoluta determina la existencia o no de una especie en una subparcela, siendo el 100% la existencia de dicha especie en todas las parcelas; la frecuencia relativa entonces, indica su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies y es una medida de la presencia, y sus valores dan una idea de la homogeneidad florística del bosque. En general las especies presentes en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo tienen valores bajos de frecuencia absoluta, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Croton hibiscifolius* con el 11,58%, seguida por *Inga psittacorum* y *Cupania latifolia* con el 9,47% cada una y *Acalypha macrostachya* con el 5,26% (Ver **Figura 11-71**). Para la barra de otras especies se presenta una diferencia sutil con la más frecuente, lo cual indica una distribución más heterogénea y baja frecuencia de estas en las parcelas establecidas en campo.

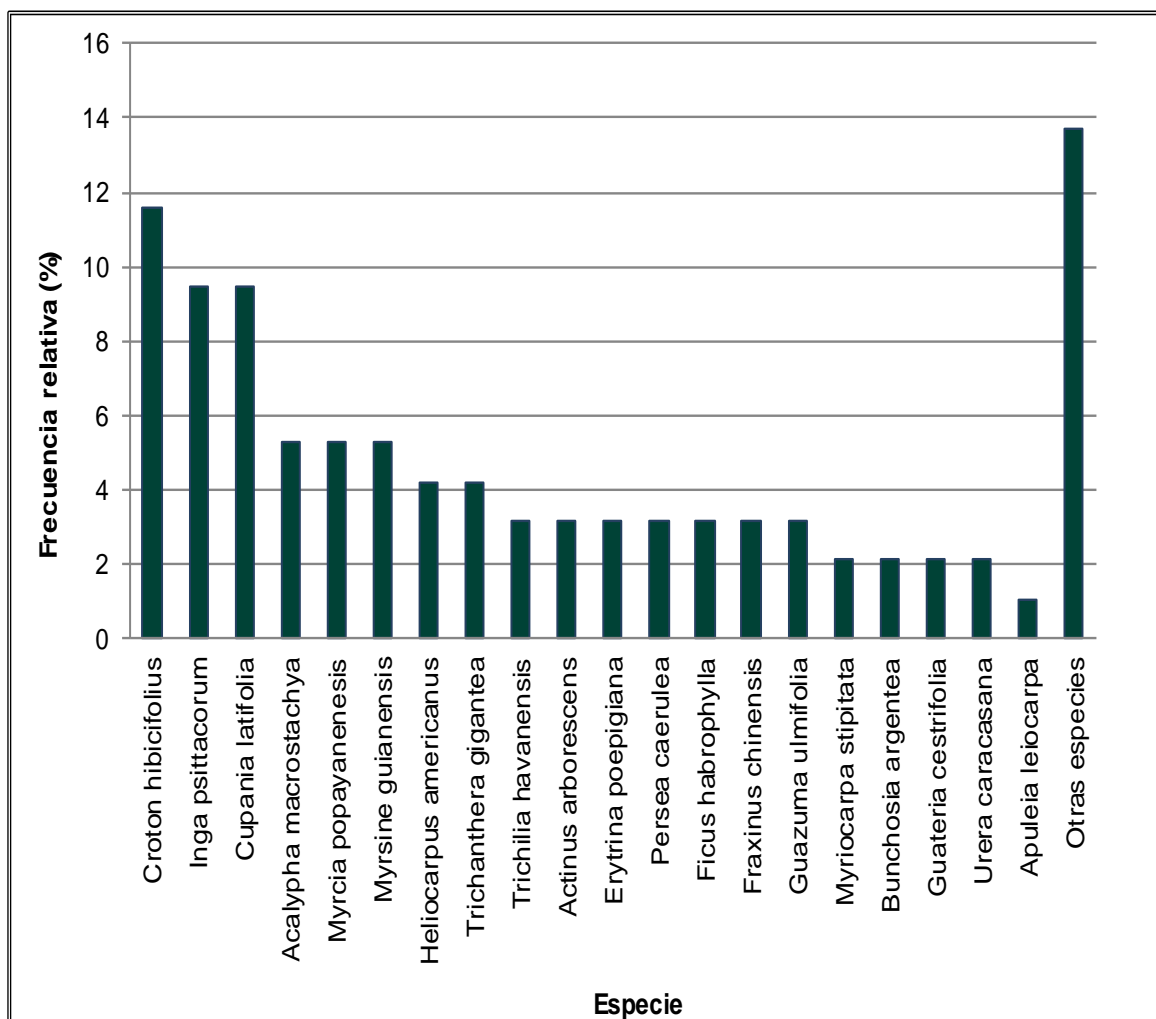


Figura 11-71 Frecuencia relativa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

En cuanto al histograma de frecuencias (Ver Figura 11-72) para las especies encontradas en la cobertura de bosque ripario, se evidencia que las especies *Croton hibicifolius*, *Inga psittacorum* y *Cupania latifolia* se encuentra en la Clase II, que indica que son una especie poco frecuentes, mientras que el resto de especies se encuentran en la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la media diversidad de especies encontradas en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo-

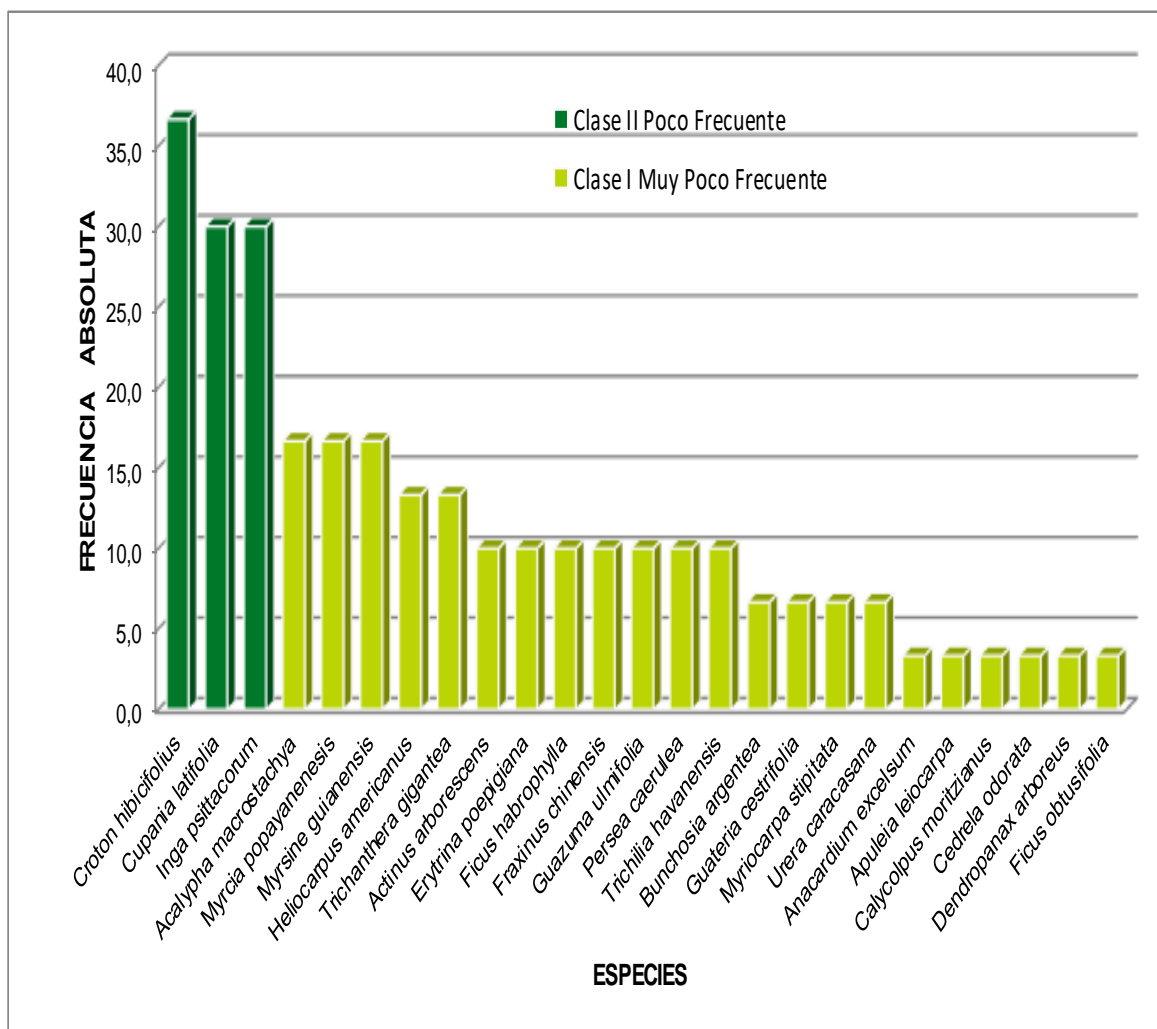


Figura 11-72 Clases de frecuencia Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para determinar el comportamiento horizontal dentro del Bosque ripario se hace un análisis aplicando la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por (Lamprecht, 1990), la cual es una medida de cuantificación para asignar a cada especie una categoría de importancia, se obtiene luego de sumar la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Área basal). En el caso del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Inga psittacorum* con el 38,56%, seguida por *Cupania latifolia* con el 30,73% y *Croton hibiscifolius* con 26,81% La valoración de estas especies como las más importantes es reflejo de las características de bosque secundario que presenta la cobertura, además entre ellas se presenta una

importancia similar pues no existe una variación marcada en los valores que toma el índice evaluado.

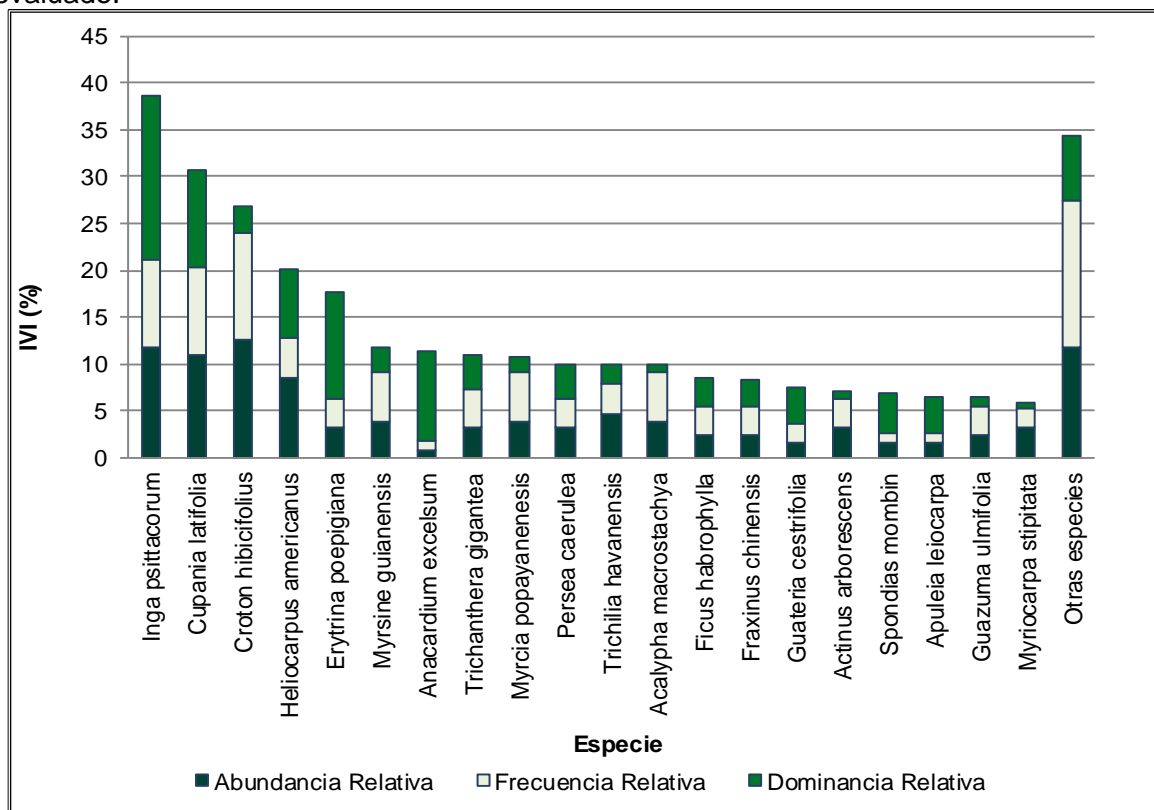


Figura 11-73 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

En la **Figura 11-74**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, observándose una presencia de individuos continua en el rango de alturas que comprende los estratos inferior y subarboreo; en la **Figura 11-74** se observa el desarrollo sucesional que presenta la vegetación, donde predomina individuos con alturas promedio de 12 m. En la figura también se observa que el estrato superior se presenta de manera dispersa y con pocos individuos estos superan los 24 m, este grupo emergente muestra las mayores alturas expresadas dentro de la unidad

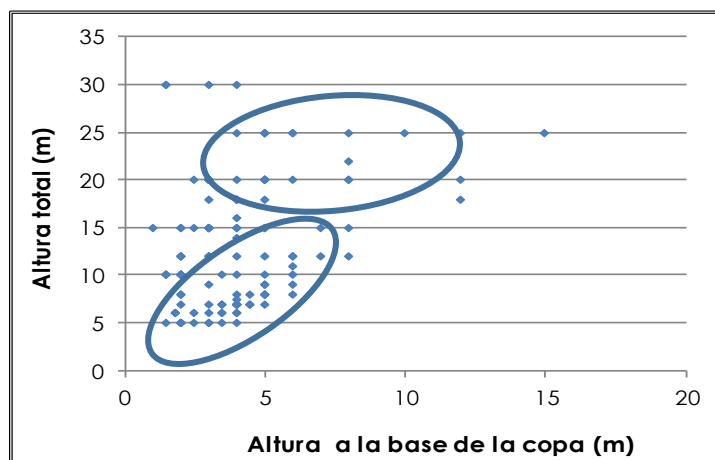


Figura 11-74 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

La metodología de estratificación aplicada a la cobertura evaluada, permite la diferenciación de cuatro estratos; arboreo superior (≥ 25 m), arbóreo inferior o codominante (12 a 25 m), estrato subarboreo o arbolitos (dominado) con alturas de 5 a 12 m y arbustivo o suprimido (1,5 a 5 m), en la **Figura 11-75**, se encontró que hay una mayor concentración de individuos en el estrato subarboreo o arbolitos con 59 individuos (46,09%) y el arbóreo inferior con 55 arbolitos (42,97%). El estrato arbustivo solo está representado por 10 individuos (7,81%) y el superior por cuatro individuos (3,13%). Esto corresponde generalmente a bosques de sucesiones secundarias en donde predominan árboles con una altura total de 12 m.

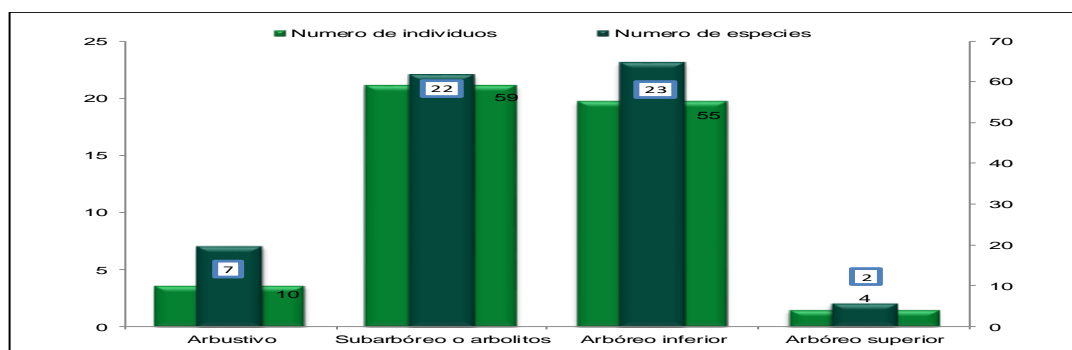


Figura 11-75 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino

Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (55,47% - 71 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan 10 especies, le sigue la tendencias dispersos (35,94% - 46 individuos y 22 especies) y solo hay una especie con tendencia agrupada representada por 11 individuos (8,59%)

**Tabla 11-59 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del
Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.**

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Myrsine guianensis	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Myrcia popayanensis	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Acalypha macrostachya	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Trichanthera gigantea	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Ficus habrophylla	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Fraxinus chinensis	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Guateria cestrifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Bunchosia argentea	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Urera caracasana	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Anacardium excelsum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus obtusifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Maclura tinctoria	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus soatensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Calycolpus moritzianus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Phoebe sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Vismia baccifera	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Dendropanax arboreus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Montanoa quadrangularis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cedrela odorata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Pterocarpus acapulcensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Melicoccus bijugatus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Croton hibicifolius	16	36,667	0,53	0,46	1,17	Especies con Tendencia Agrupamiento
Erytrina poepigiana	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Persea caerulea	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Actinus arborescens	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cupania latifolia	14	30,000	0,47	0,36	1,31	Especies con Tendencia Agrupamiento
Inga psittacorum	15	30,000	0,50	0,36	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia havanensis	6	10,000	0,20	0,11	1,90	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myriocarpa stipitata	4	6,667	0,13	0,07	1,93	Especies con Tendencia Agrupamiento
Spondias mombin	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Apuleia leiocarpa	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Heliocarpus americanus	11	13,333	0,37	0,14	2,56	Especies Agrupadas
Convenciones: Na: Número de Árboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución por clases diamétricas es un indicador del estado de los bosques y el desarrollo de las especies dentro del mismo. Esta unidad de cobertura se comporta diamétricamente como una comunidad disetánea, en donde la tendencia de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases y muy pocos en las últimas clases, tal y como se aprecia en la Figura 11-9 lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos. De esta manera el diámetro promedio está en 22,6 cm y el diámetro es de 92,9 cm.

Para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa en la **Tabla 11-60**, mostrando una distribución en forma de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases con tendencia a la disminución en clases superiores, es importante destacar que las ultimas cuatro clases solo están representadas por un individuo. La clase I concentra el 59,38% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales se encuentran dentro del rango de 10 a 20 cm de diámetro. La vegetación de mayor porte arbóreo solamente registra el 0,78% del total.

Tabla 11-60 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,20	I	76	59,38
0,20	0,31	II	25	19,53
0,31	0,41	III	14	10,94
0,41	0,52	IV	8	6,25
0,52	0,62	V	2	1,56
0,62	0,73	VI	1	0,78
0,73	0,83	VII	1	0,78
0,83	0,94	VIII	1	0,78
TOTAL			128	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

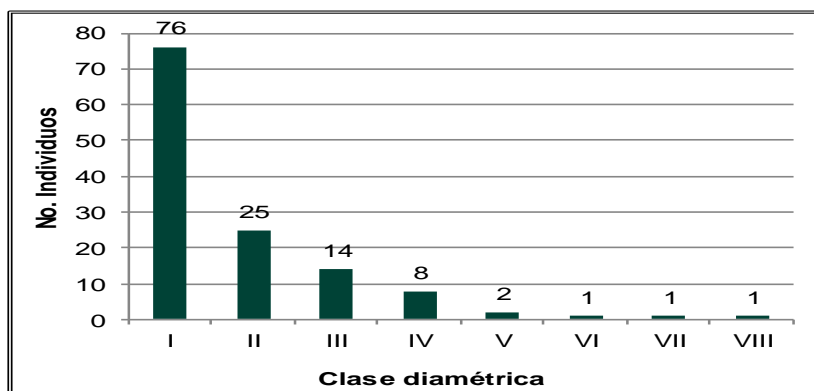


Figura 11-76 Distribución diamétrica Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Regeneración natural Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se encontraron 100 individuos (36 en estado latizal y 64 en estado brinzal) distribuidos en 20 familias y 24 especies.

Tabla 11-61 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
ACANTHACEAE	Trichanthera gigantea	Yatago/Madreagua	1
ANNONACEAE	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	1
ASTERACEAE	Montanoa quadrangularis	Anime	1
BURSERACEAE	Protium apiculatum	No registra	1
EUPHORBIACEAE	Acalypha macrostachya	Vara Negra/Carrasposo	8
	Croton hibicifolius	Mosquero	6
LAURACEAE	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	2
LEGUMINOSAE	Senna bacillaris	Frijolito	2
	Apuleia leiocarpa	Guamocacho	1
	Inga psittacorum	Guamo Chinivo	2
MALPIGHIACEAE	Bunchosia argentea	Naranjuelo	3
MELASTOMATACEAE	Miconia sp	Maiz tostado	3
MELIACEAE	Trichilia havanensis	Palomito	5
MORACEAE	Ficus habrophylla	Uvon	1
	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	2
MYRTACEAE	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	5
PIPERACEAE	Piper aduncum	Cordoncillo	14
PRIMULACEAE	Myrsine guianensis	Cucharo/ Cucharo colorado/rojo	1
RHAMNACEAE	Frangula goudotiana	Palosiote	1

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
RUTACEAE	Zanthoxylum caribaeum	Zorruno/Sorruno	2
SAPINDACEAE	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	9
SOLANACEAE	Cestrum sp	No registra	1
URTICACEAE	Myriocarpa stipitata	No registra	20
VERBENACEAE	Duranta mutisii	Cúcano	8
Total general			100

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef-

Tabla 11-62 Índices de diversidad Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	19
Especies	33
Individuos	128
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,06
Shannon_ Wiener	3,073
Margalef	6,595

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 4 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:4; es decir, por cada cuatro individuos presentes en el bosque 1 corresponde a la misma especie.

El índice de equidad de Shannon-Weaver exhibe valores de 3,073 para este índice, lo que indica una condición muy alta de diversidad, que evidencia baja heterogeneidad.

El índice de Simpson mide la riqueza de las especies más comunes dentro de cada cobertura evaluada, de este modo el valor arrojado por este (0,06) indica una diversidad alta y muy baja dominancia, producto de la dinámica sucesional en el que se encuentra ya que al estar en una sere inicial existe una alta tasa de reclutamiento de especies. En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura tiene una diversidad muy alta.

Análisis ecosistema Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

El ecosistema Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, tiene un área a compensar por las intervenciones del proyecto de 45,83 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del

medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad alta, en el cual se hallaron 128 individuos fustales en 19 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son especies con características de bosque secundario que presenta la cobertura.

Para el índice de valor de importancia se presenta una tendencia en donde las especies que se concentran en la categoría de otras especies están determinando la heterogeneidad del bosque ripario en donde estas son comparables con el peso de la más importante, lo que quiere indicar que en un futuro en esta cobertura mayoritariamente ninguna especie domina sino que las condiciones medioambientales (oferta lumínica) y las perturbaciones a la que es sometido hace que en ella se sustente una estructura y diversidad variada.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son *Inga psittacorum*, *Cupania latifolia* y *Croton hibiscifolius*.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de 24 especies y 20 familias, donde 11 especies también están representadas en el estado fustal, garantizando su permanencia en la sucesión.

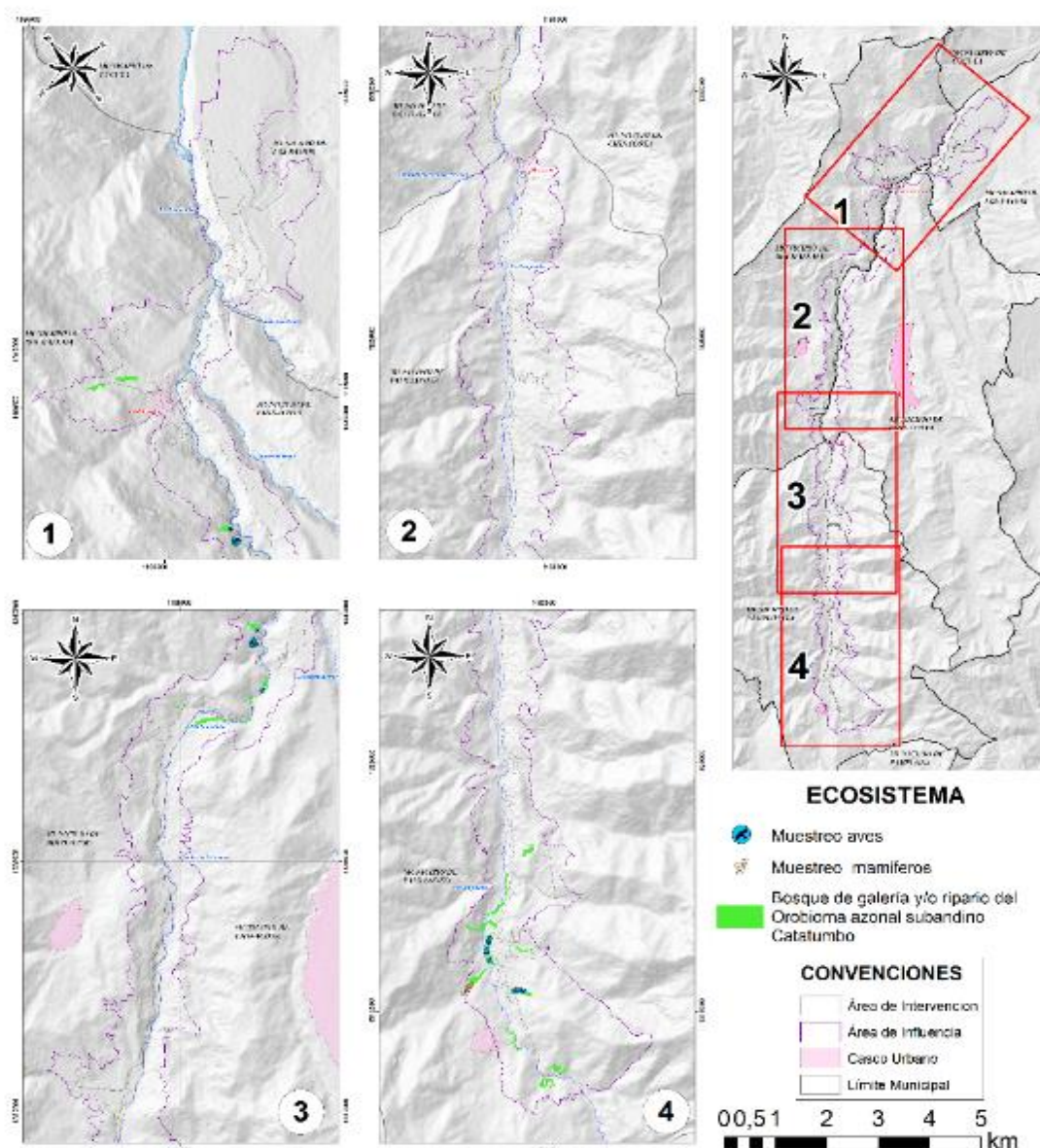


Figura 11-77 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque de galería y ripario (**Tabla 11-63**), se identificaron tres especies de mamíferos lo que corresponde al 1% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron 3 individuos, uno por cada especie

distribuidos en tres familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-63 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	1	0,05	Ins
RODENTIA	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	1	0,05	Fru
	Sciuridae	Sciurus granatensis	O/R/CT	1	0,05	Fru

El orden que presenta mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con una familias y dos especies, por el contrario el orden Cingulata estuvo representado por una familia y una especie (**Figura 11-78**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presenta una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

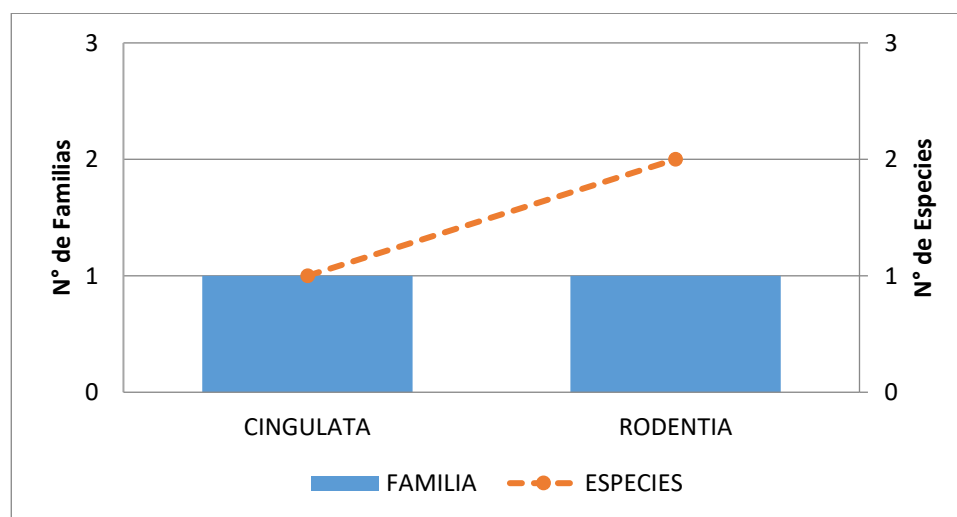


Figura 11-78 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el

2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-64 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bgr
Taxa S	3
Individuals	3
Dominance D	0,3333
Shannon H	1,099
Simpson 1-D	0,6667
Margalef	1,82
Equitability J	1
Fisher alpha	0

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-64**, para el bosque de galería se registraron tres especies y tres individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,333, el cual es un valor bajo del índice indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 1 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,099, Margalef con un valor de 1,82 y alpha de Fisher con un valor de 0, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registrados en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas

durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su totalidad son de hábitos arbustivo/suelo (Arb/S) (100%), sin embargo, se esperaría encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea.

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos

usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-79**, para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron dos categorías: Frugívoros (Fru) e Insectívoros (Ins).

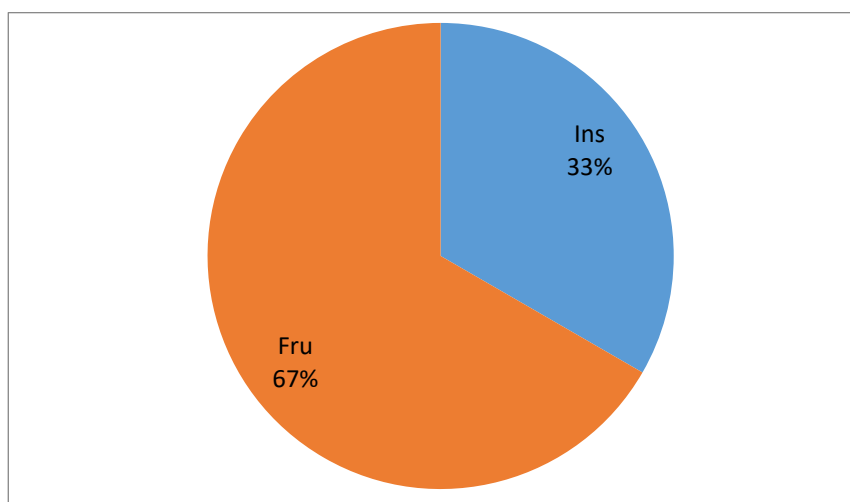


Figura 11-79 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Dasyprocta punctata* y *Sciurus granatensis*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus*.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

○ **Composición y riqueza**

Para el arbustal denso alto (**Tabla 11-63**), se identificaron 34 especies de aves, además se registraron 105 individuos distribuidos en 16 familias y ocho órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-65 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
GALLIFORMES	Cracidae	Ortalis ruficauda	O	3	0,15	Fru /Gra/ Ins/ Her
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	1	0,05	Gra / Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	4	0,2	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	2	0,1	Omn
APODIFORMES	Apodidae	Streptoprocne zonaris	O	3	0,15	Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Amazilia tzacatl	O	1	0,05	Nec /Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Colibri coruscans	O	4	0,2	Nec /Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Phaethornis guy	O	1	0,05	Nec
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	12	0,6	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	1	0,05	Ins /Car
GALBULIFORMES	Galbulidae	Galbula ruficauda	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Premnoplex brunnescens	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Dendrocicla fuliginosa	C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	3	0,15	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	3	0,15	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	8	0,4	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Mionectes oleagineus	O/C	6	0,3	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiodynastes maculatus	O	1	0,05	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes similis	O	2	0,1	Ins /Fru /Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Empidonax virescens	C	2	0,1	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Ceratopipra erythrocephala	O/C	5	0,25	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Cercomacra tyrannina	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Hylophilus flavipes	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca	O	7	0,35	Ins
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Icterus chrysater	O/C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Turdidae	Turdus nudigenis	O/C	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	1	0,05	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Sporophila nigricollis	O	1	0,05	Gar
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara giorla	O	3	0,15	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	5	0,25	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	9	0,45	Fru/ Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó ocho familias y 23 especies. Seguido por Apodiformes con una familia y cuatro especies, Columbiformes con una familia y dos especies; los demás órdenes presentaron una familia y una especie (**Figura 11-78**).

Dentro del orden Passeriformes, la familia que presentó la mayor riqueza fue Tyrannidae (Atrapamoscas), de la cual se registraron nueve especies y 29 registros. Dentro de este orden también se destacan Thraupidae (Tangaras), con seis especies y 22 registros (**Figura 11-78**).

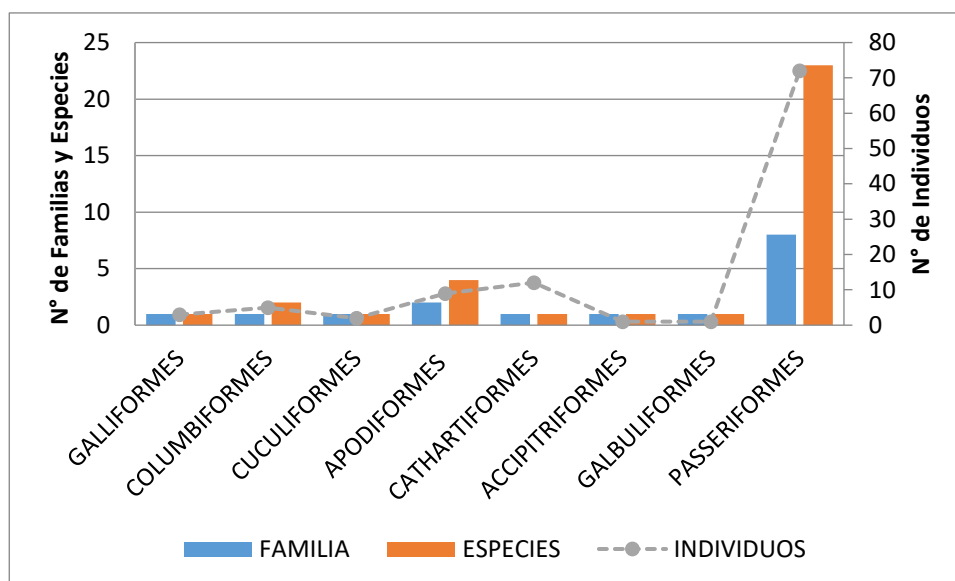


Figura 11-80 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-66 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bgr
Taxa S	34
Individuals	105
Dominance D	0,05016

Índices	Bgr
Shannon H	3,238
Simpson 1-D	0,9498
Margalef	7,091
Equitability J	0,9183
Fisher alpha	17,45

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-64**, para el bosque de galería se registraron 34 especies y 105 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,05016, el cual es un valor bajo del índice indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9183 contrario a los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,238, Margalef con un valor de 7,091 y alpha de Fisher con un valor de 17,45, reforzando lo encontrado con el índice de equitabilidad.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

• Distribución vertical

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (26%), seguido de las especies de hábitos de dosel/aéreo (Do/Ae) (23%) y sotobosque (Sb) (15%). Por último se encuentran aquellas especies de hábitos dosel/aéreo/sotobosque (Do/Ae/Sb), dosel/sotobosque (Do/Sb), dosel/medio/sotobosque (Do/M/Sb), dosel/aéreo/medio (Do/Ae/M) todos con el 5% de las especies (**Figura 11-81**).

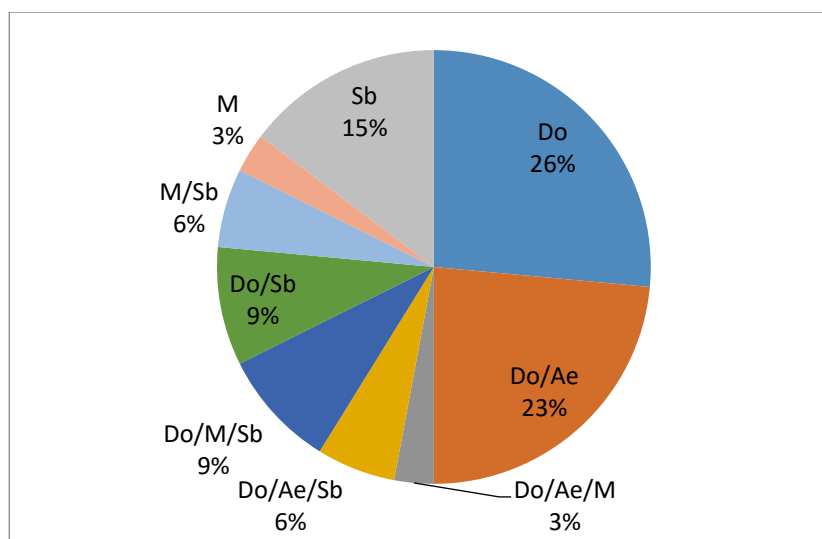


Figura 11-81 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

• Estructura trófica

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en

casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-79**, para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron ocho categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car), Herbívoro (Her) y Nectarívoro (Nec).

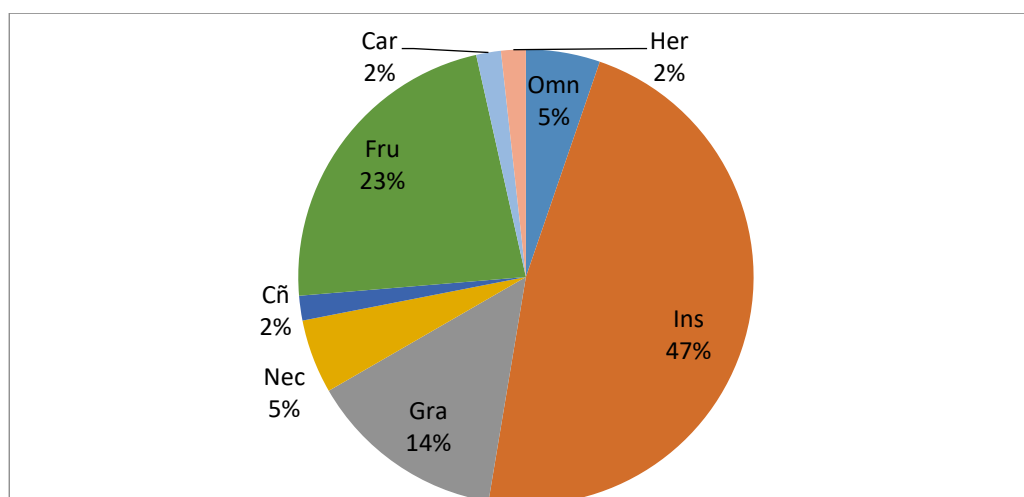


Figura 11-82 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Algunas de las especies registradas fueron: *Tangara gyrola* y *Thraupis episcopus*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especies registradas fueron: *Cercomacra tyrannina*, *Hylophilus flavipes* y *Pygochelidon cyanoleuca*.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo. Algunas de las especies registradas fueron: *Sporophila nigricollis*, *Saltator striatipectus* y *Atalotriccus pilaris*.

- **Especies de interés**

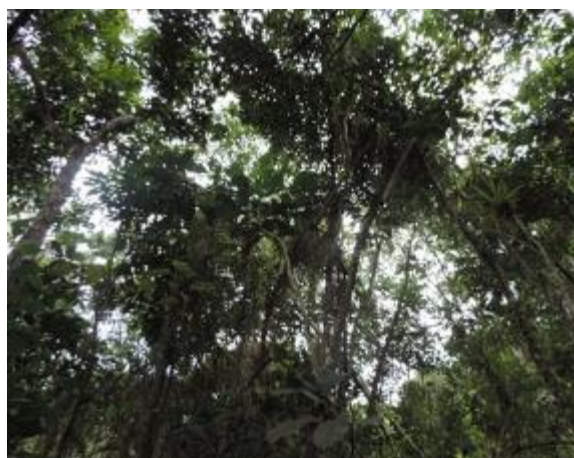
Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.5 Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-23 y Fotografía 11-24 se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-83** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-23 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 11-24 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

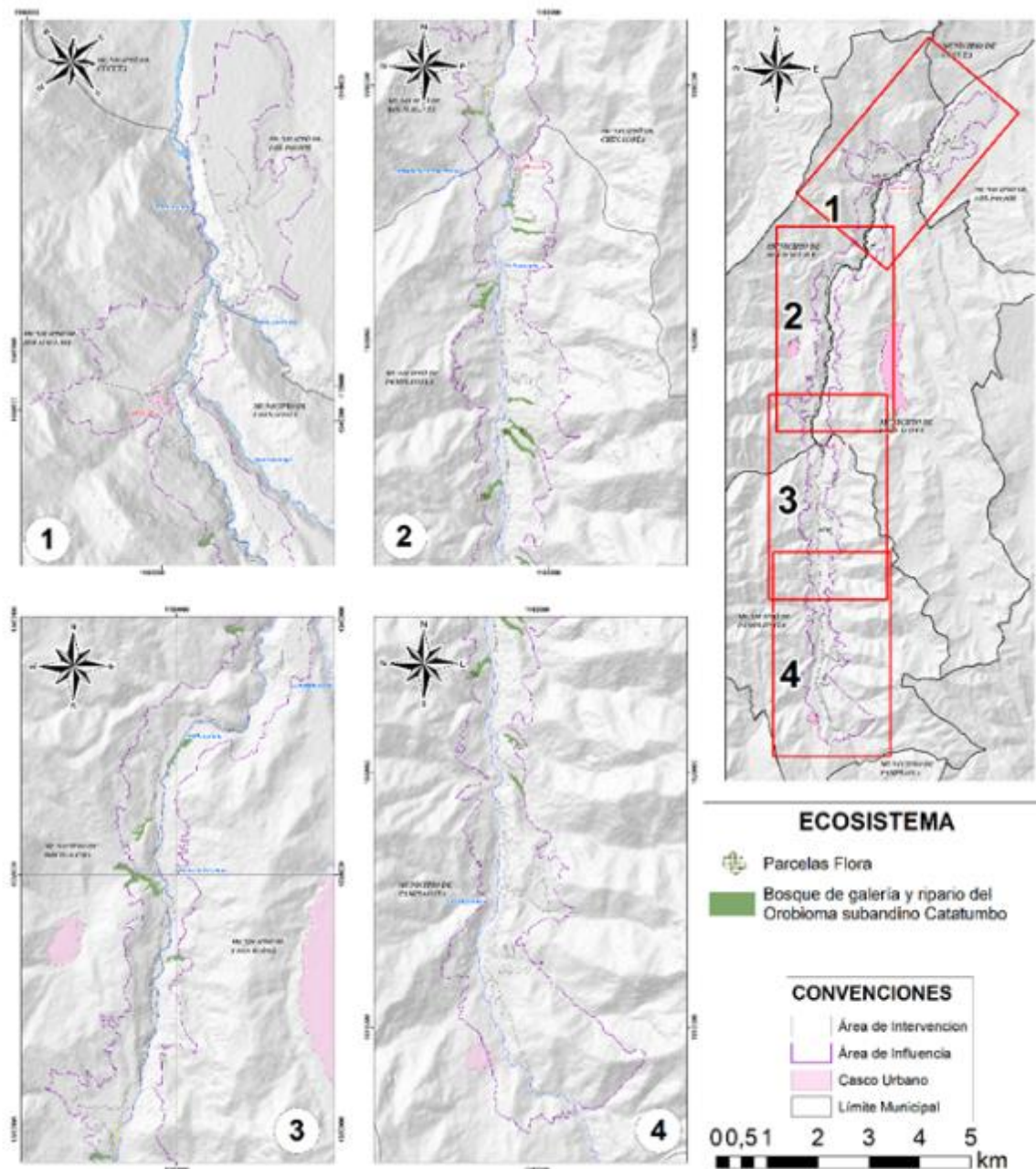


Figura 11-83 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se

analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la **Tabla 11-67**. Orobioma Subandino Catatumbo.

Tabla 11-67 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	E1	1158738,34	1321950,57	1158781,41	1321910,76
	E2	1159475,00	1323231,00	1159504,00	1323184,00
	E3	1159159,00	1323199,00	1159197,00	1323208,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 17 familias, 29 géneros los cuales están representadas por nueve especies y 104 individuos.

Como se muestra en la Tabla 11-68, la familia con mayor número de individuos es Myrtaceae con 24 individuos, los cuales pertenecen a dos especies, donde Myrcia popayanensis es la más abundante con 23 individuos, seguida por las familias Meliaceae y Euphorbiaceae cada una con 22 y 12 individuos correspondientes a tres (3) y dos (2) especies, le sigue en orden de abundancia la familia Fabaceae, con ocho individuos.

Tabla 11-68 Composición florística Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Toxicodendron striatum	Toxicodendron	Anacardiaceae	Sarno/Palo sarno	1
Tapirira guianensis	Tapirira		Fresno	1
Guateria cestrifolia	Guatteria	Annonaceae	Loro/Loro amarillo	4
Anona montana	Annona		Anón2	1
Dendropanax arboreus	Dendropanax	Araliaceae	Matapalo/Candilero	1
Montanoa quadrangularis	Montanoa	Asteraceae	Anime	6
Cordia barbata	Cordia	Boraginaceae	No registra	1
Cordia collococa			No registra	3
Acalypha macrostachya	Acalypha	Euphorbiaceae	Vara Negra	6
Croton hibiscifolius	Croton		Mosquero	6
Erythrina poepigiana	Erythrina	Fabaceae	Ceibo/Anaco	1
Inga densiflora	Inga		Guamo	5

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Machaerium capote	Machaerium		Yuco/Yuquero/Yuca	1
Platymiscium hebestachyum	Platymiscium		Roble maria	1
Vismia baccifera	Vismia	Hypericaceae	Aguacacho/Carate/Manchador	1
Cinnamomum triplinerve	Cinnamomum	Lauraceae	No registra	1
Cedrela odorata	Cedrela	Meliaceae	Cedro/Cedro rosado	1
Trichilia havanensis	Trichilia		Palomito	2
Guarea kunthiana	Guarea		Trompillo	19
Ficus habrophylla	Ficus	Moraceae	Uvón	1
Ficus insipida			Higueron	1
Brosimum alicastrum	Brosimum		Guaimaro	3
Trophis racemosa	Trophis		No registra	1
Calycolpus moritzianus	Calycolpus	Myrtaceae	Arrayán / Cinaro	1
Myrcia popayanensis	Myrcia		Sururo/Sururillo	23
Myrsine guianensis	Myrsine	Primulaceae	Cucharo/ Cucharo colorado	3
Frangula goudotiana	Frangula	Rhamnaceae	Palosote	1
Cupania latifolia	Cupania	Sapindaceae	Arévalo/Guacharaco	1
Urera caracasana	Urera	Urticaceae	Ortigo	1
Cecropia peltata	Cecropia		Yarumo/Guarumo	2
Vochysia ferruginea	Vochysia	Vochysiaceae	Arracacho	4
Total				104

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-69 Parámetros estructurales Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas donde aparece			
Acalypha macrostachya	6	5,769	0,08	2,09	5	16,67	6,25	14,11
Anona montana	1	0,962	0,01	0,26	1	3,33	1,25	2,47
Brosimum alicastrum	3	2,885	0,06	1,69	3	10,00	3,75	8,33
Calycolpus moritzianus	1	0,962	0,01	0,36	1	3,33	1,25	2,57
Cecropia peltata	2	1,923	0,16	4,31	2	6,67	2,50	8,73
Cedrela odorata	1	0,962	0,02	0,52	1	3,33	1,25	2,73
Cinnamomum triplinerve	1	0,962	0,07	1,88	1	3,33	1,25	4,09
Cordia barbata	1	0,962	0,01	0,26	1	3,33	1,25	2,47

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
Cordia collococa	3	2,885	0,07	1,86	2	6,67	2,50	7,24
Croton hibiscifolius	6	5,769	0,08	2,05	4	13,33	5,00	12,82
Cupania latifolia	1	0,962	0,01	0,38	1	3,33	1,25	2,59
Dendropanax arboreus	1	0,962	0,02	0,58	1	3,33	1,25	2,79
Erythrina poeppigiana	1	0,962	0,08	2,04	1	3,33	1,25	4,26
Ficus habrophylla	1	0,962	0,21	5,58	1	3,33	1,25	7,80
Ficus insipida	1	0,962	0,02	0,43	1	3,33	1,25	2,64
Frangula goudotiana	1	0,962	0,01	0,22	1	3,33	1,25	2,43
Guarea kunthiana	19	18,269	1,32	35,29	12	40,00	15,00	68,56
Guateria cestriifolia	4	3,846	0,17	4,61	4	13,33	5,00	13,46
Inga densiflora	5	4,808	0,16	4,17	5	16,67	6,25	15,23
Machaerium capote	1	0,962	0,01	0,28	1	3,33	1,25	2,49
Montanoa quadrangularis	6	5,769	0,19	5,14	5	16,67	6,25	17,16
Myrcia popayanensis	23	22,115	0,51	13,63	11	36,67	13,75	49,49
Myrsine guianensis	3	2,885	0,08	2,01	3	10,00	3,75	8,65
Platymiscium hebestachyum	1	0,962	0,02	0,43	1	3,33	1,25	2,64
Tapirira guianensis	1	0,962	0,04	1,13	1	3,33	1,25	3,35
Toxicodendron striatum	1	0,962	0,01	0,23	1	3,33	1,25	2,44
Trichilia havanensis	2	1,923	0,12	3,08	2	6,67	2,50	7,50
Trophis racemosa	1	0,962	0,05	1,34	1	3,33	1,25	3,55
Urera caracasana	1	0,962	0,02	0,41	1	3,33	1,25	2,62
Vismia baccifera	1	0,962	0,05	1,26	1	3,33	1,25	3,47
Vochysia ferruginea	4	3,846	0,09	2,48	4	13,33	5,00	11,33
Total	104,00	100,00	3,74	100,00	80,00	266,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 347 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 104 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la Figura 11-84, para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Myrcia popayanensis con el 22,15%, equivalente a 22 individuos, seguida por Guarea kunthiana con el 18,27% y 19 individuos, Acalypha macrostachya y Croton hibiscifolius con el 5,769%, equivalente a seis (6) individuos cada uno. Estas cuatro especies representan el 51,93 % de la abundancia total de las especies y son características de formaciones secundarias.

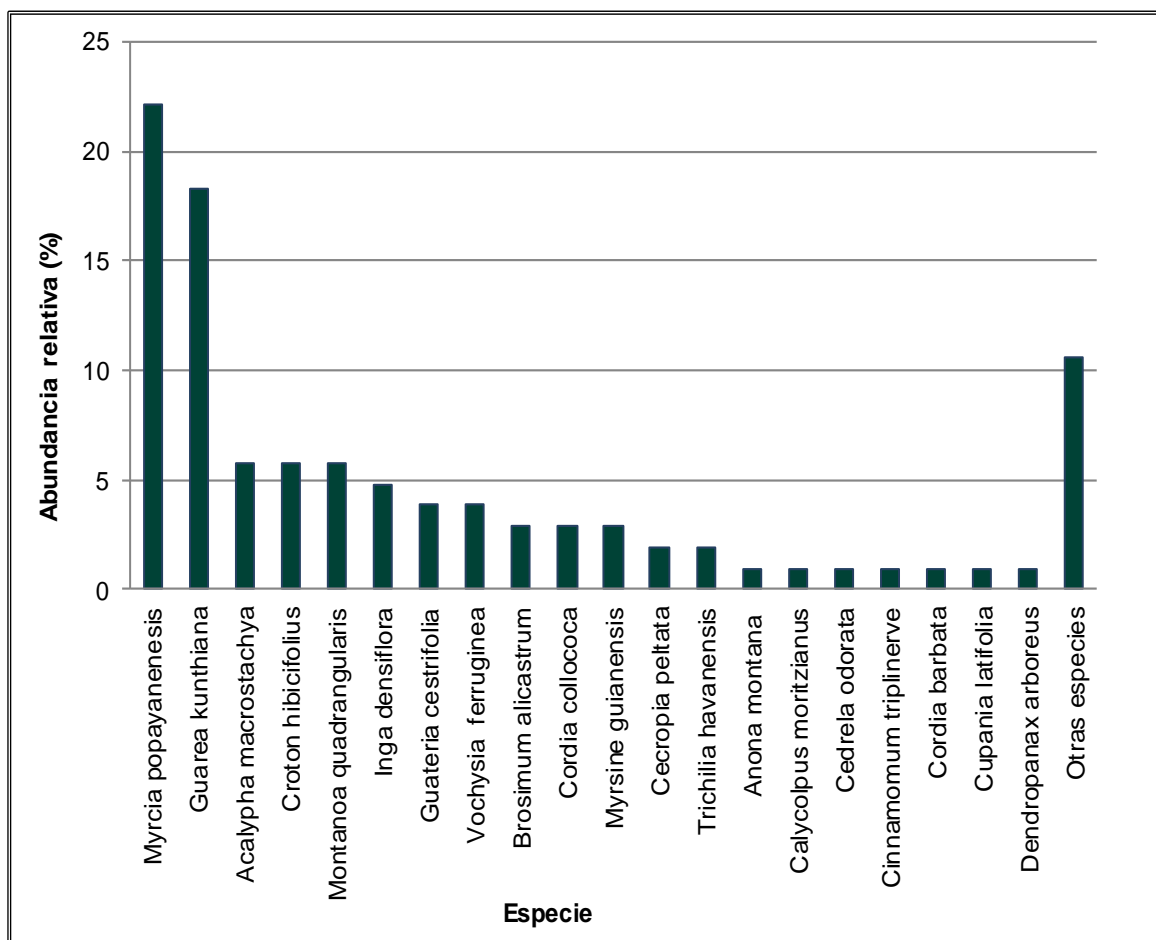


Figura 11-84 Abundancia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Dominancia

En la figura se observa la distribución de la dominancia en la cobertura, este índice evidencia el porte de cada especie dentro de estos ecosistemas, para su evaluación se utilizó el área basal como medida de ocupación de cada individuo. Para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Guarea kunthiana* con el 35,39%, seguida por *Myrcia popayanensis* con el 13,63%, *Ficus habrophylla* con el 5,58% y *Montanoa quadrangularis* con el 5,14% cada uno. Estas especies representan el 59,64% de la dominancia total.

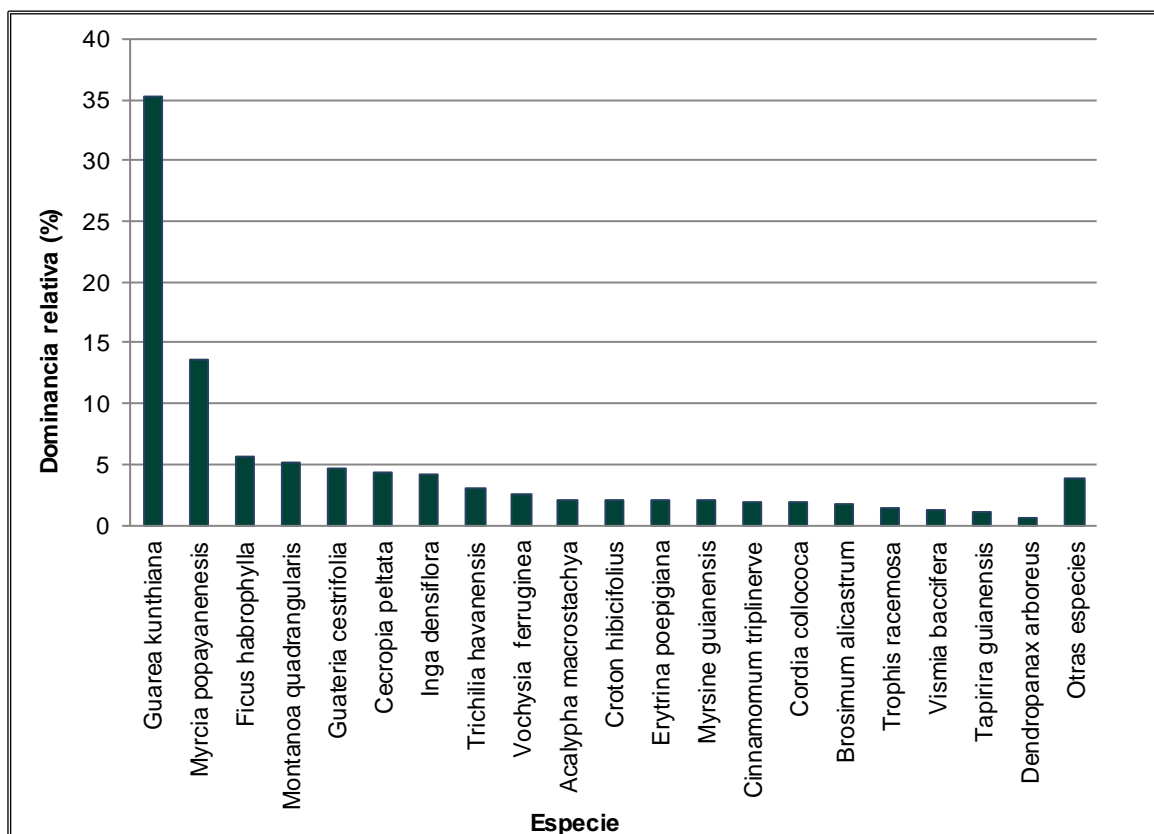
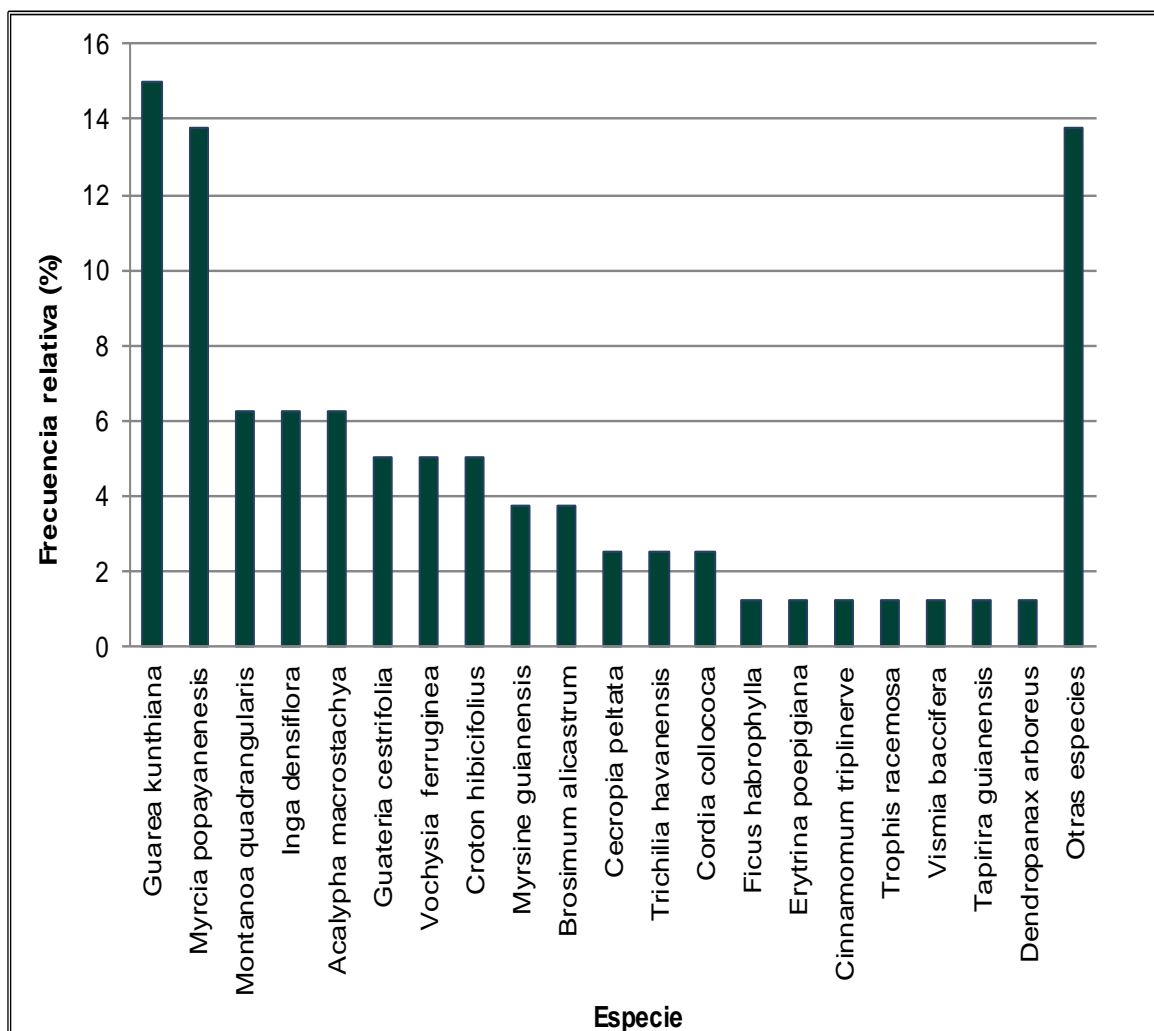


Figura 11-85 Dominancia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Frecuencia

La frecuencia absoluta determina la existencia o no de una especie en una subparcela, siendo el 100% la existencia de dicha especie en todas las parcelas; la frecuencia relativa entonces, indica su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies y es una medida de la presencia, y sus valores dan una idea de la homogeneidad florística del bosque. En general las especies presentes en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo tienen valores bajos de frecuencia absoluta, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Guarea kunthiana* con el 15%, seguida por *Myrcia popayanensis* con el 13,75%, *Montanoa quadrangularis*, *Acalypha macrostachya* y *Inga densiflora* con el 6,25% cada una (**Ver Figura 11-86**). Para la barra de otras especies se presenta una diferencia sutil con la más frecuente, lo cual indica una distribución más heterogénea y baja frecuencia de estas en las parcelas establecidas en campo.



**Figura 11-86 Frecuencia relativa Bosque ripario del Orobioma Subandino
Catatumbo**

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

En cuanto al histograma de frecuencias (**Ver Figura 11-87**) para las especies encontradas en la cobertura de bosque ripario, se evidencia que las especies *Guarea kunthiana* y *Myrcia popayanensis* se encuentran en la Clase II, que indica que son una especie poco frecuentes, mientras que el resto de especies se encuentran en la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la media diversidad de especies encontradas en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

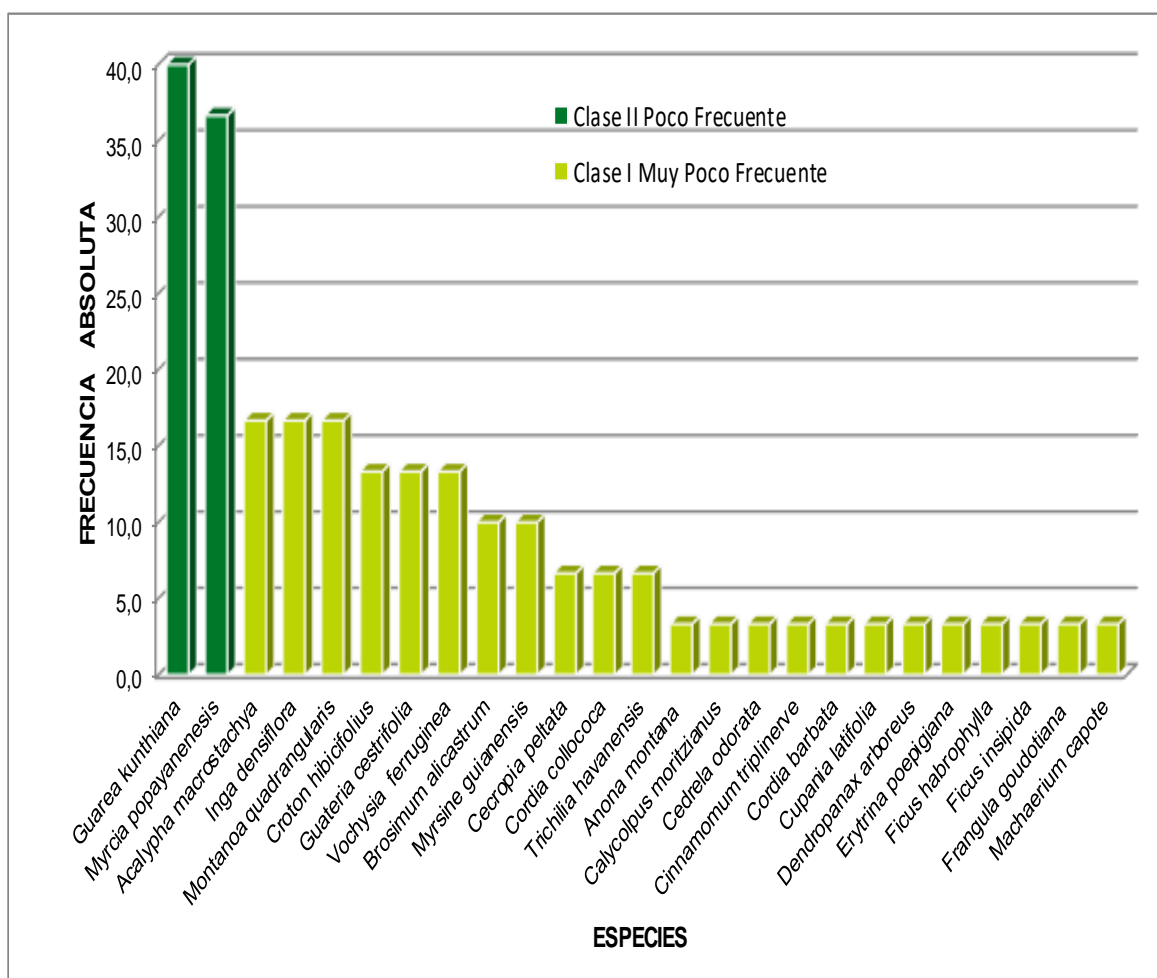


Figura 11-87 Clases de frecuencia Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para determinar el comportamiento horizontal dentro del Bosque ripario se hace un análisis aplicando la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por (Lamprecht, 1990), la cual es una medida de cuantificación para asignar a cada especie una categoría de importancia, se obtiene luego de sumar la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Área basal). En el caso del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Guarea kunthiana* con el 68,56%, seguida por *Myrcia popayanensis* con el 49,49% y *Montanoa quadrangularis* con 17,16%.

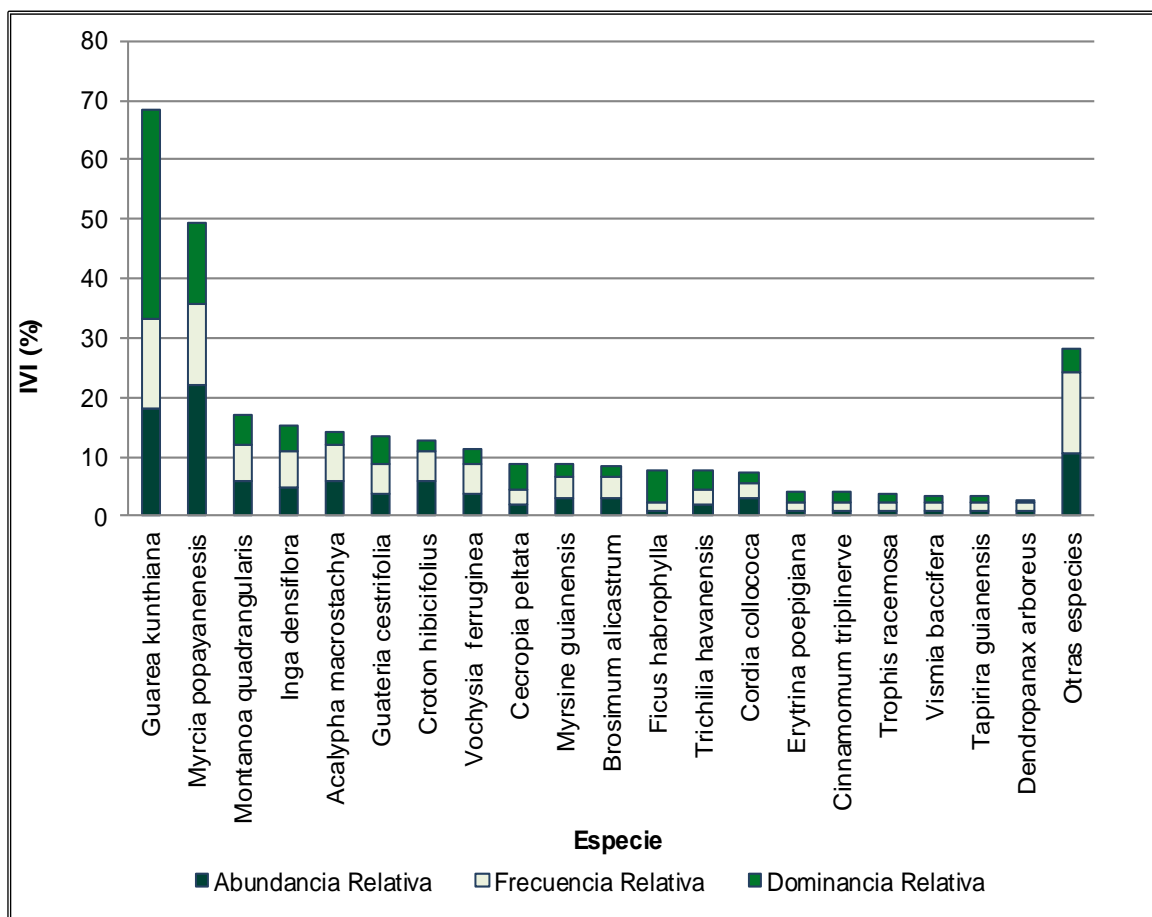


Figura 11-88 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

En la **Figura 11-89**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, observándose una presencia de individuos continua en el rango de alturas que comprende los estratos inferior y subarboreo; en la **Figura 11-89** se observa el desarrollo sucesional que presenta la vegetación, donde predomina individuos con alturas promedio de 11 m. En la figura también se observa que el estrato superior se presenta de manera dispersa y con pocos individuos estos superan los 24 m, este grupo emergente muestra las mayores alturas expresadas dentro de la unidad.

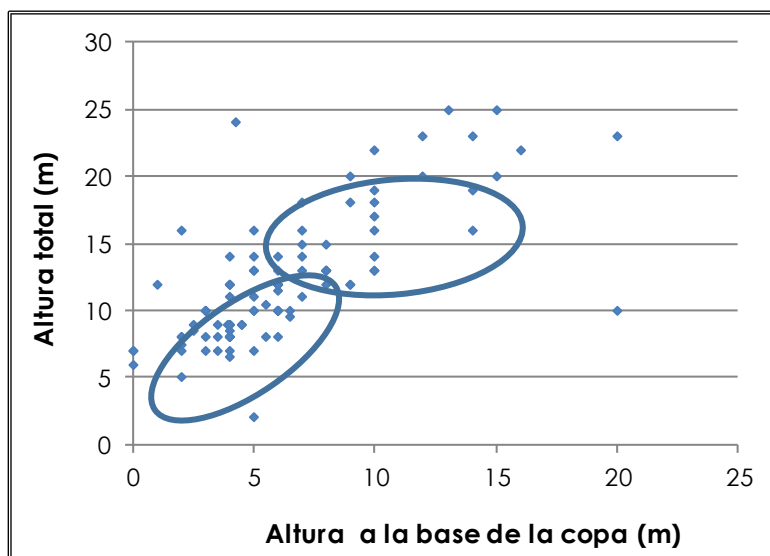


Figura 11-89 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

La metodología de estratificación aplicada a la cobertura evaluada, permite la diferenciación de tres estratos; arbóreo inferior o codominante (12 a 25 m), estrato subarboreo o arbolitos (dominado) con alturas de 5 a 12 m y arbustivo o suprimido (1,5 a 5 m), en la **Figura 11-90**, se encontró que hay una mayor concentración de individuos en el estrato subarboreo o arbolitos con 63 individuos (60,58%) y el arbóreo inferior con 39 arbolitos (37,50%). El estrato arbustivo solo está representado por dos individuos (1,92%) y el superior por cuatro individuos (3,1%). Esto corresponde generalmente a bosques de sucesiones secundarias en donde predominan árboles con una altura total de 11 m.

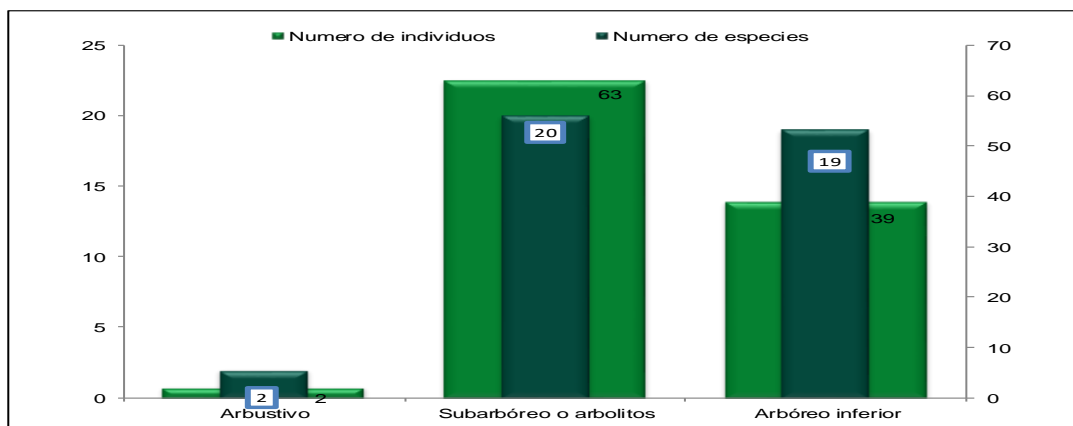


Figura 11-90 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (55,47% - 71 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan 10 especies, le sigue la tendencias dispersos (35,94% - 46 individuos y 22 especies) y solo hay una especie con tendencia agrupada representada por 11 individuos (8,59%)

Tabla 11-70 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Inga densiflora	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Guateria cestrifolia	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Vochysia ferruginea	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Brosimum alicastrum	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Myrsine guianensis	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Cecropia peltata	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Trichilia havanensis	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Anona montana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Calycolpus moritzianus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cedrela odorata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cinnamomum triplinerve	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia barbata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cupania latifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Dendropanax arboreus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Erythrina poepigiana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus habrophylla	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus insipida	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Frangula goudotiana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium capote	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Platymiscium hebestachyum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Tapirira guianensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Toxicodendron striatum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Trophis racemosa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Urera caracasana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Vismia baccifera	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Acalypha macrostachya	6	16,667	0,20	0,18	1,10	Especies con Tendencia Agrupamiento
Montanoa quadrangularis	6	16,667	0,20	0,18	1,10	Especies con Tendencia Agrupamiento
Guarea kunthiana	19	40,000	0,63	0,51	1,24	Especies con Tendencia Agrupamiento
Croton hibicifolius	6	13,333	0,20	0,14	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cordia collococa	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myrcia popayanensis	23	36,667	0,77	0,46	1,68	Especies con Tendencia Agrupamiento
Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución por clases diamétricas es un indicador del estado de los bosques y el desarrollo de las especies dentro del mismo. Esta unidad de cobertura se comporta diamétricamente como una comunidad disetánea, en donde la tendencia de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases y muy pocos en las últimas clases, tal y como se aprecia en la **Figura 11-91** lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos. De esta manera el diámetro promedio está en 18,5 cm y el diámetro mayor es de 85,9 cm.

Para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo se identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-91**, mostrando una distribución en forma de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases con tendencia a la disminución en clases superiores, es importante destacar que la última clase solo está representada por un individuo y la clase VI y VII no presenta individuos. La clase I concentra el 70,19% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales se encuentran dentro del rango de 10 a 20 cm de diámetro. La vegetación de mayor porte arbóreo solamente registra el 0,96% del total.

Tabla 11-71 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,20	I	73	70,19
0,20	0,30	II	17	16,35
0,30	0,40	III	12	11,54
0,40	0,50	IV	0	0,00
0,50	0,60	V	1	0,96
0,60	0,70	VI	0	0,00
0,70	0,80	VII	0	0,00
0,80	0,90	VIII	1	0,96
TOTAL			104	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

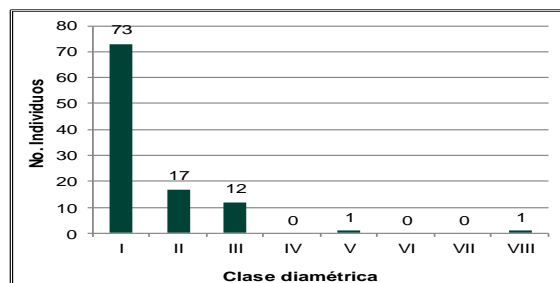


Figura 11-91 Distribución diamétrica Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo se encontraron 57 individuos (19 en estado latizal y 38 en estado brinzal) distribuidos en 14 familias y 15 especies.

Tabla 11-72 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Annonaceae	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	3
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Matapalo/Candilero	1
Clusiaceae	Clusia multiflora	Tampaco	5
Euphorbiaceae	Acalypha macrostachya	Vara Negra/Carrasposo	8
	Croton hibicifolius	Mosquero	1
Lauraceae	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	1
Malvaceae	Heliocarpus americanus	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	1
Meliaceae	Guarea kunthiana	Trompillo	5
Moraceae	Ficus habrophylla	Uvon	2
Myrtaceae	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	10
Piperaceae	Piper aduncum	Cordoncillo	15
Polygonaceae	Triplaris americana	Vara santa	1
Rhamnaceae	Frangula goudotiana	Palosiote	2
Sapotaceae	Chrysophyllum argenteum	Caimito	1
Vochysiaceae	Vochysia ferruginea	Arracacho	1
Total general			57

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-73 Índices de diversidad Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	
Especies	31
Individuos	104
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,102
Shannon_Wiener	2,797
Margalef	6,459

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 4 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:4; es decir, por cada cuatro individuos presentes en el bosque 1 corresponde a la misma especie.

El índice de equidad de Shannon-Weaver exhibe valores de 2,797 para este índice, lo que indica una condición alta de diversidad, que evidencia media heterogeneidad.

El índice de Simpson mide la riqueza de las especies más comunes dentro de cada cobertura evaluada, de este modo el valor arrojado por este (0,10) indica una diversidad alta y muy baja dominancia, producto de la dinámica sucesional en el que se encuentra ya que al estar en una sere inicial existe una alta tasa de reclutamiento de especies. En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura tiene una diversidad muy alta.

Análisis ecosistema Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo.

El ecosistema Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo, tiene un área a compensar por las intervenciones del proyecto de 70,22 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad alta, en el cual se hallaron 104 individuos fustales en 17 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo son especies con características de bosque secundario que presenta la cobertura. Para el índice de valor de importancia se presenta una tendencia en donde las especies que se concentran en la categoría de otras especies están determinando la heterogeneidad del bosque ripario en donde estas son comparables con el peso de la más importante, lo que quiere indicar que en un futuro en

esta cobertura mayoritariamente ninguna especie domina sino que las condiciones medioambientales (oferta lumínica) y las perturbaciones a la que es sometido hace que en ella se sustente una estructura y diversidad variada.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo son *Guarea kunthiana*, *Myrcia popayanensis* y *Montanoa quadrangularis*.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de 15 especies y 14 familias, donde 8 especies también están representadas en el estado fustal, garantizando su permanencia en la sucesión.

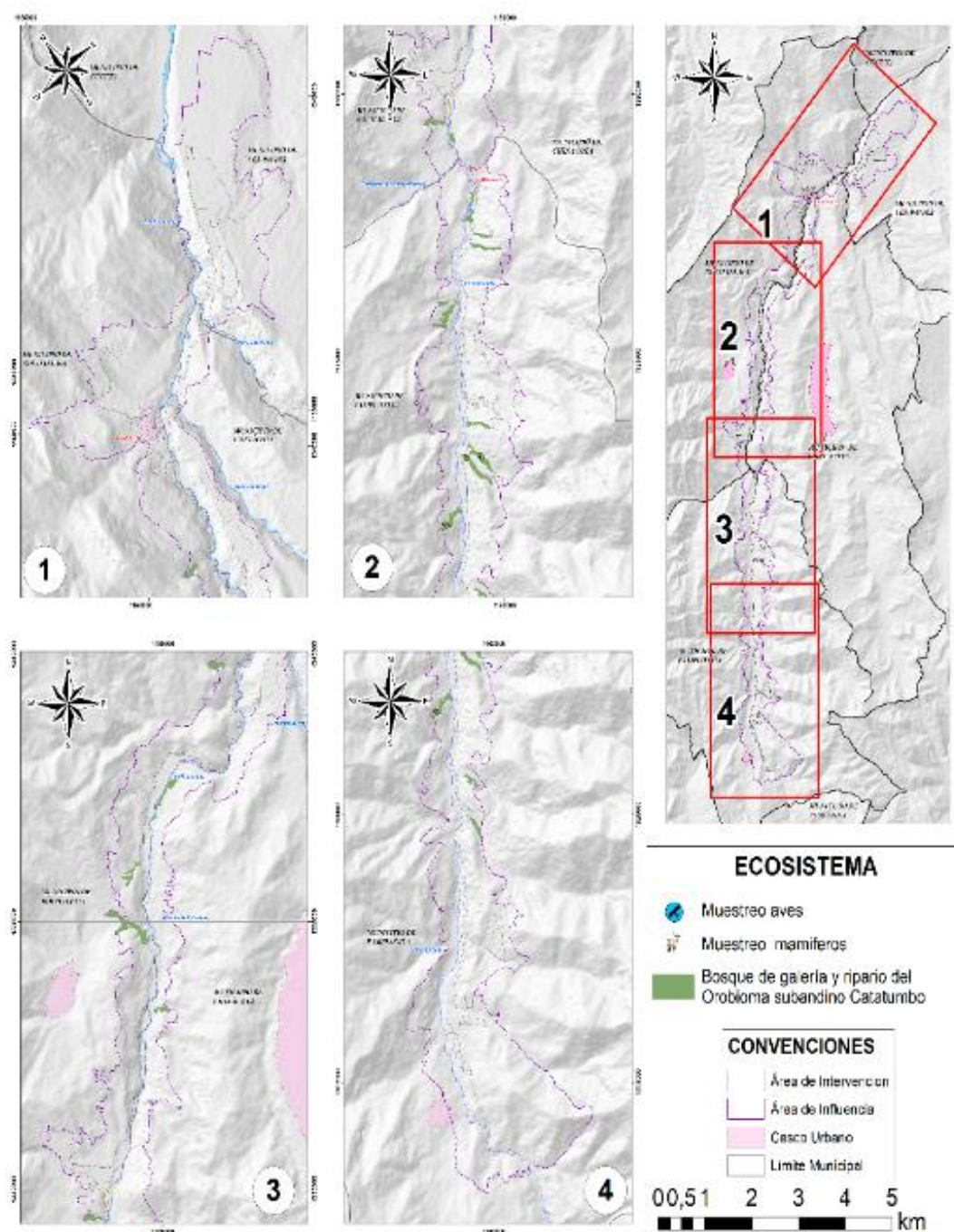


Figura 11-92 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque de galería y ripario (**Tabla 11-63**), se identificaron 11 especies de mamíferos lo que corresponde al 8% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron un total de 48 individuos, distribuidos en ocho familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-74 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	11	0,55	Omn
		Marmosa sp.	O	1	0,05	Ins
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	3	0,15	Ins
RODENTIA	Cricetidae	Akodon	C	1	0,05	Gra
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	3	0,15	Fru
	Cricetidae	Oecomys bicolor	C	1	0,05	Gra
	Sciuridae	Sciurus granatensis	O/R/CT	2	0,1	Fru
CHIROPTERA	Phyllostomidae	Carollia perspicillata	C/O	21	1,05	Fru
	Emballonuridae	Rhynchonycteris naso	O	1	0,05	Ins
CARNIVORA	Procyonidae	Procyon cancrivorus	R	1	0,05	Car
	Mustelidae	Eira barbara	CT	3	0,15	Car

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presento mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con tres familias y cuatro especies, seguido por Chiroptera con dos familias y dos especies, Carnivora con dos familias y dos especies (**Figura 11-78**), por último se encuentran Didelphimorphia con una familia y dos especies y Cingulata con una familia y una especie. Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presento una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

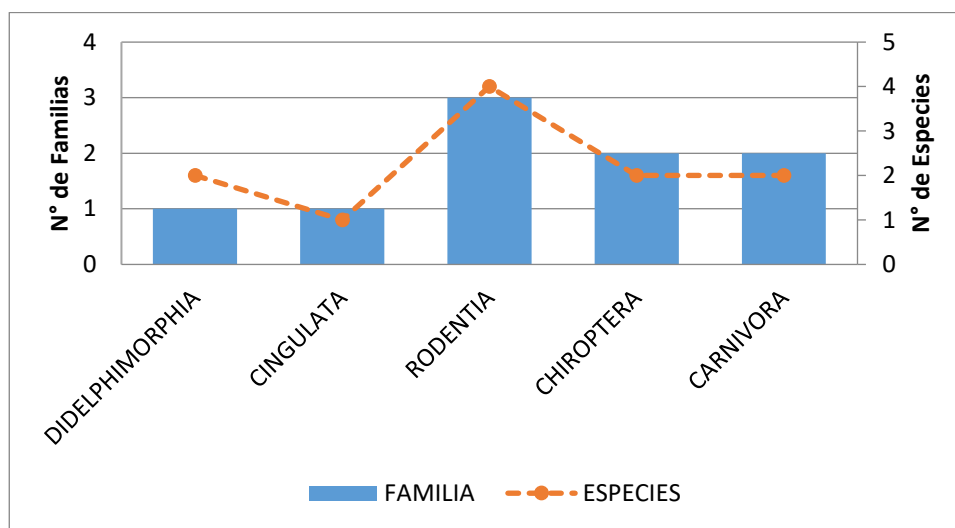


Figura 11-93 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-75 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bgr
Taxa S	11
Individuals	48
Dominance D	0,2595
Shannon H	1,755
Simpson 1-D	0,7405
Margalef	2,583
Equitability J	0,7318
Fisher alpha	4,464

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-64**, para el bosque de galería se registraron 11 especies y 48 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,2595, el cual es un valor bajo del índice

indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,7318 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,755, Margalef con un valor de 2,583. Sin embargo, el α de Fisher presentó un valor alto de 4,464, contrario a lo esperado. Lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

● **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, presentan hábitos arbustivo/sotobosque (Arb/S) (55%), aéreo (18%), arbóreo/arbustivo/sotobosque (9%), arbóreo (9%) y sotobosque (9%) sin embargo, se esperaría encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea.

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la siguiente figura, para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron cinco categorías: Frugívoros (Fru), Insectívoros (Ins), Omnívoros (Omn), Granívoros (Gra) y Carnívoros (Car).

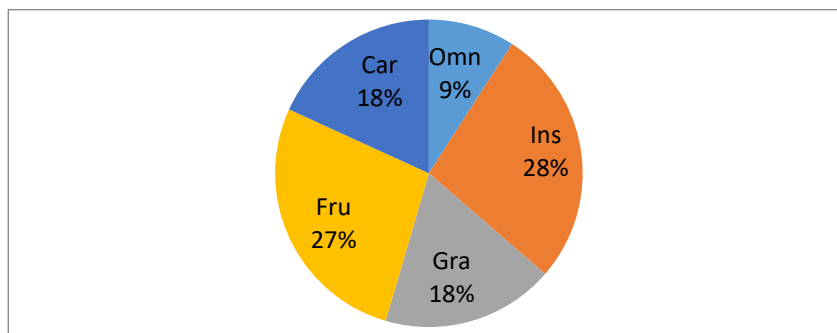


Figura 11-94 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Dasyprocta punctata*, *Sciurus granatensis* y *Carollia perspicillata*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus* y *Rhynchonycteris naso*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

Carnívoros: A este grupo pertenecen los depredadores, que se encuentran en la parte más alta de la cadena trófica. Son los encargados de mantener en control las poblaciones de mamíferos que se pueden llegar a convertir en plagas, por lo cual necesitan adaptaciones para la caza y el consumo de carne. Las adaptaciones más importantes para este tipo de dieta se presentan en la dentadura, la cual es especializada en desgarrar; además de garras o zarpas que sirven para la captura de presas. Este gremio estuvo representado en el área por *Procyon cancrivorus* y *Eira barbara*.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

○ **Composición y riqueza**

Para el arbustal denso alto, se identificaron 28 especies de aves, además se registraron 127 individuos distribuidos en 19 familias y 13 órdenes taxonómicos. Todas las especies

fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-76 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
ANSERIFORMES	Anatidae	Dendrocygna autumnalis	O	3	0,15	Ins /Gra
GALLIFORMES	Cracidae	Ortalis ruficauda	O	2	0,1	Fru /Gra/ Ins/ Her
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	3	0,15	Gra / Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	1	0,05	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	4	0,2	Omn
APODIFORMES	Apodidae	Streptoprocne zonaris	O	2	0,1	Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Phaethornis guy	O	2	0,1	Nec
CHARADRIIFORMES	Charadriidae	Vanellus chilensis	O	6	0,3	Ins /Pis
SULIFORMES	Phalacrocoracidae	Phalacrocorax brasilianus	O	7	0,35	Pis /Car /Ins
PELECANIFORMES	Ardeidae	Ardea alba	O	2	0,1	Car
PELECANIFORMES	Ardeidae	Bubulcus ibis	O	4	0,2	Car /Ins
PELECANIFORMES	Threskiornithidae	Phimosus infuscatus	O	8	0,4	Car /Gra
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Cathartes aura	O	7	0,35	Cñ
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	10	0,5	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	4	0,2	Ins /Car
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	2	0,1	Omn
PSITTACIFORMES	Psittacidae	Forpus passerinus	O	3	0,15	Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes cayanensis	O	9	0,45	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	3	0,15	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	7	0,35	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca	O	1	0,05	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Stelgidopteryx ruficollis	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara gyrola	O	1	0,05	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	20	1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis palmarum	O	7	0,35	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	3	0,15	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Icteridae	Icterus chrysater	O	2	0,1	ins/ Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

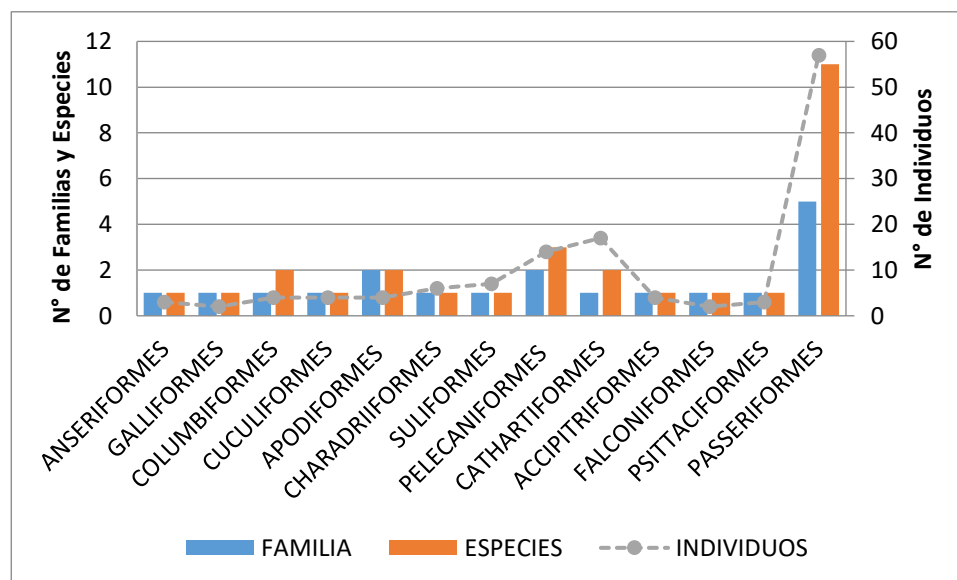


Figura 11-95 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ **Diversidad**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-77 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bgr
Taxa S	28
Individuals	127
Dominance D	0,06243
Shannon H	3,039
Simpson 1-D	0,9376
Margalef	5,574
Equitability J	0,9119
Fisher alpha	11,11

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el bosque de galería se registraron 34 especies y 105 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,06243, el cual es un valor bajo del índice indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9119 contrario a los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,039, Margalef con un valor de 5,574 y alpha de Fisher con un valor de 11,11, reforzando lo encontrado con el índice de equitabilidad.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de

este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel/aéreo (Do/Ae) (43%).

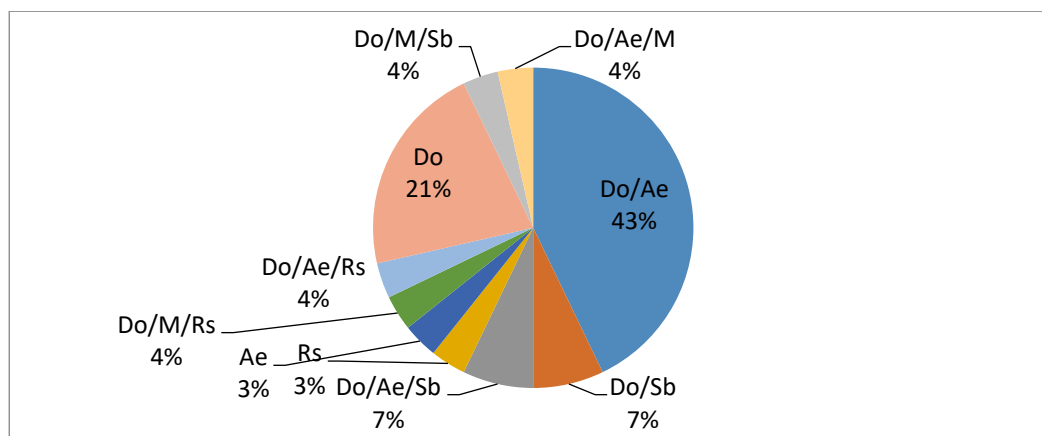


Figura 11-96 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron nueve categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car), Herbívoro (Her), Piscívoro (Pis) y Nectarívoro (Nec).

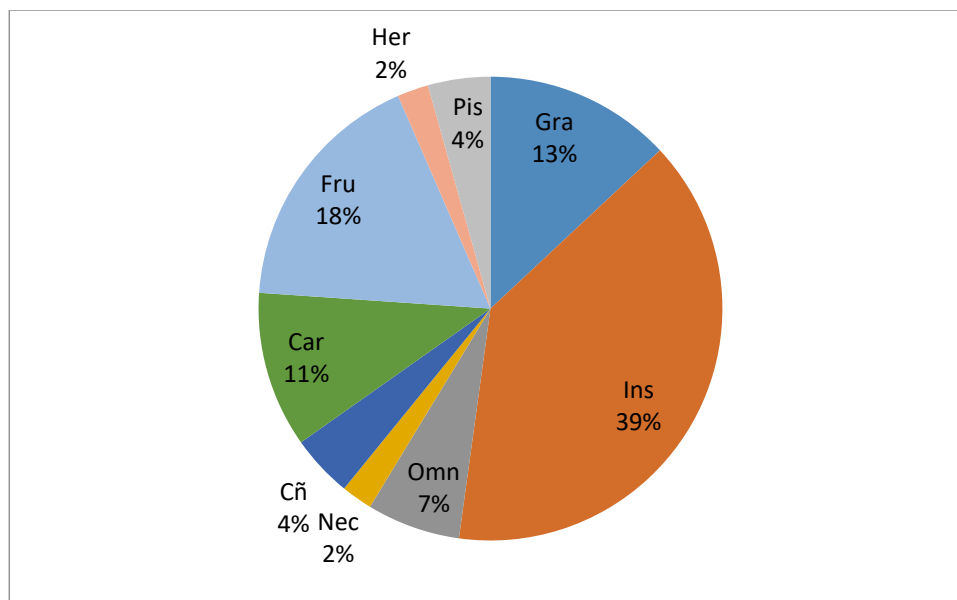


Figura 11-97 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente:

Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas

dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.6 Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-25 y Fotografía 11-26 se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-98** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-25 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 11-26 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

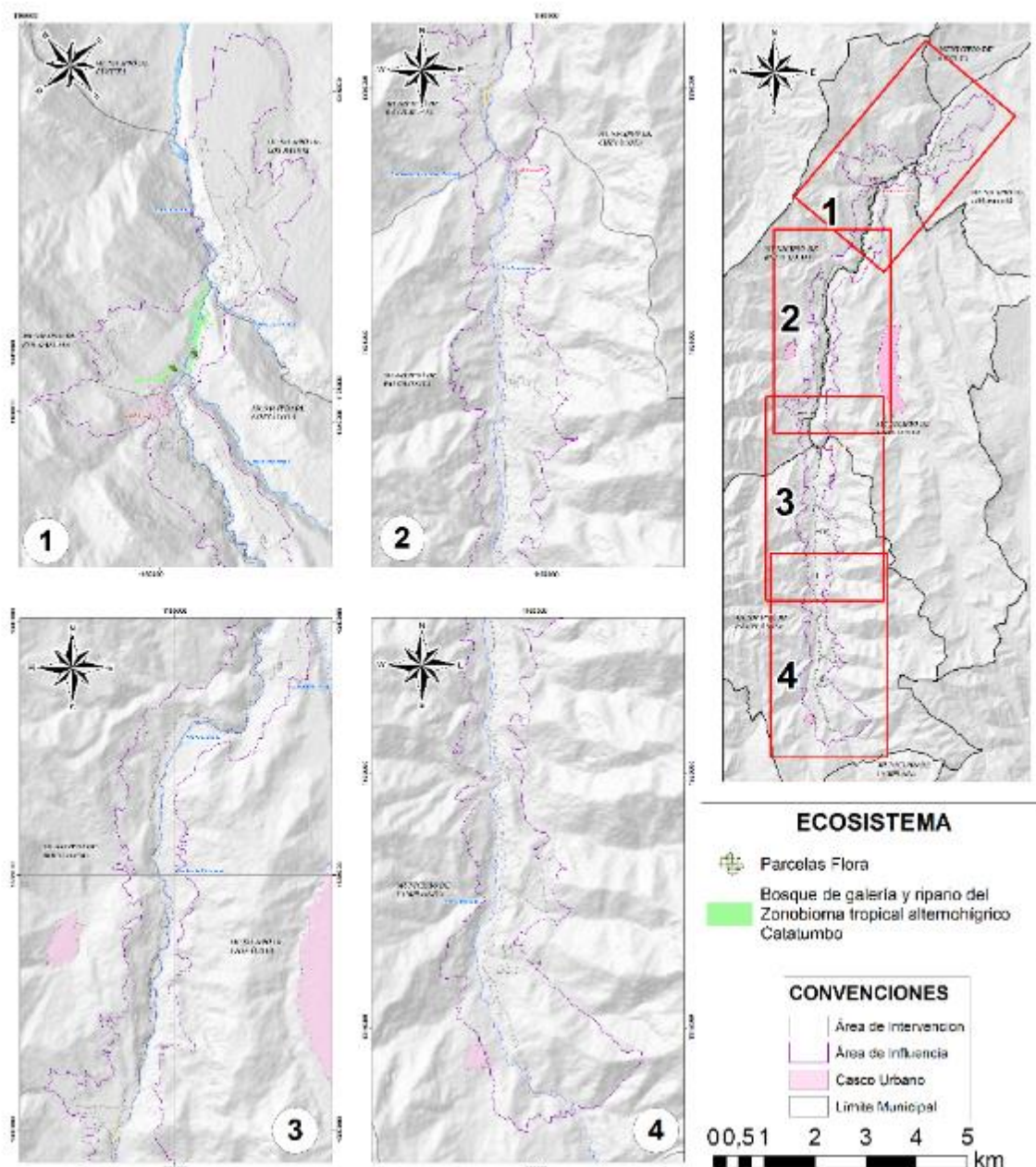


Figura 11-98 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información

se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la tabla.

Tabla 11-78 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo	F1	1163365,00	1342824,00	1163360,00	1342778,00
	F2	1162844,00	1342860,00	1162874,00	1342816,00
	F3	1162916,97	1342808,42	1162836,51	1342881,46

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 20 familias, 31 géneros los cuales están representadas por nueve especies y 103 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-79**, la familia con mayor número de individuos es Leguminosae con 23 individuos, los cuales pertenecen a dos especies, donde Pterocarpus acapulcensis es la más abundante con 21 individuo, seguida esta, por las familias Moraceae y Anacardiaceae cada una con siete y nueve individuos correspondientes a tres (3) y dos (2) especies respectivamente, le sigue en orden de abundancia la familia Meliaceae, con siete individuos y cuatro géneros.

Tabla 11-79 Composición florística Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
ANACARDIACEAE	Astronium	Astronium graveolens	Gusanero	8
	Toxicodendron	Toxicodendron striatum	Sarno/Palo sarno	1
ARECACEAE	Erythrina	Erythrina poepigiana	Ceibo/Anaco	1
BIGNONIACEAE	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Cañahuate	2
CELASTRACEAE	Maytenus	Maytenus longipes	No registra	1
Erythroxylaceae	Erythroxilum	Erythroxilum sp	Coca	1
EUPHORBIACEAE	Alchornea	Alchornea alnifolia	Bijo	5
FABACEAE	Apuleia	Apuleia leiocarpa	Guamocacho	2
	Pterocarpus	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	21
LYTHRACEAE	Lafoensia	Lafoensia acuminata	No registra	1
MALVACEAE	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacimo	3
MELASTOMATACEAE	Trophis	Trophis racemosa	No registra	1
MELIACEAE	Cedrela	Cedrela odorata	Cedro/Cedro rosado	2
		Cedrela sp	No registra	1
	Guarea	Guarea guidonia	No registra	1
	Trichilia	Trichilia havanensis	Trichilia havanensis	3

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
MORACEAE	Brosimum	Brosimum alicastrum	Guaimaro	2
	Maclura	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	17
	Trophis	Trophis racemosa	No registra	1
MUNTINGIACEAE	Muntingia	Muntingia calabura	No registra	6
MYRTACEAE	Psidium	Psidium guajava	Guayabo	2
PIPERACEAE	Piper	Piper hispidum	Piper hispidum	1
POLYGONACEAE	Cedrela	Cedrela odorata	Cedro/Cedro rosado	1
	Ruprechtia	Ruprechtia costata	No registra	4
	Senna	Senna robinifolia	Alcaparro	1
	Triplaris	Triplaris americana	Vara santa	1
RUTACEAE	Zanthoxylum	Zanthoxylum caribaeum	Zorruno/Sorruno	1
		Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	3
SALICACEAE	Casearia	Casearia aculeata	No registra	2
SAPINDACEAE	Melicoccus	Melicoccus bijugatus	Mamón/Mamoncillo	2
URTICACEAE	Cecropia	Cecropia peltata	Yarumo/Guarumo	1
	Myriocarpa	Myriocarpa stipitata	No registra	4
Total				103

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla 11-80 Parámetros estructurales Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas			
					donde aparece			
Alchornea alnifolia	5	4,854	0,04	1,48	4	13,33	5,41	11,74
Apuleia leiocarpa	2	1,942	0,05	1,63	2	6,67	2,70	6,27
Astronium graveolens	8	7,767	0,20	6,73	5	16,67	6,76	21,25
Brosimum alicastrum	2	1,942	0,02	0,64	2	6,67	2,70	5,29
Casearia aculeata	2	1,942	0,02	0,63	2	6,67	2,70	5,27
Cecropia peltata	1	0,971	0,03	1,09	1	3,33	1,35	3,42
Cedrela odorata	3	2,913	0,07	2,26	3	10,00	4,05	9,23
Cedrela sp	1	0,971	0,06	1,90	1	3,33	1,35	4,22
Erythroxilum sp	1	0,971	0,08	2,68	1	3,33	1,35	5,00
Erythrina poepigiana	1	0,971	0,15	4,79	1	3,33	1,35	7,11
Guarea guidonia	1	0,971	0,14	4,62	1	3,33	1,35	6,94
Guazuma ulmifolia	3	2,913	0,09	2,96	3	10,00	4,05	9,93

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
Handroanthus chrysanthus	2	1,942	0,03	1,06	1	3,33	1,35	4,35
Lafoensia acuminata	1	0,971	0,09	2,84	1	3,33	1,35	5,17
Maclura tinctoria	17	16,505	0,83	27,32	11	36,67	14,86	58,69
Maytenus longipes	1	0,971	0,01	0,32	1	3,33	1,35	2,64
Melicoccus bijugatus	2	1,942	0,07	2,21	2	6,67	2,70	6,86
Muntingia calabura	6	5,825	0,08	2,51	3	10,00	4,05	12,39
Myriocarpa stipitata	4	3,883	0,14	4,54	3	10,00	4,05	12,48
Piper hispidum	1	0,971	0,02	0,63	1	3,33	1,35	2,95
Psidium guajava	2	1,942	0,03	0,95	2	6,67	2,70	5,59
Pterocarpus acapulcensis	21	20,388	0,38	12,53	9	30,00	12,16	45,08
Ruprechtia costata	4	3,883	0,17	5,49	2	6,67	2,70	12,07
Senna robinifolia	1	0,971	0,01	0,37	1	3,33	1,35	2,69
Toxicodendron striatum	1	0,971	0,01	0,45	1	3,33	1,35	2,77
Trichilia havanensis	3	2,913	0,09	2,96	3	10,00	4,05	9,92
Triplaris americana	1	0,971	0,01	0,49	1	3,33	1,35	2,81
Trophis racemosa	2	1,942	0,06	1,91	2	6,67	2,70	6,55
Zanthoxylum caribaeum	1	0,971	0,02	0,74	1	3,33	1,35	3,06
Zanthoxylum rhoifolium	3	2,913	0,04	1,26	3	10,00	4,05	8,23
Total	103,00	100,00	3,03	100,00	74,00	246,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo , se estima una densidad de 343 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 103 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-99**, para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo , las especies más abundantes fueron: Pterocarpus acapulcensis con el 20,39%, equivalente a 21 individuos, seguida por Maclura tinctoria y Astronium graveolens con el 16,50% y 7,67% equivalente a 17 y ocho individuos cada uno y Muntingia calabura con el 5,82% equivalente a 11 individuos cada uno. Estas cuatro especies representan el 50,5% de la abundancia total de las especies y son características de formaciones secundarias.

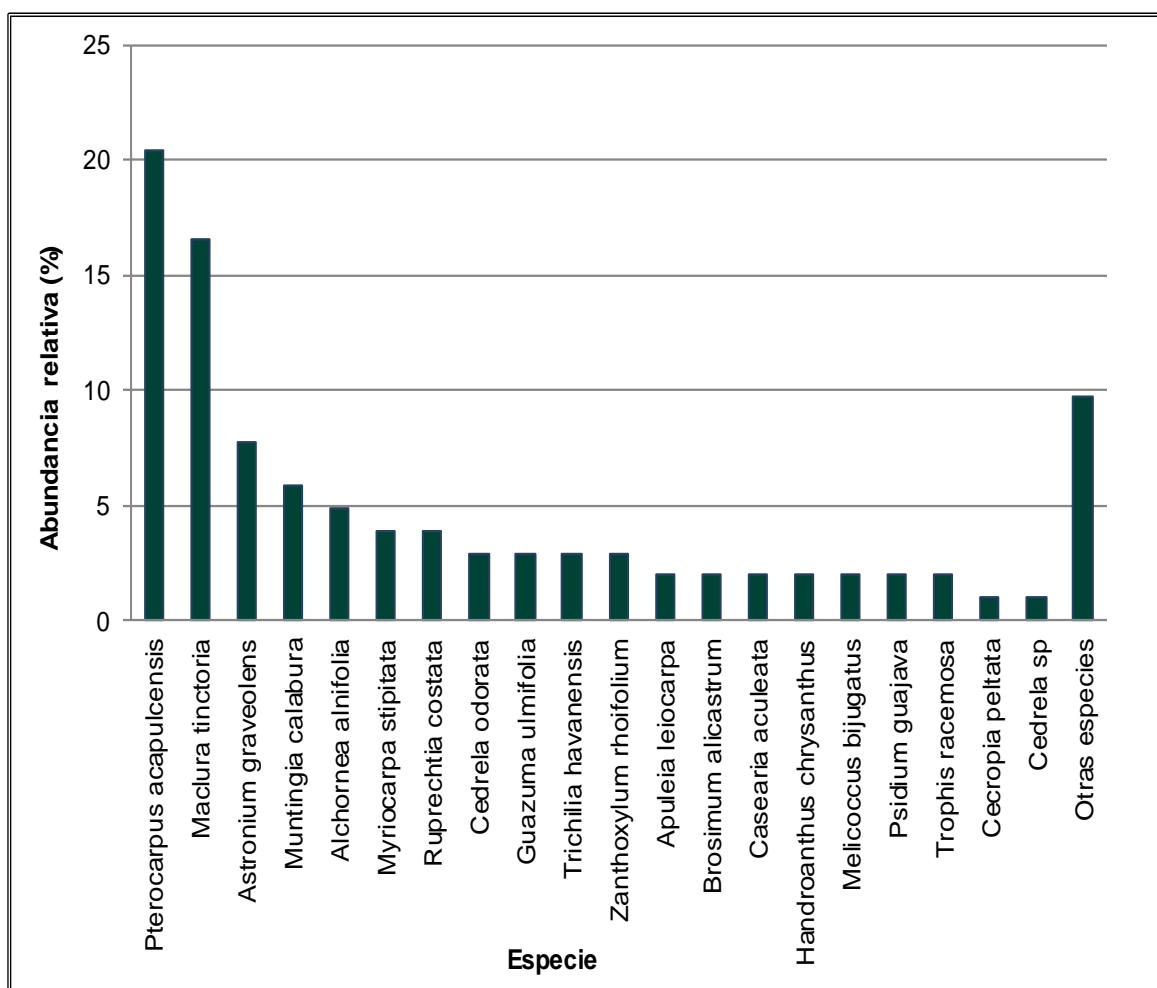


Figura 11-99 Abundancia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Dominancia

En la figura se observa la distribución de la dominancia en la cobertura, este índice evidencia el porte de cada especie dentro de estos ecosistemas, para su evaluación se utilizó el área basal como medida de ocupación de cada individuo. Para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a Maclura tinctoria con el 27,32%, seguida por Pterocarpus acapulcensis con el 12,53%, Astronium graveolens con el 6,73% y Ruprechtia costata con el 5,49% cada uno. Estas especies representan el 52,06% de la dominancia total.

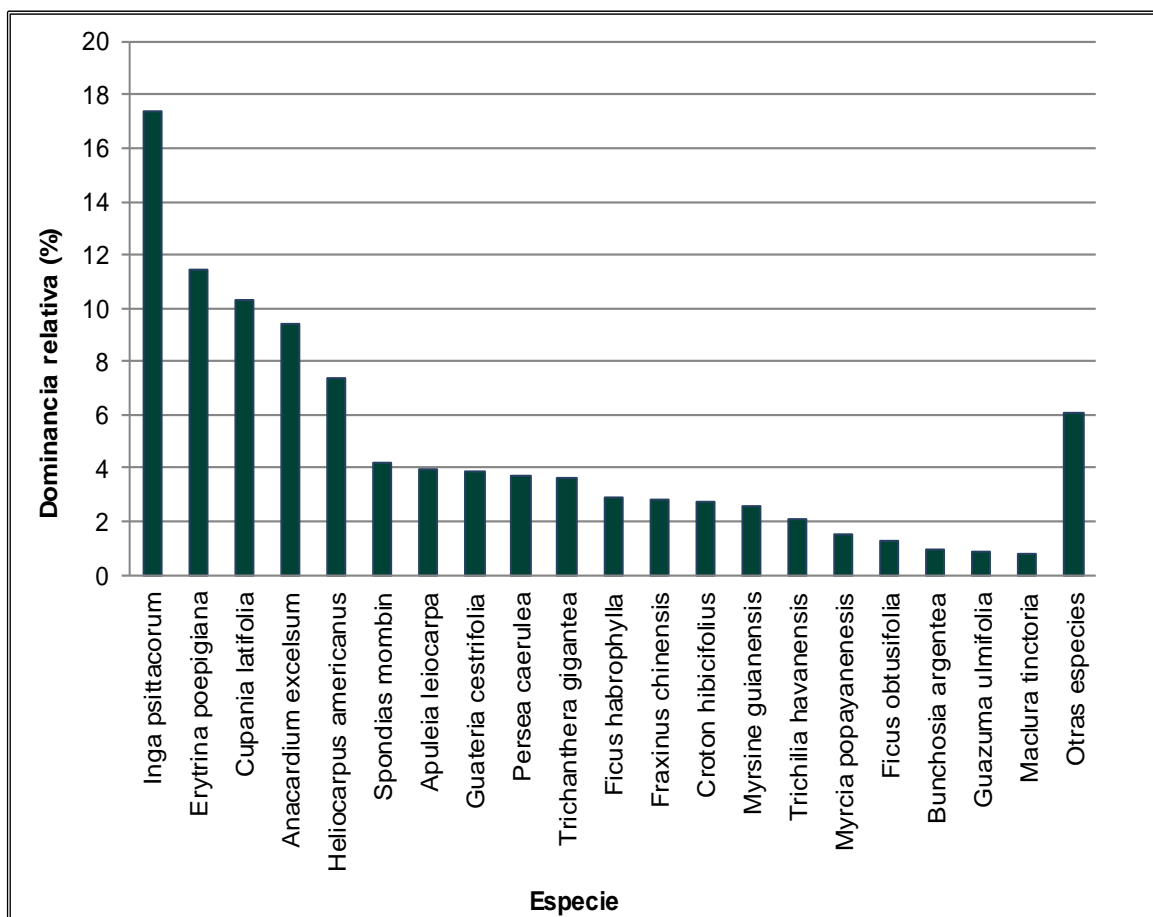


Figura 11-100 Dominancia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Frecuencia

La frecuencia absoluta determina la existencia o no de una especie en una subparcela, siendo el 100% la existencia de dicha especie en todas las parcelas; la frecuencia relativa entonces, indica su porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies y es una medida de la presencia, y sus valores dan una idea de la homogeneidad florística del bosque. En general las especies presentes en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo tienen valores bajos de frecuencia absoluta, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a Maclura tinctoria con el 14,86%, seguida por Pterocarpus acapulcensis con el 12,16%, Astronium graveolens con el 6,76% y Alchornea alnifolia con el 5,41% (Ver Figura 11-101). Para la barra de otras especies se presenta una diferencia sutil con la más frecuente, lo cual indica una distribución más heterogénea y baja frecuencia de estas en las parcelas establecidas en campo.

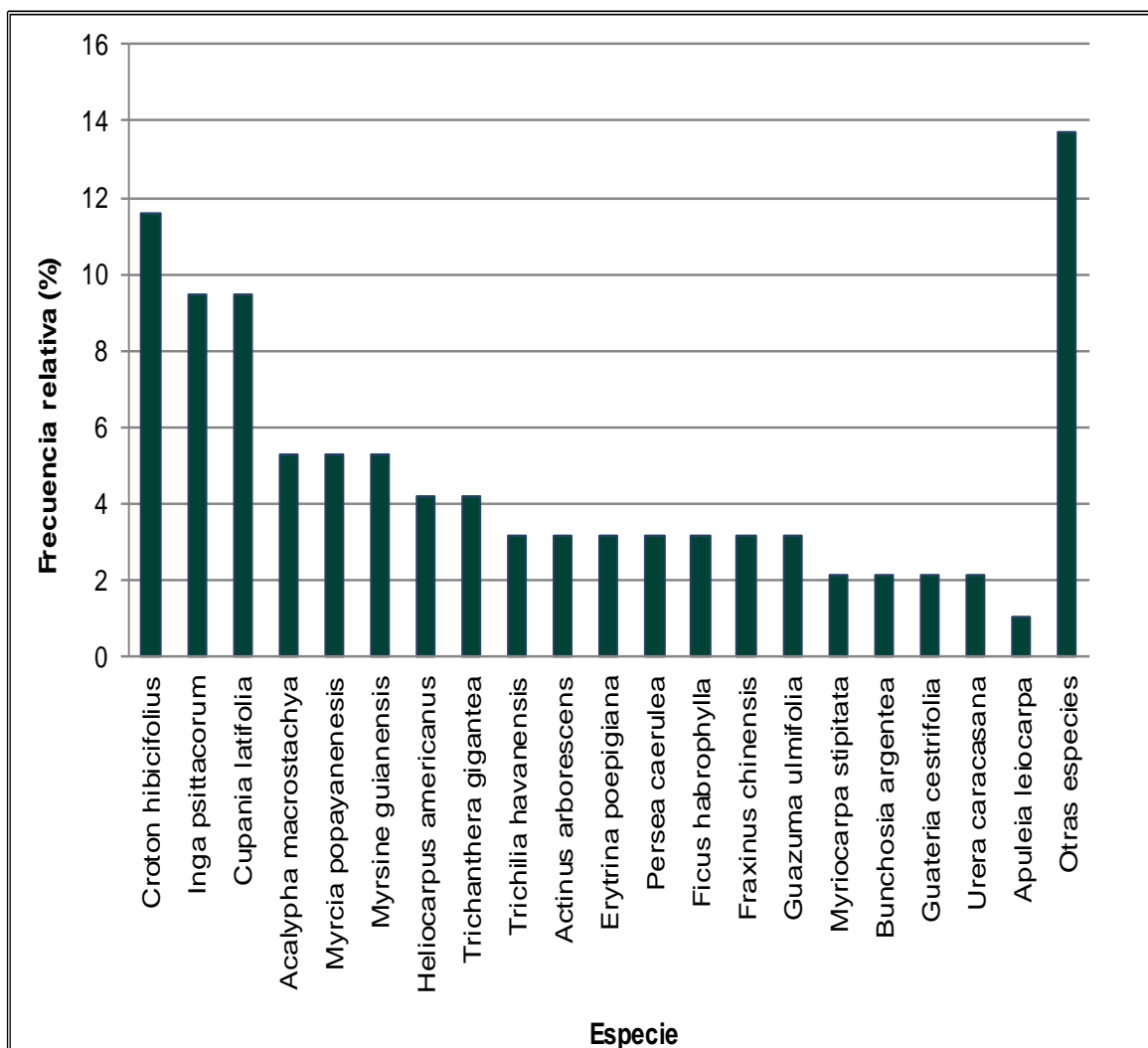


Figura 11-101 Frecuencia relativa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

En cuanto al histograma de frecuencias (Ver Figura 11-102) para las especies encontradas en la cobertura de bosque ripario, se evidencia que las especies *Maclura tinctoria* y *Pterocarpus acapulcensis* se encuentra en la Clase II, que indica que son una especie poco frecuentes, mientras que el resto de especies se encuentran en la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la media diversidad de especies encontradas en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

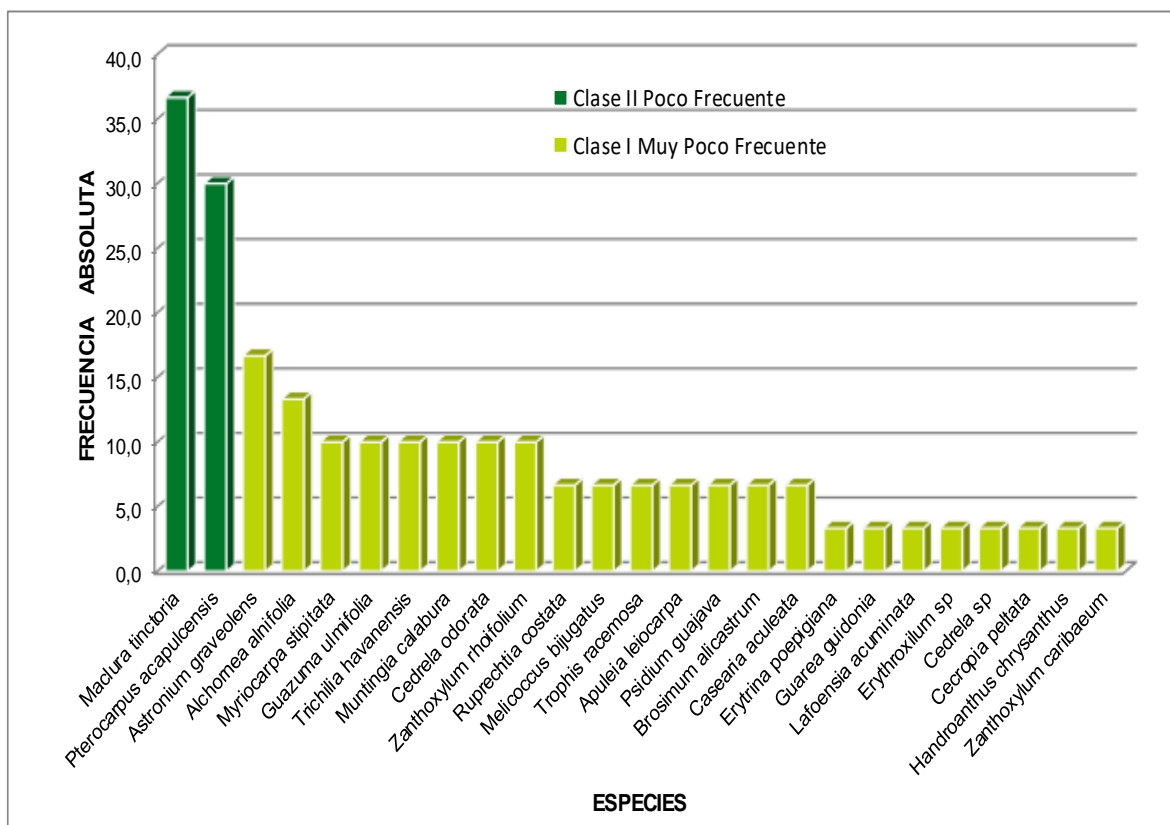


Figura 11-102 Clases de frecuencia Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para determinar el comportamiento horizontal dentro del Bosque ripario se hace un análisis aplicando la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por (Lamprecht, 1990), la cual es una medida de cuantificación para asignar a cada especie una categoría de importancia, se obtiene luego de sumar la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Área basal). En el caso del Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Maclura tinctoria* con el 58,69%, seguida por *Pterocarpus acapulcensis* con el 45,08% y *Astronium graveolens* con el 21,25%. La valoración de estas especies como las más importantes es reflejo de las características de bosque con una sucesión intermedia.

Puesto que las perturbaciones sufridas a causa de la extracción selectiva en estos bosques para la adecuación de cercas, corrales, casas, etc., hace que aunque mucha vegetación original es destruida, queda otra parte que permite que el bosque se recupere por rebrote y germinen semillas presentes en el suelo, bajo estas condiciones la sucesión secundaria suele saltar las fases tempranas y de una vez entra en fases de desarrollo con composición y estructura similares a la vegetación del bosque original

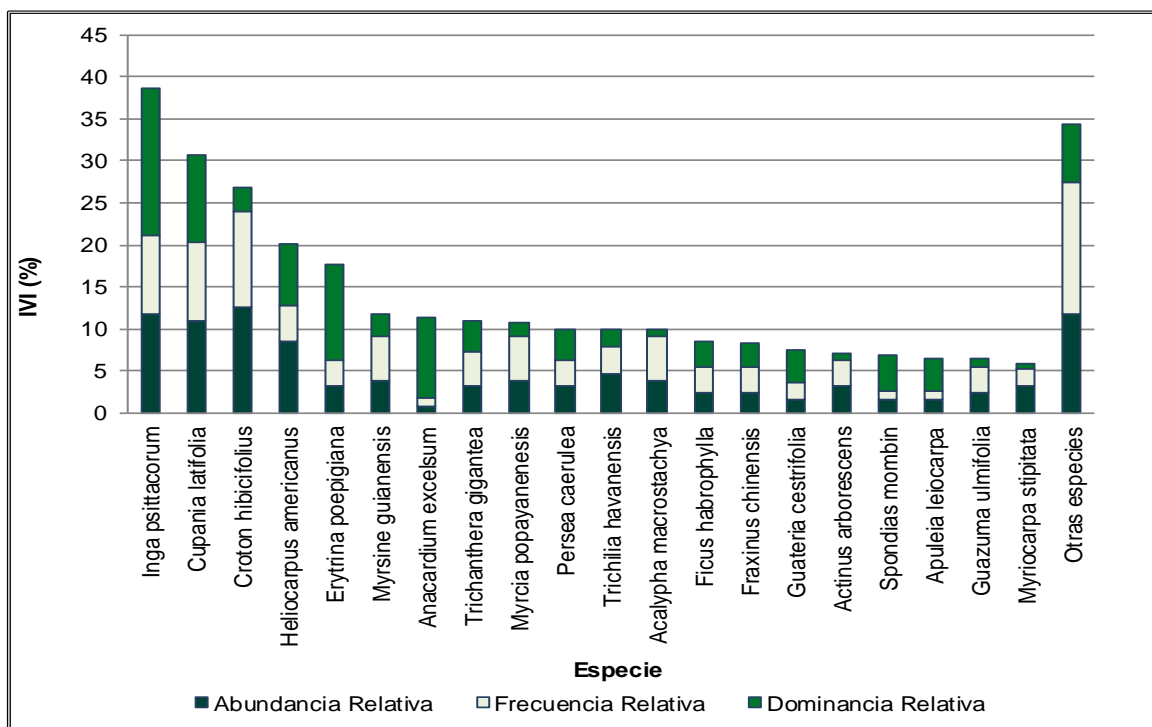


Figura 11-103 Índice de Valor de Importancia Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

En la **Figura 11-104**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo, en donde no se evidencia una estratificación, por la tendencia rectilínea de la nube de puntos lo que estaría representado en una vegetación con características de heterogeneidad producto de la recuperación de la misma. En la vegetación estudiada se distingue un estrato continuo y uno discontinuo representado por los individuos emergentes, que superan los 16 metros de altura.

El estrato Arbóreo inferior presenta un desarrollo incipiente al presentar una baja abundancia de individuos lo que indica la competencia de las especies por alcanzar mayor energía, en esta cobertura las especies presentan estrategias en donde su arquitectura se adapta para tomar la mayor cantidad de energía, ejemplo de esto son las copas amplias, la bifurcación de ramas en los puntos de mayor disponibilidad de energía entre otros

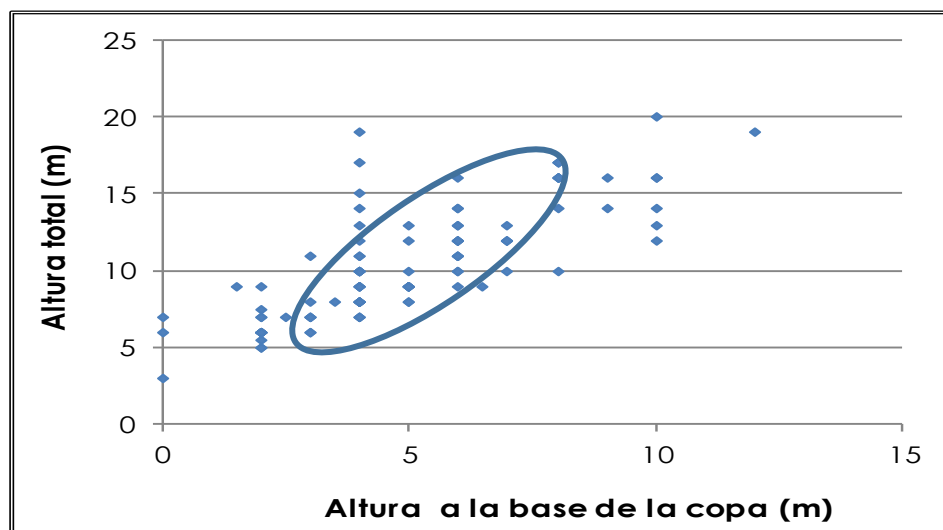


Figura 11-104 Diagrama de Ogawa Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

La metodología de estratificación aplicada a la cobertura evaluada, permite la diferenciación de tres estratos; arbóreo inferior o codominante (12 a 25 m), estrato subarboreo o arbolitos (dominado) con alturas de 5 a 12 m y arbustivo o suprimido (1,5 a 5 m), en la **Figura 11-105**, se encontró que hay una mayor concentración de individuos en el estrato subarboreo o arbolitos con 72 individuos (69,23%) y el arbóreo inferior con 28 arbolitos (26,92%). El estrato arbustivo solo está representado por tres individuos (7,81%) y el superior no está representado. Esto corresponde generalmente a bosques de sucesiones secundarias intermedias en donde predominan árboles con una altura total de 10 m.

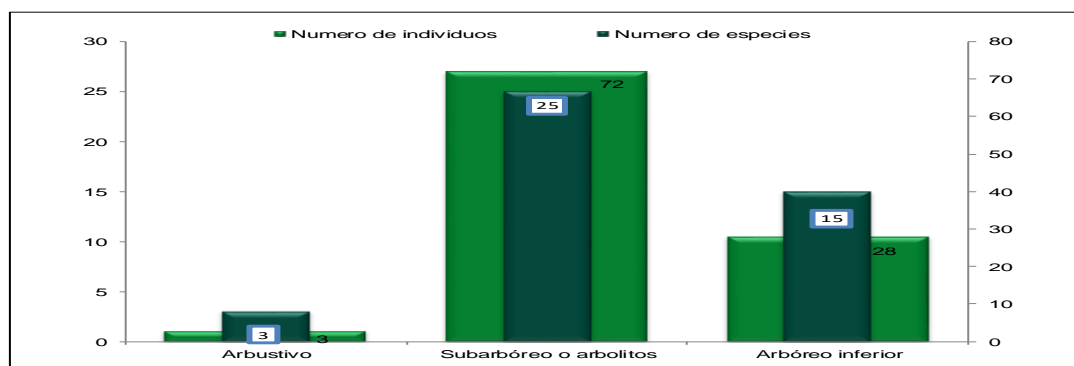


Figura 11-105 Estratificación en la cobertura Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo arrojan que del total de los individuos 75,78% (97 individuos) se encuentran con en la tendencias dispersos (25 especies) y solo hay cinco especies con tendencia al agrupamiento representada por seis individuos (15,15%)

Tabla 11-81 Distribución espacial de las especies en el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Myrsine guianensis	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Myrcia popayanensis	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Acalypha macrostachya	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Trichanthera gigantea	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Ficus habrophylla	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Fraxinus chinensis	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Guateria cestriifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Bunchosia argentea	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Urera caracasana	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Anacardium excelsum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus obtusifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Maclura tinctoria	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus soatensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Calycolpus moritzianus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Phoebe sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Vismia baccifera	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Dendropanax arboreus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Montanoa quadrangularis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cedrela odorata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Pterocarpus acapulcensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Melicoccus bijugatus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Croton hibicifolius	16	36,667	0,53	0,46	1,17	Especies con Tendencia Agrupamiento
Erythrina poepigiana	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Persea caerulea	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Actinus arborescens	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cupania latifolia	14	30,000	0,47	0,36	1,31	Especies con Tendencia Agrupamiento
Inga psittacorum	15	30,000	0,50	0,36	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia havanensis	6	10,000	0,20	0,11	1,90	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myriocarpa stipitata	4	6,667	0,13	0,07	1,93	Especies con Tendencia Agrupamiento
Spondias mombin	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Apuleia leiocarpa	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Heliocarpus americanus	11	13,333	0,37	0,14	2,56	Especies Agrupadas
Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

Esta unidad de cobertura se comporta diamétricamente como una comunidad disetánea, en donde la tendencia de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases y muy pocos en las últimas clases; la clase I concentra el 48,54% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales indican un estado sucesional joven en donde todavía predominan especies heliófitas con crecimientos en altura exponencial y bajo a nivel diamétrico; la baja representatividad o ausencia de individuos en las clases VI a VIII es evidencia de la marcada extracción forestal que tuvo la cobertura

Tabla 11-82 Estructura diamétrica fustales – Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	50	48,54
0,15	0,19	II	23	22,33
0,19	0,24	III	12	11,65
0,24	0,28	IV	9	8,74
0,28	0,33	V	3	2,91
0,33	0,37	VI	2	1,94
0,38	0,42	VII	0	0,00
0,42	0,47	VIII	4	3,88
TOTAL			103	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

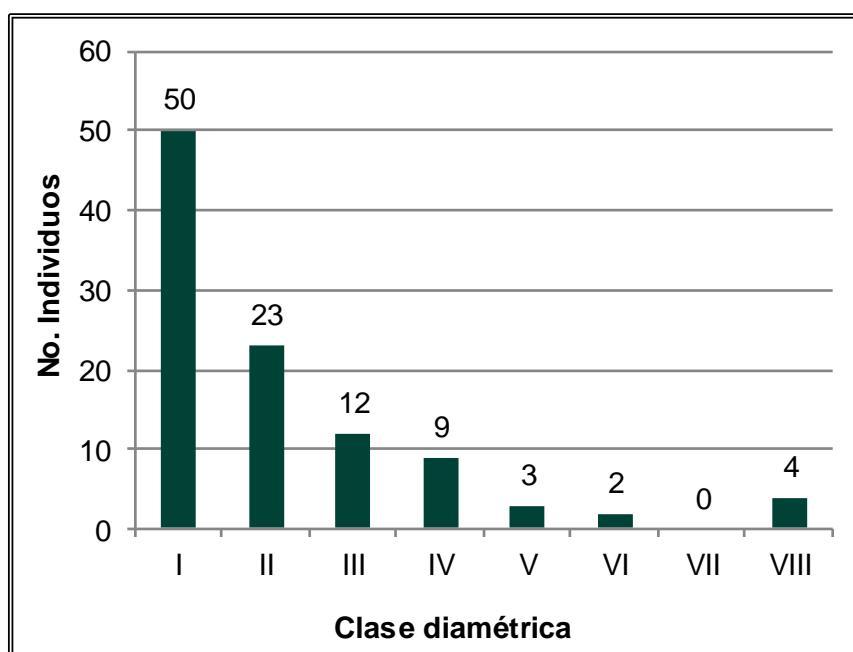


Figura 11-106 Distribución diamétrica Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo. A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

Para la regeneración natural del Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo se encontraron 100 individuos (17 en estado latizal y 28 en estado brinzal) distribuidos en 12 familias y 16 especies.

Tabla 11-83 Composición florística de la regeneración natural en Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
APOCYNACEAE	Tabernaemontana sp	No registra	1
	Acalypha macrostachya	Vara Negra/Carrasposo	2
	Alchornea alnifolia	Bijo	4
EUPHORBIACEAE	Alchornea sp	No registra	3
FABACEAE	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	1
MELIACEAE	Trichilia havanensis	Palomito	2
	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	1
	Brosimum alicastrum	Guaimaro	3
MYRTACEAE	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	1
	Piper aduncum	Cordoncillo	10
	Piper hispidum	Cordoncillo4	4
RUTACEAE	Esenbeckia pentaphylla	No registra	8
SALICACEAE	Casearia aculeata	No registra	2
SAPINDACEAE	Melicoccus bijugatus	Mamón/Mamoncillo	1
SAPOTACEAE	Chrysophyllum argenteum	Caimito	1
URTICACEAE	Myriocarpa stipitata	No registra	1
			45

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-84 Índices de diversidad Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	20
Especies	30
Individuos	103
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,09
Shannon_Wiener	2,872
Margalef	6,257

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 4 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:4; es decir, por cada cuatro individuos presentes en el bosque 1 corresponde a la misma especie generando mayor riqueza en un área menor.

El índice de equidad de Shannon- Weaver muestra que del total de especies halladas en campo, tienden a ser no similares en términos de abundancia, indicando que la cobertura presenta una alta diversidad con un valor de 2,87, siendo este el 84,4% de la máxima diversidad que se podría obtener de acuerdo a este índice.

El índice de Simpson mide la riqueza de las especies más comunes dentro de cada cobertura evaluada, de este modo el valor arrojado por este (0,09) indica que la comunidad tiene una alta diversidad y baja dominancia producto de la dinámica sucesional en el que se encuentra ya que al estar en una sere secundaria y ser sometida a diferentes perturbaciones existe una alta tasa de reclutamiento de especies. En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura tiene una diversidad muy alta.

Análisis ecosistema Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo .

El ecosistema Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo tiene un área de 24,79 ha a compensar por las intervenciones del proyecto de acuerdo con la caracterización efectuada en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, es un ecosistema con una diversidad alta, en el cual se hallaron 104 individuos fustales en 20 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

Las perturbaciones sufridas a causa de la extracción selectiva en estos bosques para la adecuación de cercas, corrales, casas, etc., hace que aunque mucha vegetación original es destruida, queda otra parte que permite que el bosque se recupere por rebrote y germinen semillas presentes en el suelo, bajo estas condiciones la sucesión secundaria suele saltar las fases tempranas y de una vez entra en fases de desarrollo con composición y estructura similares a la vegetación del bosque original.

Acorde a los resultados la tendencia de la comunidad vegetal es a la heterogeneidad, lo cual garantiza que en función del tiempo la estructura y riqueza de este tipo de cobertura vegetal será más compleja y diversa. En esta cobertura la vegetación presenta una estructura fisionómica de estadios mesoseriales sometidos a disturbios en el pasado afectando nichos de regeneración de las especies dominantes y codominantes que en este caso están representadas en tres estratos (arbustivo (suprimido), subarboreo o arbolitos (dominado) y arbóreo inferior (Codominante)).

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo son Maclura tinctoria, Pterocarpus acapulcensis, Astronium graveolens, Myriocarpa stipitata, Muntingia calabura Ruprechtia costata, Alchornea alnifolia, Guazuma ulmifolia, entre otras. Especies que juegan un papel importante como foco de conservación ya que garantizan en el mediano a largo plazo que la sucesión continúe y se desarrollen condiciones óptimas para la fauna asociada al tratarse de especies típicas de bosque de crecimiento secundario.

La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de 16 especies y 12 familias, donde nueve especies también están representadas en el estado fustal, garantizando su permanencia en la sucesión.

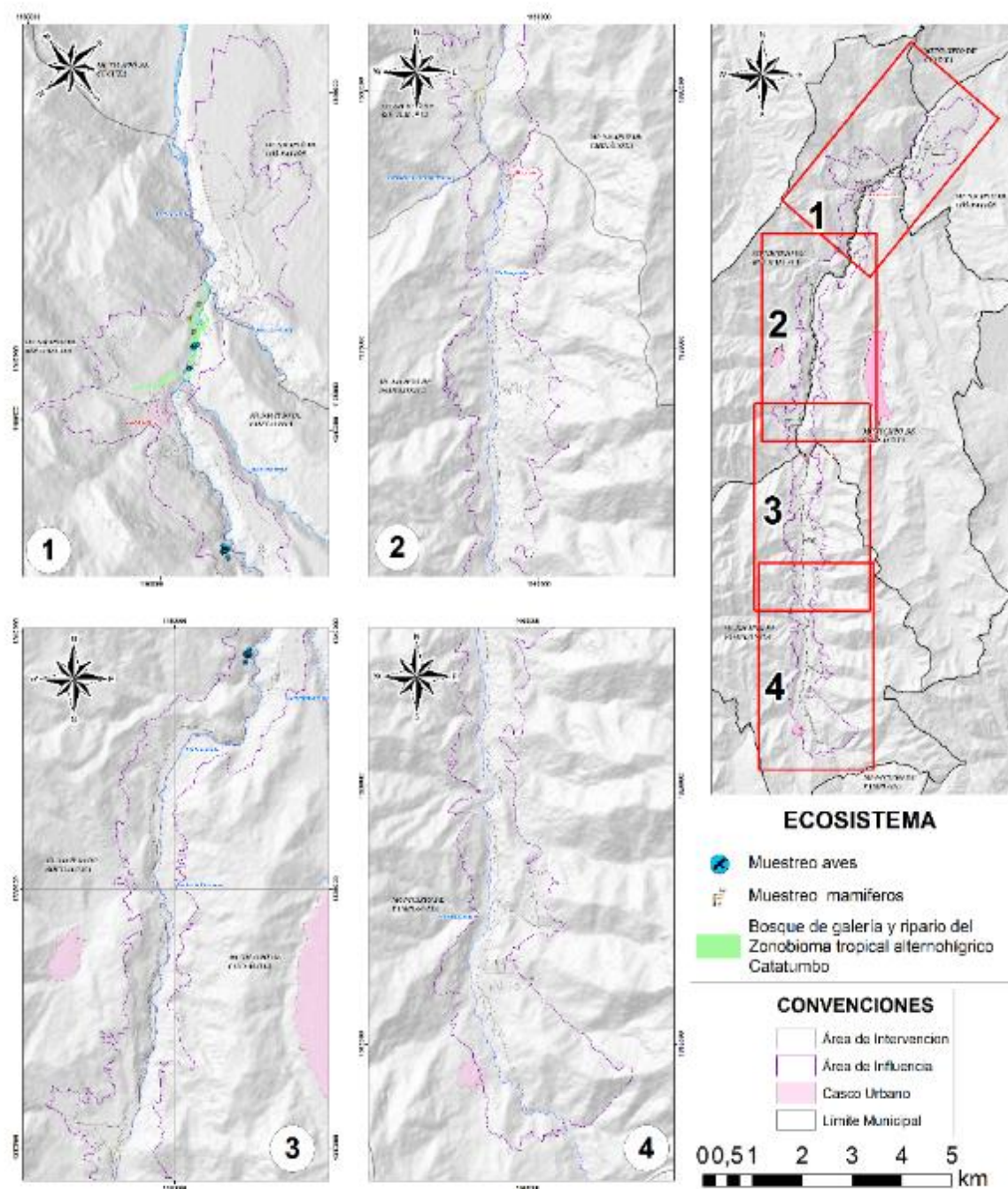


Figura 11-107 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque ripario del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque de galería y ripario (**Tabla 11-63**), se identificaron tres especies de mamíferos lo que corresponde al 2% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Se registraron un total de 12 individuos, distribuidos en tres familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 1.11-85 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Caluromys sp.	H	1	0,05	Omn
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	10	0,5	Omn
RODENTIA	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	1	0,05	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presento mayor riqueza en el área de compensación fue Didelphimorphia con una familia y dos especies y Rodentia con una familia y una especie. Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza, presentó una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

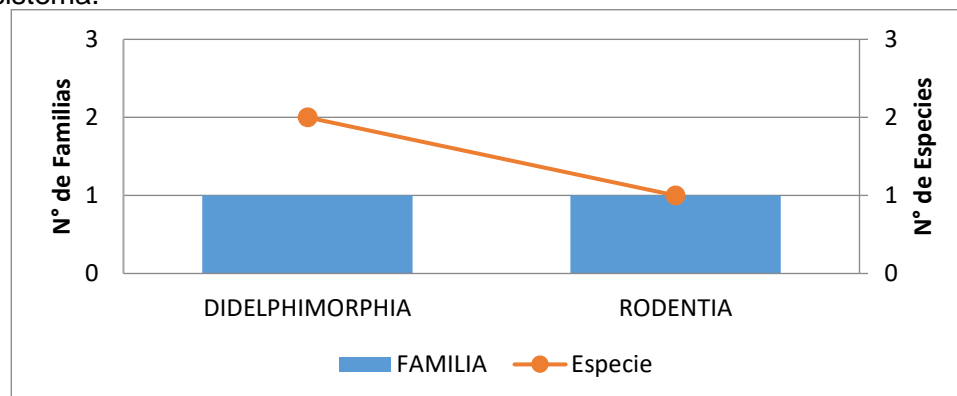


Figura 11-108 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-86 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bgr
Taxa S	3
Individuals	12
Dominance D	0,7083
Shannon H	0,5661
Simpson 1-D	0,2917
Margalef	0,8049
Equitability J	0,5153
Fisher alpha	1,284

Como se observa en la **Tabla 11-64**, para el bosque de galería se registraron tres especies y 12 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,7083, el cual es un valor medio del índice que muestra que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, no obstante el índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0,5153 contrario a los resultados esperados.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 0,5661 y Margalef con un valor de 0,8049. Así mismo, el alpha de Fisher presentó un valor bajo de 1,284, de acuerdo a lo esperado al analizar los demás índices. Lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas

● Hábitat

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del

zonobioma tropical alterohígrico catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, presentan hábitos arbustivo/sotobosque (Arb/S) (33%), arbóreo/arbustivo/sotobosque (33%) y arbóreo (33%) sin embargo, se esperaría encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea (**Figura 11-109**).

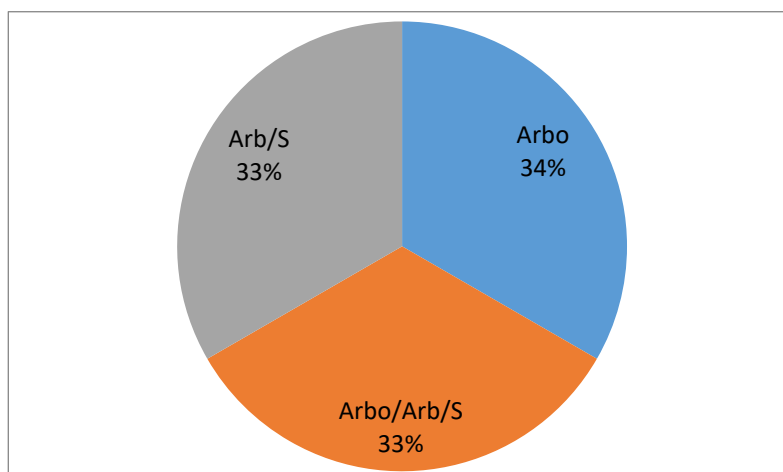


Figura 11-109 Estrato para los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la figura, para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron dos categorías: Frugívoros (Fru) y Omnívoros (Omn).

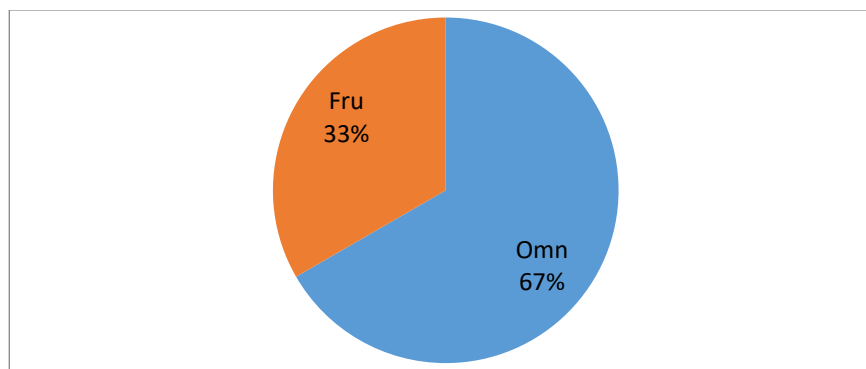


Figura 11-110 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). La especie registrada fue: *Dasyprocta punctata*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Las especies registradas para este gremio trófico fueron: *Caluromys sp* y *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el arbustal denso alto, se identificaron 14 especies de aves, además se registraron 25 individuos distribuidos en cinco familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-87 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	2	0,1	Gra /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	2	0,1	Fru/ Gra/ Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cayana	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	3	0,15	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Cissopis leverianus	O	1	0,05	Gra/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator maximus	O	2	0,1	Fru/Her/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanicollis	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanoptera	O	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara guttata	O	3	0,15	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Geothlypis philadelphia	O	2	0,1	Ins/ Her
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga pitiauyumi	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Fringillidae	Euphonia cyanocephala	O	2	0,1	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

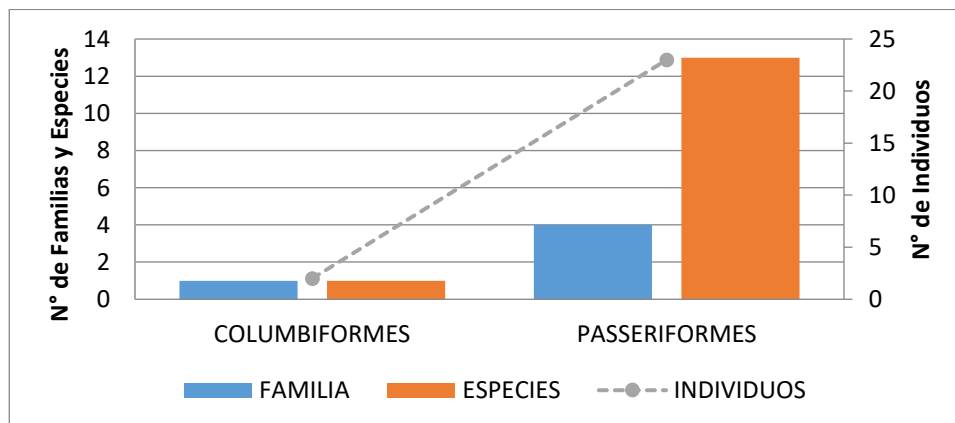


Figura 11-111 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ **Diversidad**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-88 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índice	Bgr
Taxa S	14
Individuals	25
Dominance D	0,0816
Shannon H	2,567
Simpson 1-D	0,9184
Margalef	4,039
Equitability J	0,9727
Fisher alpha	13,14

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el bosque de galería se registraron 14 especies y 25 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,0816, el cual es un valor bajo del índice indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9727 contrario a los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 2,567, Margalef con un valor de 4,039 y alpha de Fisher con un valor de 13,14, reforzando lo encontrado con el índice de equitabilidad.

○ **Relación ecológica de las aves con los ecosistemas**

• **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque de galería y ripario del zonobioma tropical alternohígrico catatumbo. No obstante, se menciona que el número de

especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque de galería y ripario, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, como era de esperar, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel/sotobosque (Do/Sb) (29%).

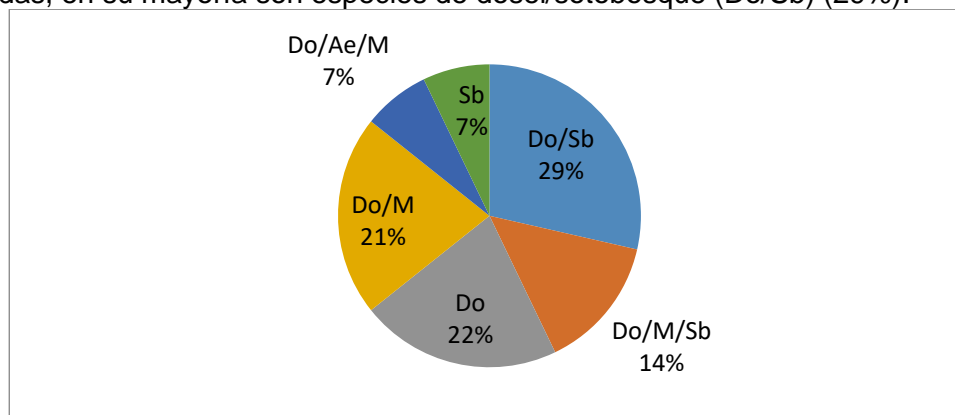


Figura 11-112 Distribución vertical de las aves en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de bosque de galería y ripario se usaron cuatro categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Granívoro (Gra) y Herbívoro (Her).

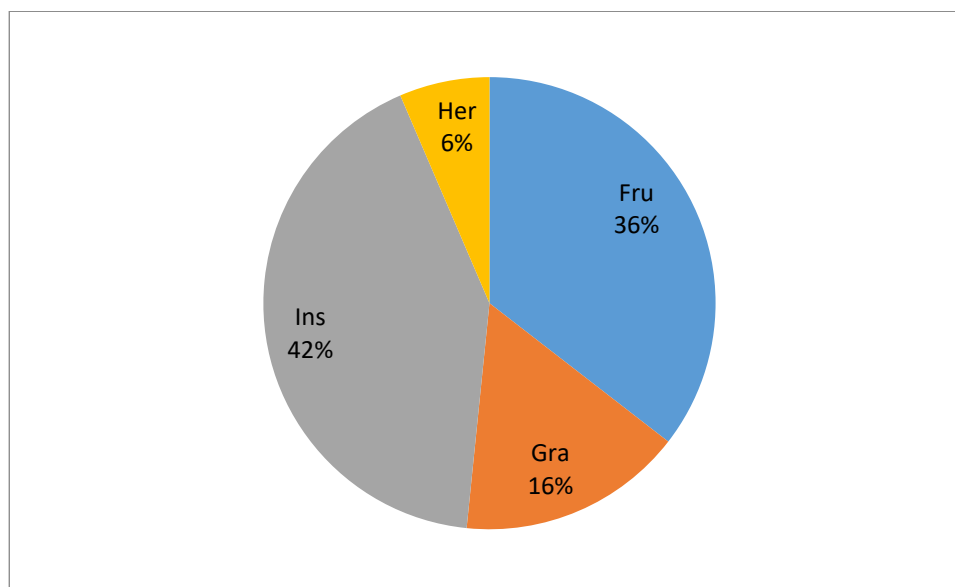


Figura 11-113 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.7 Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la **Fotografía 11-27** se observa la cobertura vegetal presente en el ecosistema y la **Figura 11-114** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-27 Vista de la cobertura presente el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

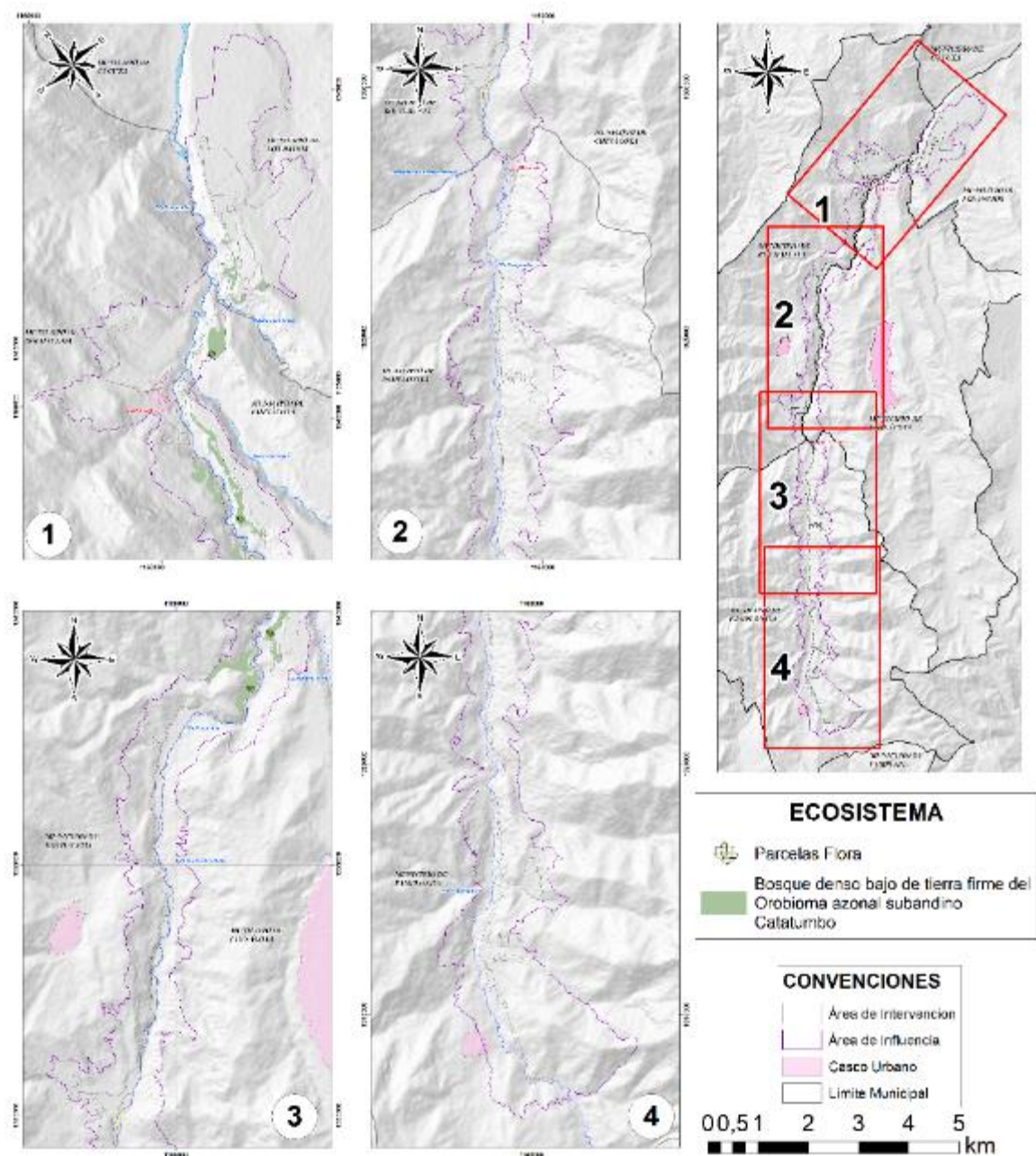


Figura 11-114 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumboso establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal (DAP≥10cm) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan.

Tabla 11-89 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	G1	1163521,00	1342509,00	1163562,00	1342510,00
	G2	1161884,00	1339610,00	1161861,00	1339635,00
	G3	1161474,00	1338519,00	1161524,12	1338516,12

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 18 familias, 25 géneros los cuales están representadas por nueve especies y 139 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-90**, a familia con mayor número de individuos es Leguminosae con 69 individuos, los cuales pertenecen a dos especies, donde Pterocarpus acapulcensis es la más abundante con 35 individuos, seguida por las familias Boraginaceae y Rutaceae cada una con 14 y 11 individuos correspondientes a una y dos (2) especies respectivamente, le sigue en orden de abundancia la familia Euphorbiaceae, con 10 individuos y dos géneros.

Tabla 11-90 Composición florística Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
ANNONACEAE	Guatteria	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	1
ARECACEAE	Syagrus	Syagrus sancona	Palma	2
BIGNONIACEAE	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Cañahuat	2
BORAGINACEAE	Cordia	Cordia alliodora	Moncoro/Pardillo	14
EUPHORBIACEAE	Acalypha	Acalypha macrostachya	Vara Negra	1
	Alchornea	Alchornea alnifolia	Bijo	9
LAMIACEAE	Callicarpa	Callicarpa americana	No registra	1
LAURACEAE	Nectandra	Nectandra acutifolia	Loro baboso	2
LEGUMINOSAE	Apuleia	Apuleia leiocarpa	Guamocacho	13
		Machaerium biovulatum	Sietecueros	12
	Machaerium	Machaerium capote	Yuco/Yuquero/Yuca	9
	Pterocarpus	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	35

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
MALPIGHIACEAE	Byrsonima	Byrsonima crassifolia	No registra	6
MALVACEAE	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacimo	1
MELASTOMATACEAE	Miconia	Miconia rubiginosa	Tuno	1
	Brosimum	Brosimum guianense	Leche perra	2
		Ficus glabrata	Caucho	1
	Ficus	Ficus maxima	No registra	2
MORACEAE	Maclura	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	2
	Calycolpus	Calycolpus moritzianus	Arrayán / Cinaro	1
MYRTACEAE	Myrcia	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	2
NYCTAGINACEAE	Neea	Neea sp	Neea sp	1
POLYGONACEAE	Triplaris	Triplaris americana	Vara santa	1
		Zanthoxylum caribaeum	Zorruno/Sorrano	2
RUTACEAE	Zanthoxylum	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	9
		Casearia aculeata	No registra	1
SALICACEAE	Casearia	Casearia sp	No registra	2
	Cupania	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	1
SAPINDACEAE	Melicoccus	Melicoccus bijugatus	Mamón/Mamoncillo	3
Total				139

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla 11-91 Parámetros estructurales Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas donde aparece			
Acalypha macrostachya	1	0,719	0,01	0,34	1	3,33	1,01	2,06
Alchornea alnifolia	9	6,475	0,23	6,17	6	20,00	6,06	18,70
Apuleia leiocarpa	13	9,353	0,32	8,53	10	33,33	10,10	27,98
Brosimum guianense	2	1,439	0,02	0,58	1	3,33	1,01	3,02
Byrsonima crassifolia	6	4,317	0,11	2,92	4	13,33	4,04	11,27
Callicarpa americana	1	0,719	0,02	0,50	1	3,33	1,01	2,23
Calycolpus moritzianus	1	0,719	0,01	0,37	1	3,33	1,01	2,10
Casearia aculeata	1	0,719	0,03	0,71	1	3,33	1,01	2,43
Casearia sp	2	1,439	0,07	1,97	1	3,33	1,01	4,42
Cordia alliodora	14	10,072	0,45	11,75	10	33,33	10,10	31,93

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
Cupania latifolia	1	0,719	0,03	0,86	1	3,33	1,01	2,59
Ficus glabrata	1	0,719	0,06	1,62	1	3,33	1,01	3,35
Ficus maxima	2	1,439	0,09233	2,43224	2	6,67	2,02	5,89
Guateria cestrifolia	1	0,719	0,02496	0,65743	1	3,33	1,01	2,39
Guazuma ulmifolia	1	0,719	0,04596	1,21088	1	3,33	1,01	2,94
Handroanthus chrysanthus	2	1,439	0,02379	0,62661	2	6,67	2,02	4,09
Machaerium biovulatum	12	8,633	0,42	11,14	10	33,33	10,10	29,87
Machaerium capote	9	6,475	0,21	5,60	5	16,67	5,05	17,12
Maclura tinctoria	2	1,439	0,10	2,73	2	6,67	2,02	6,19
Melicoccus bijugatus	3	2,158	0,05	1,30	2	6,67	2,02	5,48
Miconia rubiginosa	1	0,719	0,01	0,30	1	3,33	1,01	2,03
Myrcia popayanensis	2	1,439	0,03	0,91	2	6,67	2,02	4,37
Nectandra acutifolia	2	1,439	0,18	4,67	2	6,67	2,02	8,13
Neea sp	1	0,719	0,01	0,24	1	3,33	1,01	1,97
Pterocarpus acapulcensis	35	25,180	0,71	18,68	19	63,33	19,19	63,05
Syagrus sancona	2	1,439	0,07	1,75	2	6,67	2,02	5,21
Triplaris americana	1	0,719	0,01	0,26	1	3,33	1,01	1,99
Zanthoxylum caribaeum	2	1,439	0,12	3,09	2	6,67	2,02	6,55
Zanthoxylum rhoifolium	9	6,475	0,31	8,11	6	20,00	6,06	20,65
Total	139	100	3,80	100	99	330	100	300

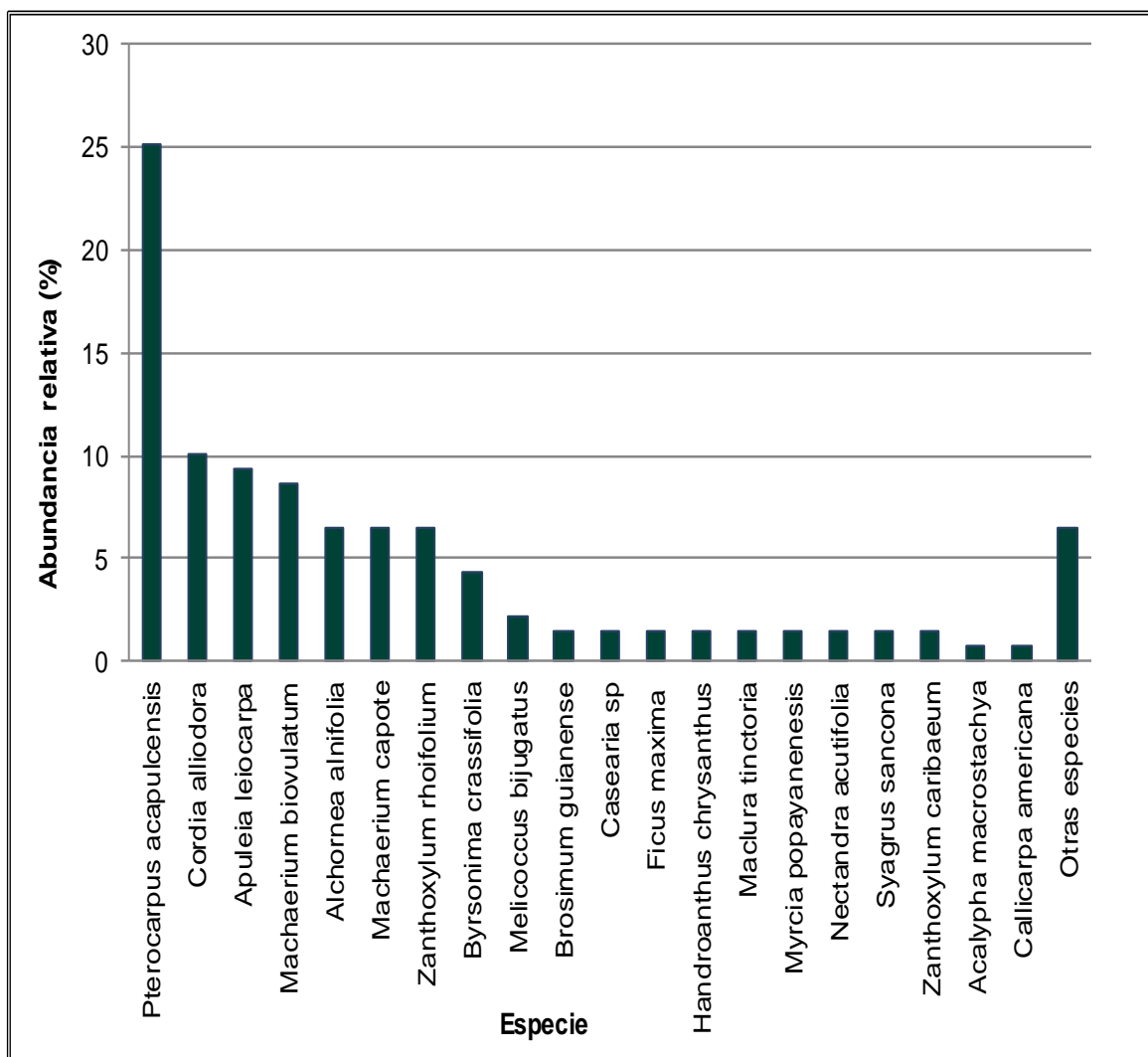
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 463 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 139 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la Figura 11-37, para el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Pterocarpus acapulcensis con el 25,18%, equivalente a 35 individuos, seguida por Cordia alliodora y Apuleia leiocarpa con el 10,07% y 9,35% equivalente a 14 y 13 individuos cada uno y Machaerium biovulatum con el 8,63% equivalente a 12 individuos cada uno. Estas cuatro especies representan el 53,23% de la abundancia total de las especies y son características de formaciones secundarias.



**Figura 11-115 Abundancia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma
Azonal Subandino Catatumbo**

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Pterocarpus acapulcensis* con el 18,68%, seguida por *Cordia alliodora* y *Machaerium biovulatum* con el 11,75% y 11,14% y *Apuleia leiocarpa* con el 8,53%.

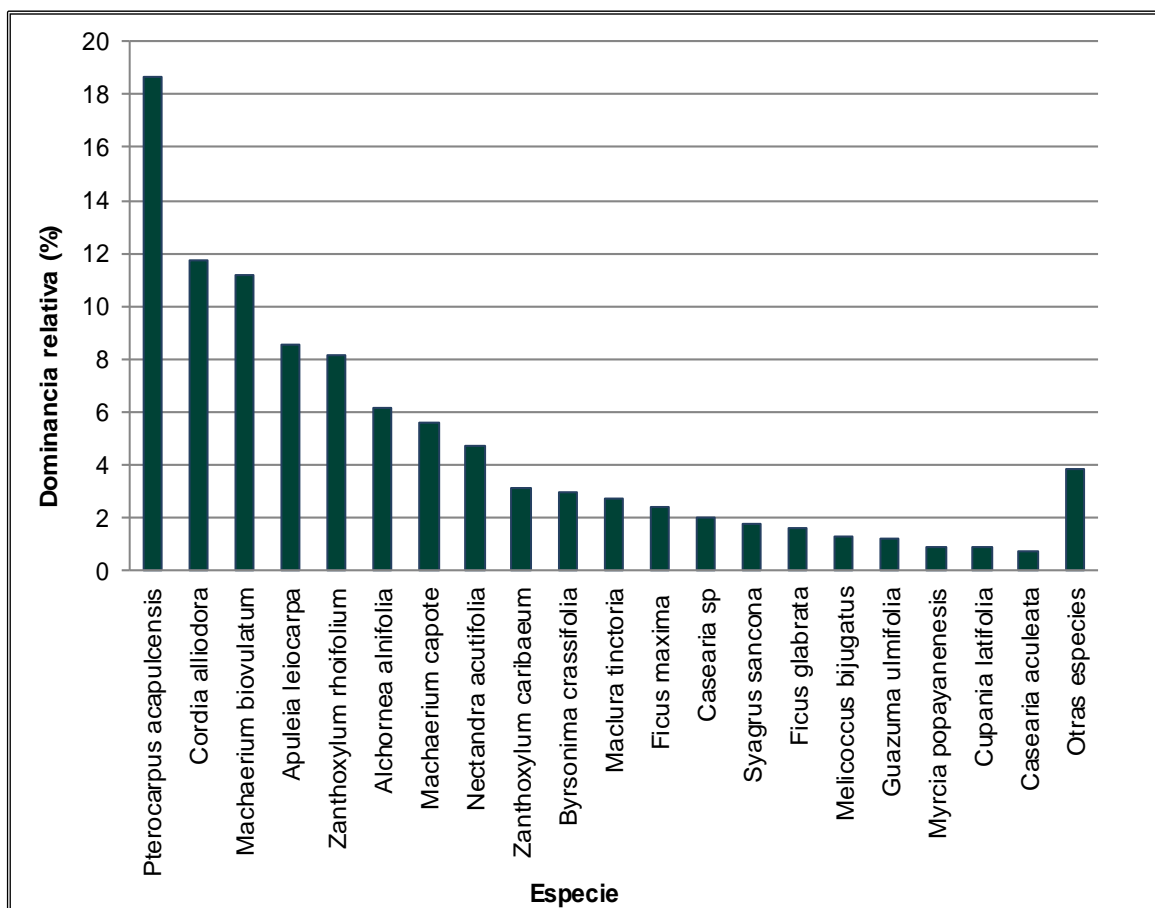


Figura 11-116 Dominancia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Pterocarpus acapulcensis* con el 19,19%, seguida por *Cordia alliodora* y *Apuleia leiocarpa* con el 10,10% cada uno. En general las especies presentes en esta cobertura tienen valores bajos de frecuencia absoluta.

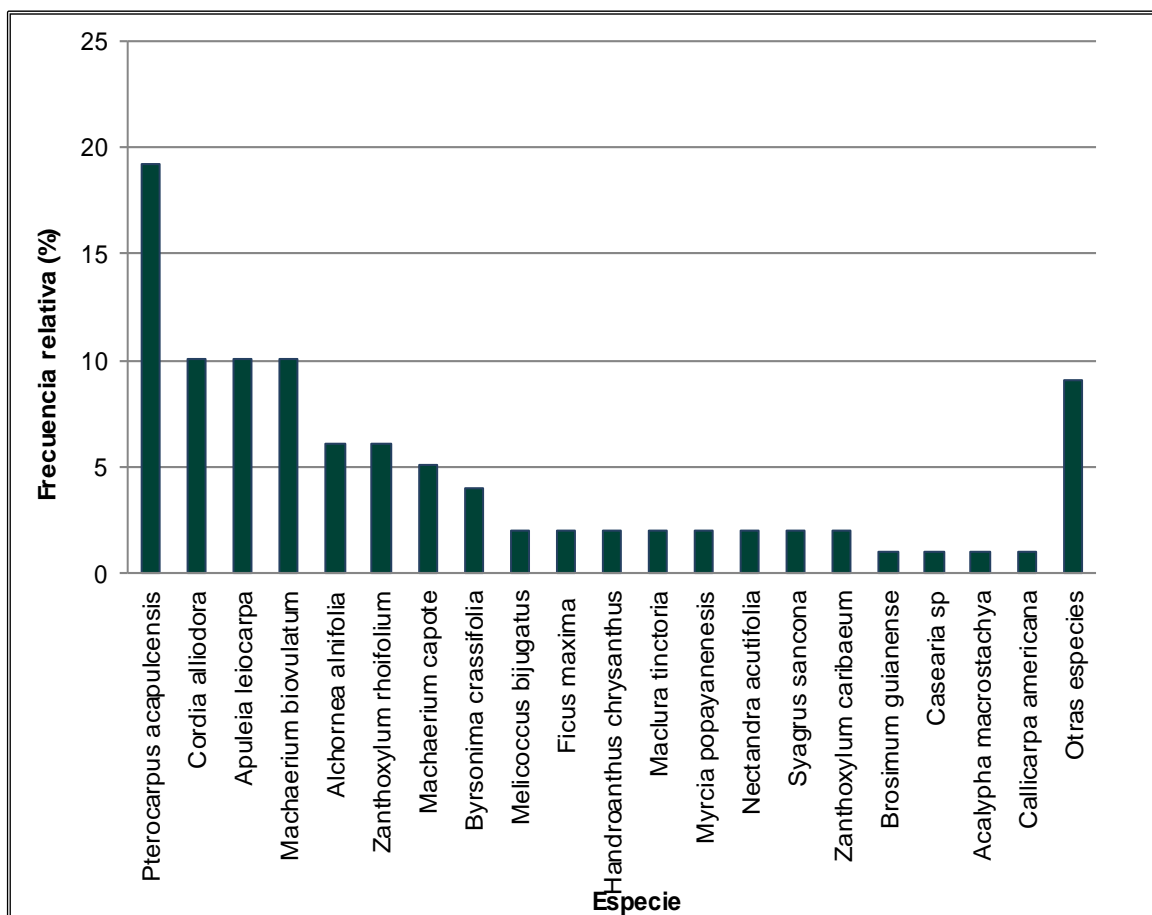


Figura 11-117 Frecuencia relativa Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

En cuanto al histograma de frecuencias para las especies encontradas en la cobertura de bosque ripario, se evidencia que las especies *Pterocarpus acapulcensis* se encuentra en la Clase IV, que indica que son una especie muy frecuente, la clase II esta representada por tres especies y el resto de especies se encuentran en la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la media diversidad de especies encontradas en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

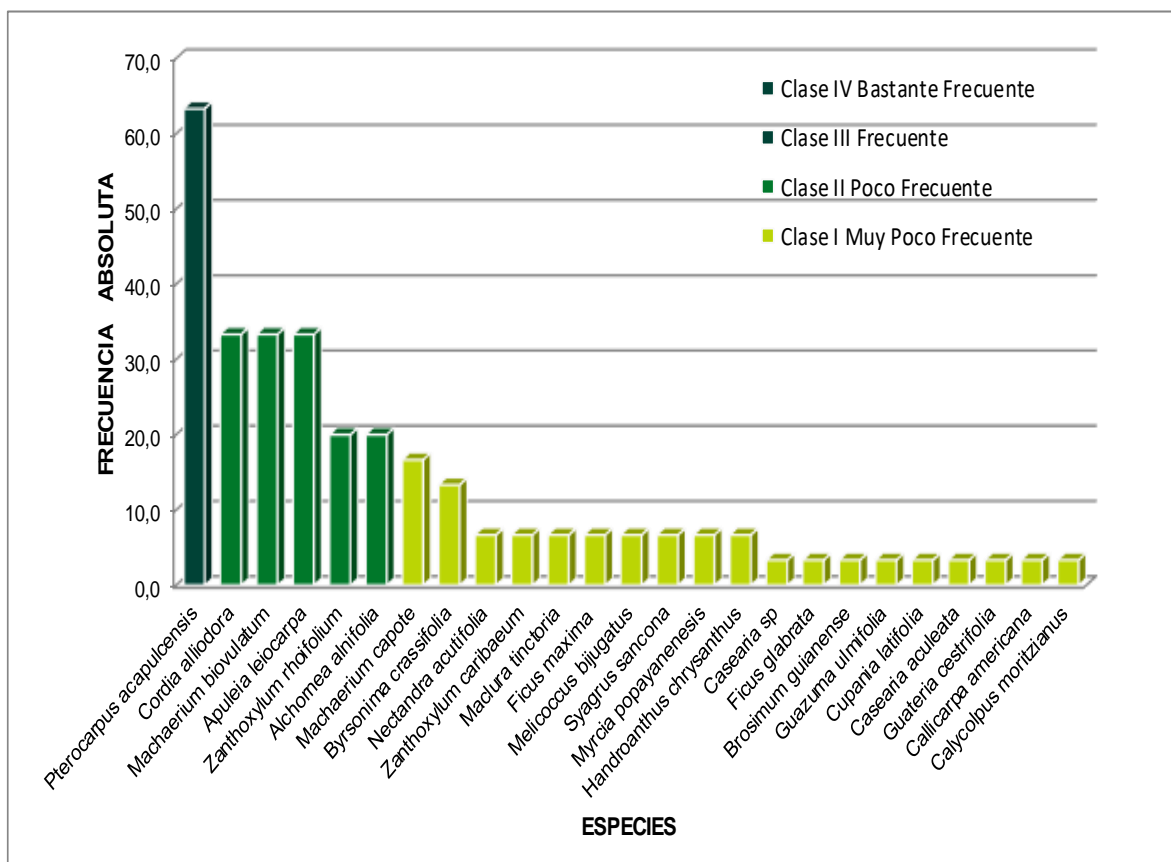


Figura 11-118 Clases de frecuencia Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para determinar el comportamiento horizontal dentro del Bosque denso se hace un análisis aplicando la metodología del Índice de Valor de Importancia (IVI) sugerida por (Lamprecht, 1990), la cual es una medida de cuantificación para asignar a cada especie una categoría de importancia, se obtiene luego de sumar la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa (Área basal). En el caso de esta cobertura, las especies con mayor peso ecológico son: Pterocarpus acapulcensis con el 63,05%, seguido por Cordia alliodora con 31,93 y Machaerium biovulatum con 29,87%. La valoración de estas especies como las más importantes es reflejo de las características de bosque con una sucesión intermedia. Puesto que las perturbaciones sufridas a causa de la extracción selectiva en estos bosques, hace que aunque mucha vegetación original es destruida, queda otra parte que permite que el bosque se recupere por rebrote y germinen semillas presentes en el suelo, bajo estas condiciones la sucesión secundaria suele saltar las fases tempranas y de una vez entra en fases de desarrollo con composición y estructura similares a la vegetación del bosque original.

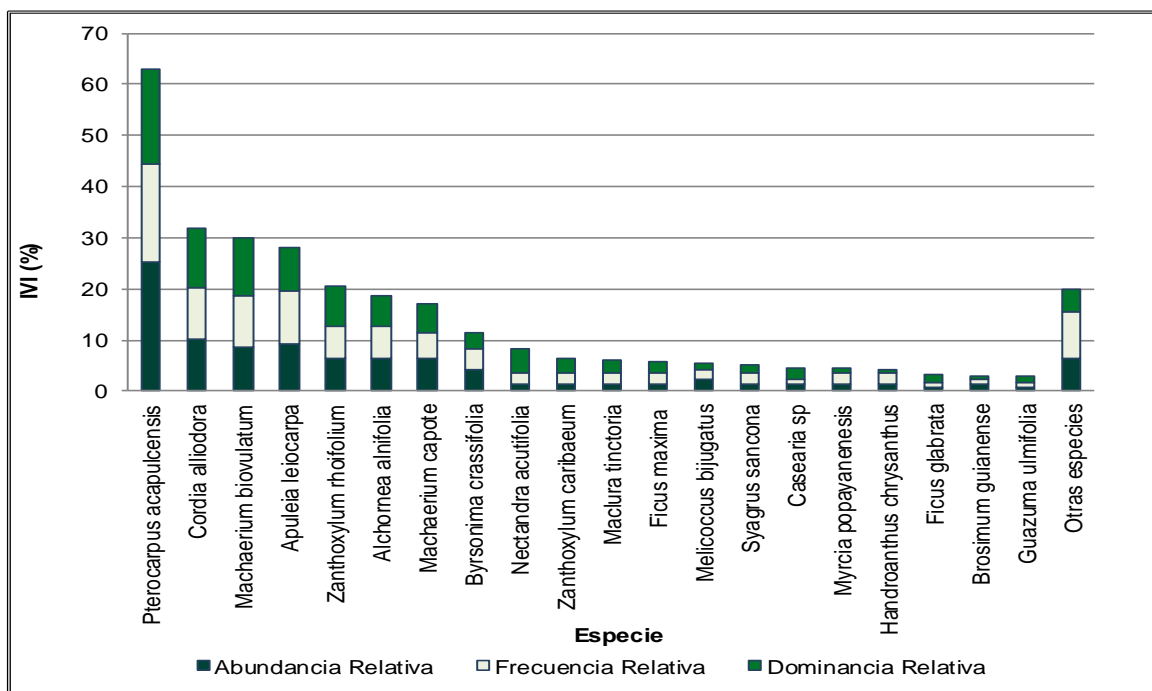


Figura 11-119 Índice de Valor de Importancia Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

En la **Figura 11-120**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo, en donde no se evidencia una estratificación, por la tendencia rectilínea de la nube de puntos lo que estaría representado en una vegetación con características de heterogeneidad producto de la recuperación de la misma. En la vegetación estudiada se distingue un estrato continuo y uno discontinuo representado por los individuos emergentes, que superan los 20 metros de altura.

El estrato Arbóreo inferior presenta un desarrollo incipiente al presentar una baja abundancia de individuos lo que indica la competencia de las especies por alcanzar mayor energía, en esta cobertura las especies presentan estrategias en donde su arquitectura se adapta para tomar la mayor cantidad de energía, ejemplo de esto son las copas amplias, la bifurcación de ramas en los puntos de mayor disponibilidad de energía entre otros.

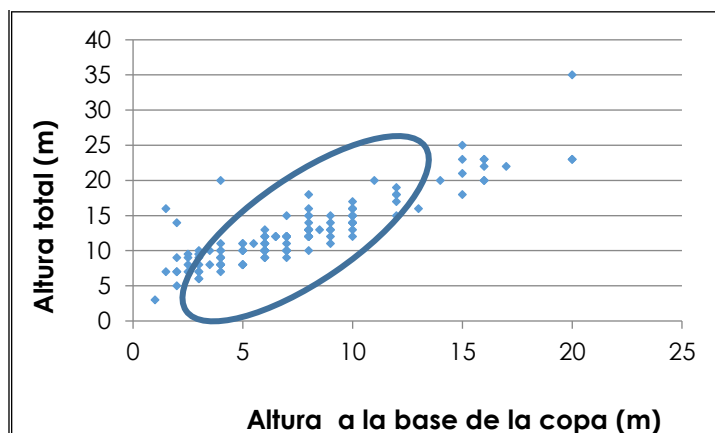


Figura 11-120 Diagrama de Ogawa Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 58,99% (82 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-121**, seguido por el estrato arbóreo inferior con árboles entre los 12 y 25m con el 38,85%, el estrato arbustivo, con árboles entre 1,5 y 5 m de altura, con el 1,44% (2 individuos) y un solo individuo en el estrato arbóreo superior este comportamiento al igual que el observado en el diagrama de Owaga indica que esta es una cobertura de porte medio que ha estado expuesta a la tala selectiva de individuos.

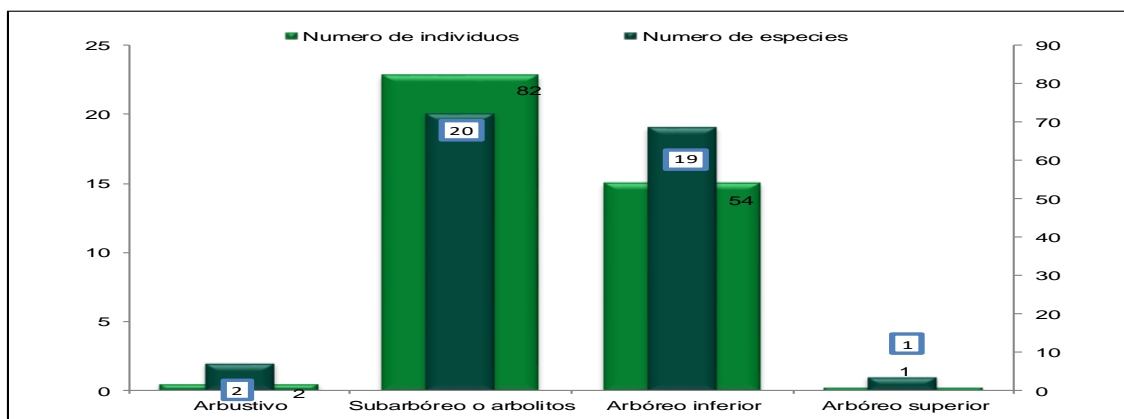


Figura 11-121 Estratificación en la cobertura Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (79,69% - 102 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan 10 especies, le sigue la tendencias dispersos (28.91% - 37 individuos y 19 especies) y no hay especies con tendencia agrupada.

Tabla 11-92 Distribución espacial de las especies en el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Especie	Na	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Nectandra acutifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Zanthoxylum caribaeum	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Maclura tinctoria	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Ficus maxima	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Syagrus sancona	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Myrcia popayanensis	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Handroanthus chrysanthus	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Ficus glabrata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cupania latifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Casearia aculeata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Guateria cestriifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Callicarpa americana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Calycolpus moritzianus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Acalypha macrostachya	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Miconia rubiginosa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Triplaris americana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Neea sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium biovulatum	12	33,333	0,40	0,41	0,99	Especies Dispersas
Apuleia leiocarpa	13	33,333	0,43	0,41	1,07	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cordia alliodora	14	33,333	0,47	0,41	1,15	Especies con Tendencia Agrupamiento
Pterocarpus acapulcensis	35	63,333	1,17	1,00	1,16	Especies con Tendencia Agrupamiento
Zanthoxylum rhoifolium	9	20,000	0,30	0,22	1,34	Especies con Tendencia Agrupamiento
Alchornea alnifolia	9	20,000	0,30	0,22	1,34	Especies con Tendencia Agrupamiento
Byrsonima crassifolia	6	13,333	0,20	0,14	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento
Melicoccus bijugatus	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Machaerium capote	9	16,667	0,30	0,18	1,65	Especies con Tendencia Agrupamiento
Casearia sp	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Brosimum guianense	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

Esta unidad de cobertura se comporta diamétricamente como una comunidad disetánea, en donde la tendencia de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases y muy pocos en las últimas clases; la clase I concentra el 63,77% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales indican un estado sucesional joven en donde todavía predominan especies heliófitas con crecimientos en altura exponencial y bajo a nivel diamétrico; la baja representatividad de individuos en las clases VI a VIII es evidencia de la marcada extracción forestal que tuvo la cobertura además presentan un bajo diámetro.

Tabla 11-93 Estructura diamétrica fustales – Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	41	29,50
0,14	0,17	II	37	26,62
0,17	0,21	III	28	20,14
0,21	0,25	IV	16	11,51
0,25	0,28	V	10	7,19
0,28	0,32	VI	2	1,44
0,32	0,36	VII	2	1,44
0,36	0,39	VIII	3	2,16
TOTAL			139	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

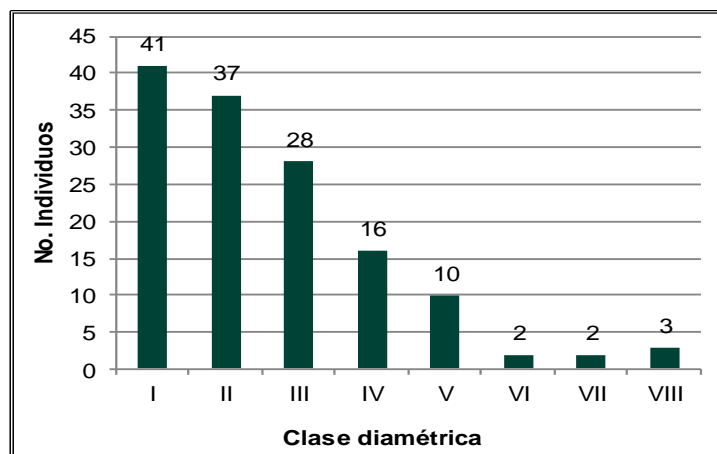


Figura 11-122 Distribución diamétrica Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumboso encontraron 50 individuos (23 en estado latizal y 27 en estado brinzal) distribuidos en 12 familias y 16 especies.

Tabla 11-94 Composición florística de la regeneración natural en Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
ANNONACEAE	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	1
Capparaceae	Capparis baducca	No registra	3
CORDIACEAE	Cordia alliodora	Moncero/Pardillo	2
Euphorbiaceae	Acalypha macrostachya	Vara Negra/Carrasposo	5
	Machaerium biovulatum	Sietecueros	1
	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	18
LEGUMINOSAE	Apuleia leiocarpa	Guamocacho	1
MALPIGHIACEAE	Byrsonima crassifolia	No registra	3
MELASTOMATACEAE	Miconia sp	No registra	1
	Ficus sp	No registra	1
MORACEAE	Brosimum guianense	Leche perra	1
	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	3
MYRTACEAE	Psidium guajava	Guayabo	2
NYCTAGINACEAE	Neea sp	Neea sp	1
PIPERACEAE	Piper aduncum	Cordoncillo	4
RUTACEAE	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	3
Total			50

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef.

Tabla 11-95 Índices de diversidad Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	18
Especies	29
Individuos	139
Coeficiente de mezcla	1:5

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Dominancia de Simpson	0,107
Shannon_Wiener	2,701
Margalef	5,67

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El valor que arrojan los cálculos es de 5 para el CM, lo cual indica una proporción de mezcla con tendencia a la heterogeneidad de especies debido a la relación 1:5; es decir, por cada cinco individuos presentes en el arbustal 1 corresponde a la misma especie.

El índice de equidad de Shannon-Weaver exhibe valores de 2,701 para este índice, un valor que evidencia alta heterogeneidad, lo cual indica que es considerada una cobertura muy diversa puesto que el análisis del índice se realiza con valores entre cero (0) y cinco (5), siendo los valores inferiores a dos (2) de diversidad baja y los valores superiores a tres (3) se consideran de alta diversidad.

El índice de Simpson expresa que la unidad tiene una muy baja dominancia que puede deberse a la adaptación que tiene la cobertura a las frecuentes perturbaciones, lo que hace que la dinámica sucesional sea muy alta permitiendo el reclutamiento de nuevas especies y dando como resultado una cobertura muy diversa, consierando que el valor de 0,10 se ubica en el rango de 0 a 0,5 (muy alta diversidad o muy baja dominancia).En cuanto al índice Margalef indica que la cobertura tiene una diversidad alta.

Análisis ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

El Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, es un ecosistema con una diversidad alta, en el cual se hallaron 139 individuos fustales en 18 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son *Pterocarpus acapulcensis*, *Cordia alliodora*, *Machaerium biovulatum*, *Apuleia leiocarpa*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Alchornea alnifolia*, *Machaerium capote*, entre otras. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura fue *Pterocarpus acapulcensis* que es una especie que se presenta tanto en el interior del bosque como en zonas intervenidas o bordes de camino.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma Azonal Subandino Catatumboso determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen

alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos. En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de 12 especies que se encuentran en estado fustal.

Este índice de equidad hace referencia a la abundancia de cada especie y la uniformidad en la representación de estas, teniendo en cuenta las especies muestreadas (Villareal H. et al 2004), usualmente tiene valores en el rango de 1,5 - 3,5, raramente sobrepasa los cuatro, aunque su valor máximo puede llegar hasta cinco en ecosistemas de extraordinaria riqueza. Para los fustales inventariados dentro de esta cobertura, el índice de Shannon presentó un valor de 2,70; estando en el rango mencionado y lo que representa una riqueza media.

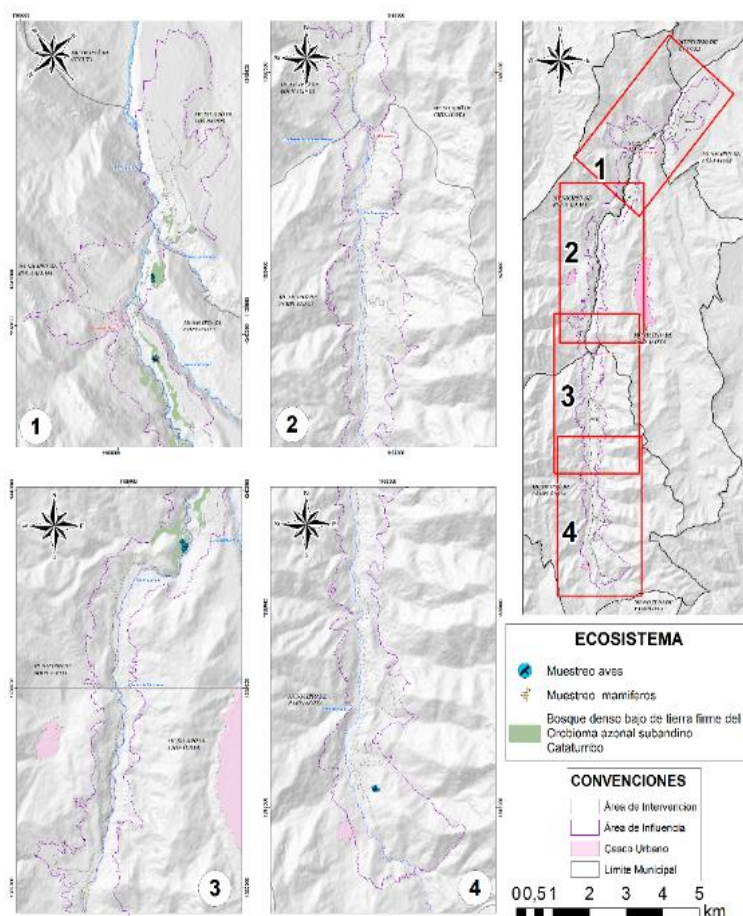


Figura 11-123 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque denso bajo de tierra firme (**Figura 11-79**), se identificaron cuatro especies de mamíferos lo que corresponde al 3% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron nueve individuos, distribuidos en tres familias y tres órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-96 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	6	0,3	Omn
RODENTIA	Cricetidae	<i>Nectomys sp.</i>	C	1	0,05	Gra
		<i>Ripidomys sp.</i>	C	1	0,05	Gra
CHIROPTERA	Emballonuridae	Saccopteryx bilineata	O	1	0,05	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presenta mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con dos familias y dos especies, seguido por Chiroptera y Didelphimorphia con una familia y una especie cada uno, sin embargo el número de individuos registrados fue mayor para Didelphimorphia (seis individuos) (**Figura 11-124**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presenta una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

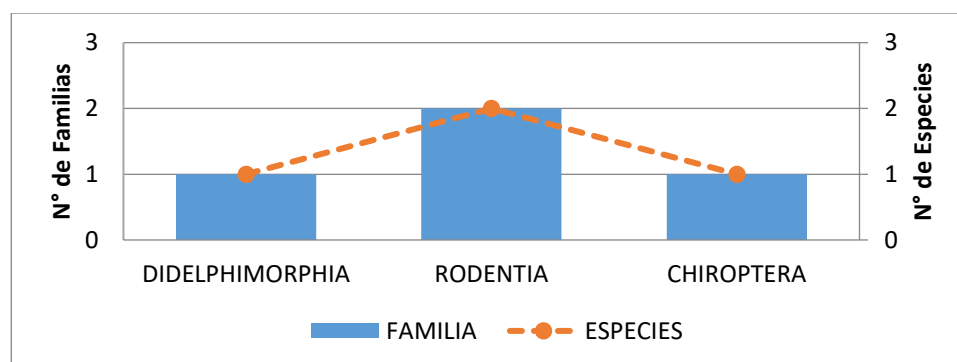


Figura 11-124 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-97 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bdbtf
Taxa S	4
Individuals	9
Dominance D	0,4815
Shannon H	1,003
Simpson 1-D	0,5185
Margalef	1,365
Equitability J	0,7233
Fisher alpha	2,759

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-97**, para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron cuatro especies y nueve individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,4815, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,7233 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,003, Margalef con un valor de 1,365 y alpha de Fisher con un valor de 2,759, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas

● Hábitat

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el

actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, las cuales pertenecen a tres estratos: aéreo (Ae) con el 25% de las especies, arbustivo/suelo (Arb/S) con el 25% de las especies y arbóreo/arbustivo/suelo (Arbo/Arb/S) con el 50% de las especies, sin embargo, se esperarían encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea (**Figura 11-125**).

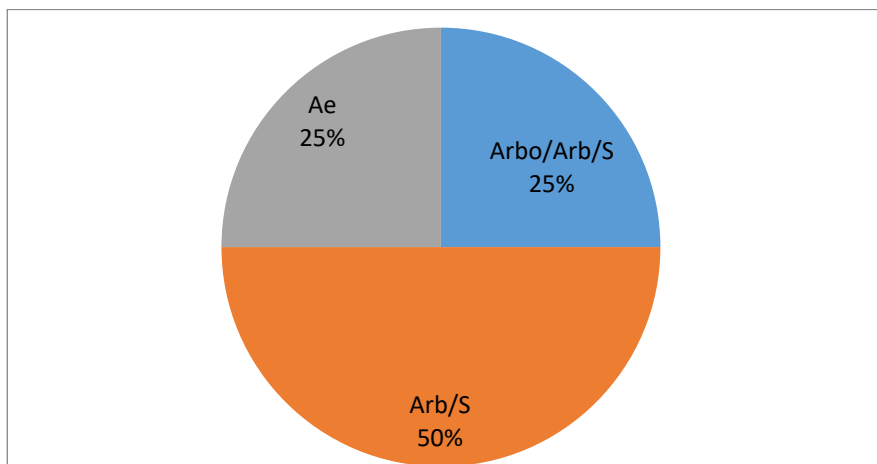


Figura 11-125 Estratificación de los mamíferos del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-126**, para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron tres categorías: Omnívoros (Omn), Granívoros (Gra) e Insectívoros (Ins).

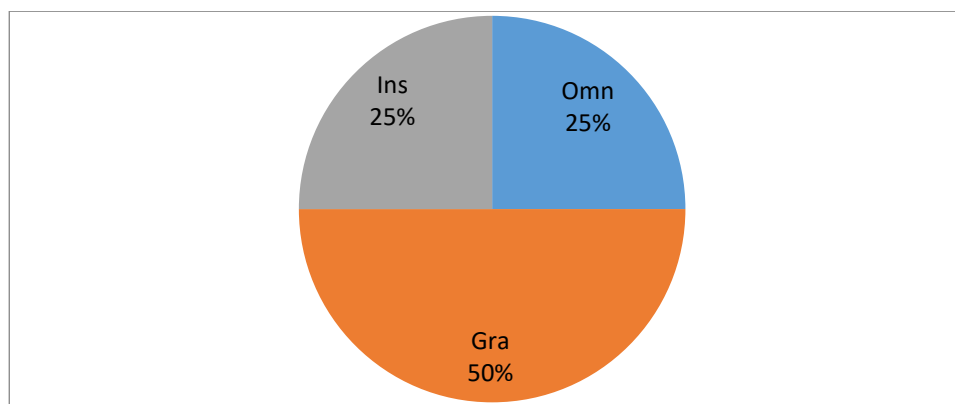


Figura 11-126 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies.

La especie registrada fue: *Saccopteryx bilineata*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Este gremio estuvo representado por la especie *Didelphis marsupialis*.

Granívoros: A este grupo pertenecen aquellas especies que basan su dieta principalmente en semillas aunque puedan consumir otro tipo de alimentos como complemento. En ambientes naturales consumen frutos y semillas. Este gremio estuvo representado por las dos especies de roedores registradas.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el bosque denso bajo de tierra firme (**Tabla 11-98**), se identificaron 45 especies de aves, además se registraron 149 individuos distribuidos en 16 familias y seis órdenes taxonómicos.

Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-98 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columba livia	O	2	0,1	Omn
APODIFORMES	Trochilidae	Amazilia tzacatl	O	3	0,15	Nec /Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Colibri coruscans	O	3	0,15	Nec /Ins
APODIFORMES	Trochilidae	Phaethornis guy	O	1	0,05	Nec
APODIFORMES	Trochilidae	Chalybura buffonii	C	1	0,05	Nec
APODIFORMES	Trochilidae	Lepidopyga goudoti	C	1	0,05	Nec /Ins
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	14	0,7	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	3	0,15	Ins /Car
PICIFORMES	Picidae	Picumnus squamulatus	O/C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Synallaxis albescens	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Xiphorhynchus triangularis	O/C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes cayanensis	O	4	0,2	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pyrocephalus rubinus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	5	0,25	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Mionectes oleagineus	O/C	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Ceratopipra erythrocephala	O/C	3	0,15	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Hirundinidae	Pygochelidon cyanoleuca	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Polioptilidae	Ramphocaenus melanurus	O/C	1	0,05	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Turdidae	Turdus nudigenis	O/C	2	0,1	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Mimidae	Mimus gilvus	O	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	12	0,6	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	6	0,3	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Sporophila nigricollis	O	2	0,1	Gar
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara girola	O	9	0,45	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	3	0,15	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cayana	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	21	1,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis palmarum	O	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanicollis	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	2	0,1	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	3	0,15	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Leiothlypis peregrina	O	1	0,05	Ins/ Nec/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Mniotilta varia	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga fusca	O	1	0,05	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó 11 familias y 36 especies. Seguido por Apodiformes con una familia y cinco especies; los demás órdenes presentaron una familia y una especie (**Figura 11-78**).

Dentro del orden Passeriformes, la familia que presentó la mayor riqueza fue Thraupidae (Tangaras), de la cual se registraron nueve especies y 57 registros. Dentro de este orden también se destacan Tyrannidae (Atrapamoscas), con cinco especies y 12 registros

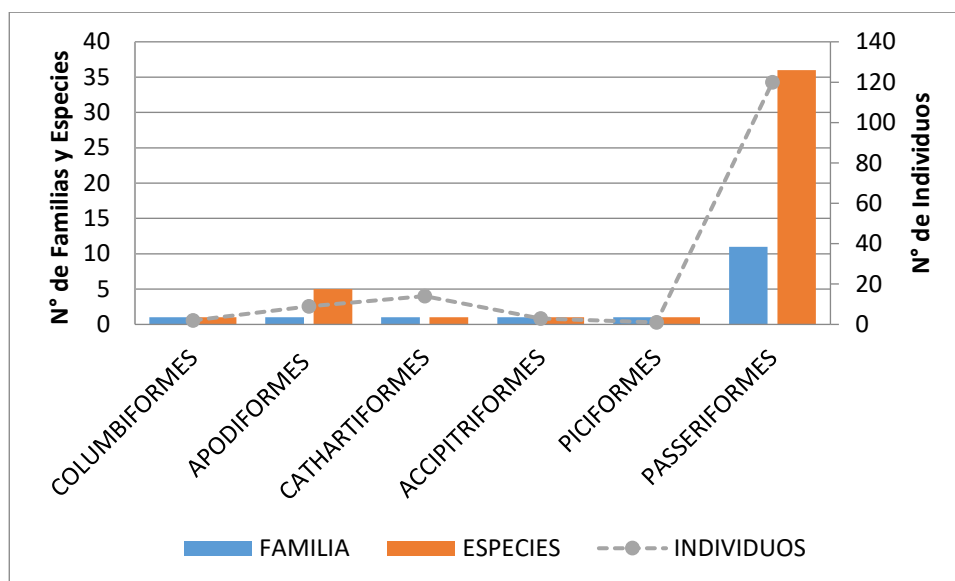


Figura 11-127 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-99 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bdbtf
Taxa S	36
Individuals	120
Dominance D	0,07236

Índices	Bdbtf
Shannon H	3,069
Simpson 1-D	0,9276
Margalef	7,311
Equitability J	0,8564
Fisher alpha	17,44

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-97**, para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron 36 especies y 120 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,07236, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,8564 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,069, Margalef con un valor de 7,311 y alpha de Fisher con un valor de 17,44, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**
 - **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (33%), seguido de las especies de hábitos de dosel/aéreo (Do/Ae) (18%), dosel/medio/sotobosque (Do/M/Sb) (10%) y sotobosque (Sb) (20%). Por último, los hábitos restantes estuvieron representados por menos del 5% (Figura 11-125).

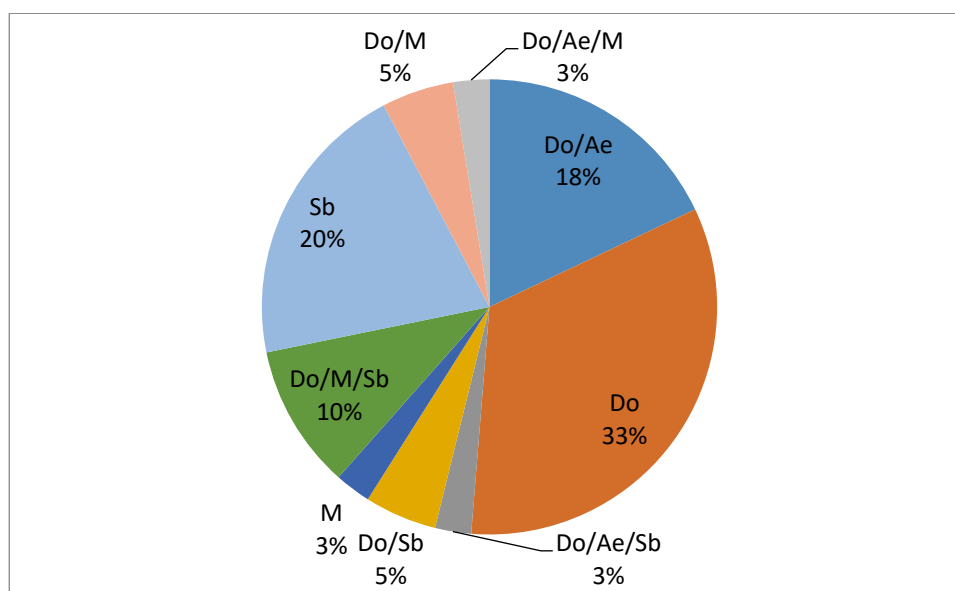


Figura 11-128 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-126**, para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron siete categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car) y Nectarívoro (Nec).

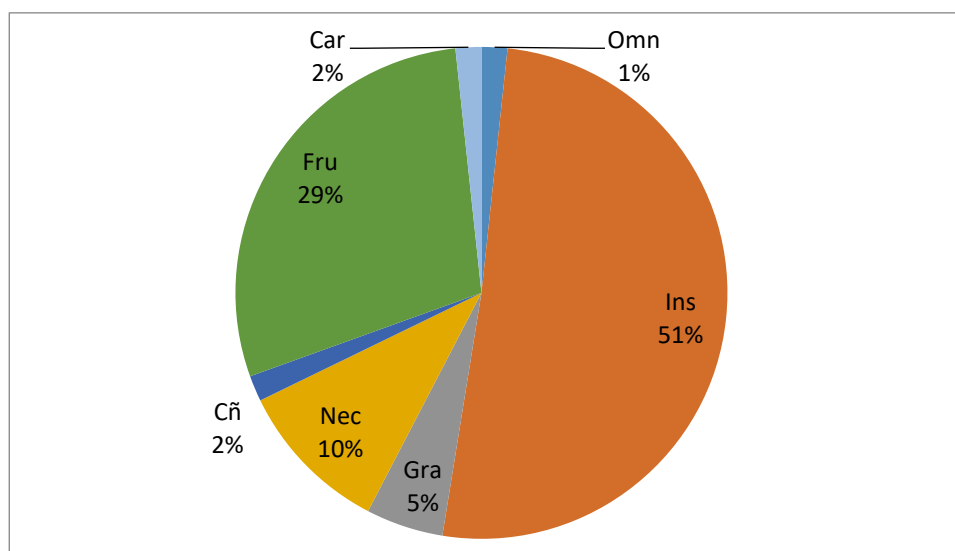


Figura 11-129 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

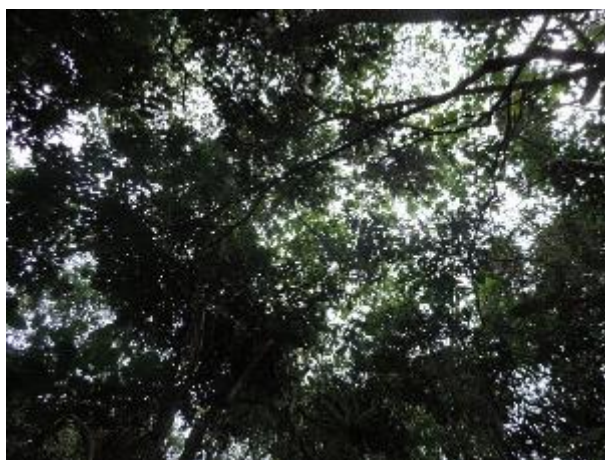
Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Algunas de las especies registradas fueron: *Tangara gyrola*, *Tangara heinei*, *Tangara vitriolina* y *Thraupis episcopus*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especie registrada fueron: *Picumnus squamulatus*, *Synallaxis albescens* y *Xiphorhynchus triangularis*.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.8 Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo



Fotografía 11-28 Vista general del dosel de la vegetación representativa del ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

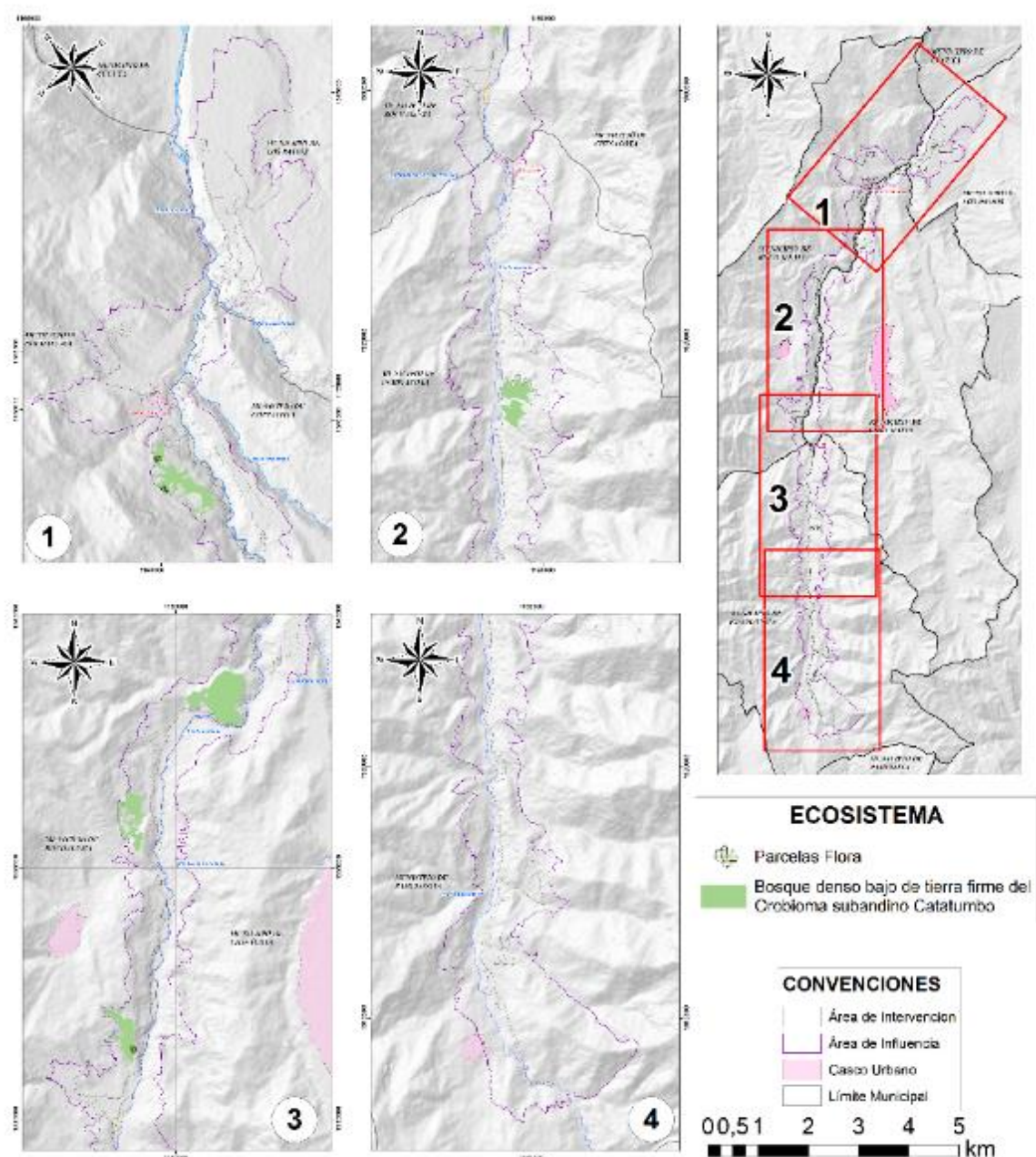


Figura 11-130 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 11-100 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	H1	1159146,42	1331411,45	1159143,47	1331368,85
	H2	1161409,44	1341659,40	1161451,14	1341632,22
	H3	1161142,71	1341091,33	1161149,28	1341053,25

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 15 familias, las cuales están representadas por 25 géneros, 27 especies y 106 individuos.

Como se muestra en la Tabla 11-101, la familia con mayor número de individuos es Sapindaceae con 21 individuos reunidos en dos especies Cupania latifolia (Arévalo/Guacharaco) y Melicoccus bijugatus (Mamón/Mamoncillo) con 18 y 3 registros cada una, seguida por la familia Malvaceae con 17 individuos correspondientes a las especies Guazuma ulmifolia (Guacimo) y Luehea seemannii (Guacima) con 16 y 1 individuos respectivamente, y por la familia Leguminosae con 13 árboles.

Tabla 11-101 Composición florística Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Acnistus arborescens	Acnistus	Solanaceae	Tococo	1
Alchornea alnifolia	Alchornea	Euphorbiaceae	Bijo	2
Astronium graveolens	Astronium	Anacardiaceae	Santacruz	1
Cecropia peltata	Cecropia	Urticaceae	Yarumo/Guarumo	2
Cedrela odorata	Cedrela	Meliaceae	Cedro/Cedro Rosado	1
Cordia alliodora	Cordia	Cordiaceae	Moncoro/Pardillo	1
Cordia bicolor	Cordia	Cordiaceae	Sombrerito	4
Croton hibicifolius	Croton	Euphorbiaceae	Mosquero	9
Cupania latifolia	Cupania	Sapindaceae	Arévalo/Guacharaco	18

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Ficus soatensis	Ficus	Moraceae	Chipio	4
Guarea kunthiana	Guarea	Meliaceae	Trompillo	2
Guatteria cestrifolia	Guatteria	Annonaceae	Loro/Loro Amarillo	2
Guazuma ulmifolia	Guazuma	Malvaceae	Guacimo	16
Hymenaea courbaril	Hymenaea	Leguminosae	Algarrobo	2
Inga densiflora	Inga	Leguminosae	Guamo	2
Luehea seemannii	Luehea	Malvaceae	Guacima	1
Machaerium biovulatum	Machaerium	Leguminosae	Sietecueros	2
Maclura tinctoria	Maclura	Moraceae	Dinde/Moral	5
Melicoccus bijugatus	Melicoccus	Sapindaceae	Mamón/Mamoncillo	3
Montanoa quadrangularis	Montanoa	Asteraceae	Anime	2
Myrcia popayanensis	Myrcia	Myrtaceae	Sururo/Sururillo	2
Persea caerulea	Persea	Lauraceae	Curomacho/Aguacatillo	4
Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	Leguminosae	Tecon	3
Senna robinifolia	Senna	Leguminosae	Alcaparro	4
Trichilia havanensis	Trichilia	Meliaceae	Palomito	1
Zanthoxylum caribaeum	Zanthoxylum	Rutaceae	Zorruno/Sorruno	1
Zanthoxylum rhoifolium	Zanthoxylum	Rutaceae	Tachuelo	11
Total				106

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-102 Parámetros estructurales Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
Acnistus arborescens	1	0,94	0,01	0,28	1	3,33	1,32	2,54
Alchornea alnifolia	2	1,89	0,02	0,63	1	3,33	1,32	3,83
Astronium graveolens	1	0,94	0,01	0,31	1	3,33	1,32	2,57
Cecropia peltata	2	1,89	0,09	2,73	2	6,67	2,63	7,25
Cedrela odorata	1	0,94	0,01	0,47	1	3,33	1,32	2,73
Cordia alliodora	1	0,94	0,02	0,74	1	3,33	1,32	3,00

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
<i>Cordia bicolor</i>	4	3,77	0,17	5,37	4	13,33	5,26	14,41
<i>Croton hibicifolius</i>	9	8,49	0,14	4,40	4	13,33	5,26	18,15
<i>Cupania latifolia</i>	18	16,98	0,46	14,83	11	36,67	14,47	46,28
<i>Ficus soatensis</i>	4	3,77	0,18	5,85	4	13,33	5,26	14,88
<i>Guarea kunthiana</i>	2	1,89	0,14	4,34	2	6,67	2,63	8,86
<i>Guatteria cestriifolia</i>	2	1,89	0,07	2,11	2	6,67	2,63	6,62
<i>Guazuma ulmifolia</i>	16	15,09	0,46	14,80	7	23,33	9,21	39,11
<i>Hymenaea courbaril</i>	2	1,89	0,06	2,01	2	6,67	2,63	6,53
<i>Inga densiflora</i>	2	1,89	0,03	1,07	2	6,67	2,63	5,59
<i>Luehea seemannii</i>	1	0,94	0,29	9,22	1	3,33	1,32	11,48
<i>Machaerium biovulatum</i>	2	1,89	0,02	0,56	2	6,67	2,63	5,08
<i>Maclura tinctoria</i>	5	4,72	0,11	3,67	4	13,33	5,26	13,65
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	2,83	0,21	6,62	2	6,67	2,63	12,08
<i>Montanoa quadrangularis</i>	2	1,89	0,05	1,58	1	3,33	1,32	4,78
<i>Myrcia popayanensis</i>	2	1,89	0,03	0,91	2	6,67	2,63	5,43
<i>Persea caerulea</i>	4	3,77	0,05	1,53	3	10,00	3,95	9,25
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	3	2,83	0,08	2,60	3	10,00	3,95	9,37
<i>Senna robiniiifolia</i>	4	3,77	0,04	1,34	2	6,67	2,63	7,74
<i>Trichilia havanensis</i>	1	0,94	0,01	0,43	1	3,33	1,32	2,69
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0,94	0,10	3,31	1	3,33	1,32	5,57
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	11	10,38	0,26	8,30	9	30,00	11,84	30,52
Total	106,00	100,00	3,12	100,00	76,00	253,33	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 354 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 106 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la Figura 11-131, para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: *Cupania latifolia* (Arévalo) con el 16,98%, equivalente a 18 individuos, seguida por *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 15,09% equivalente a 16 individuos y por *Zanthoxylum rhoifolium* (Tachuelo) con el 10,38%, equivalente a 11 individuos.

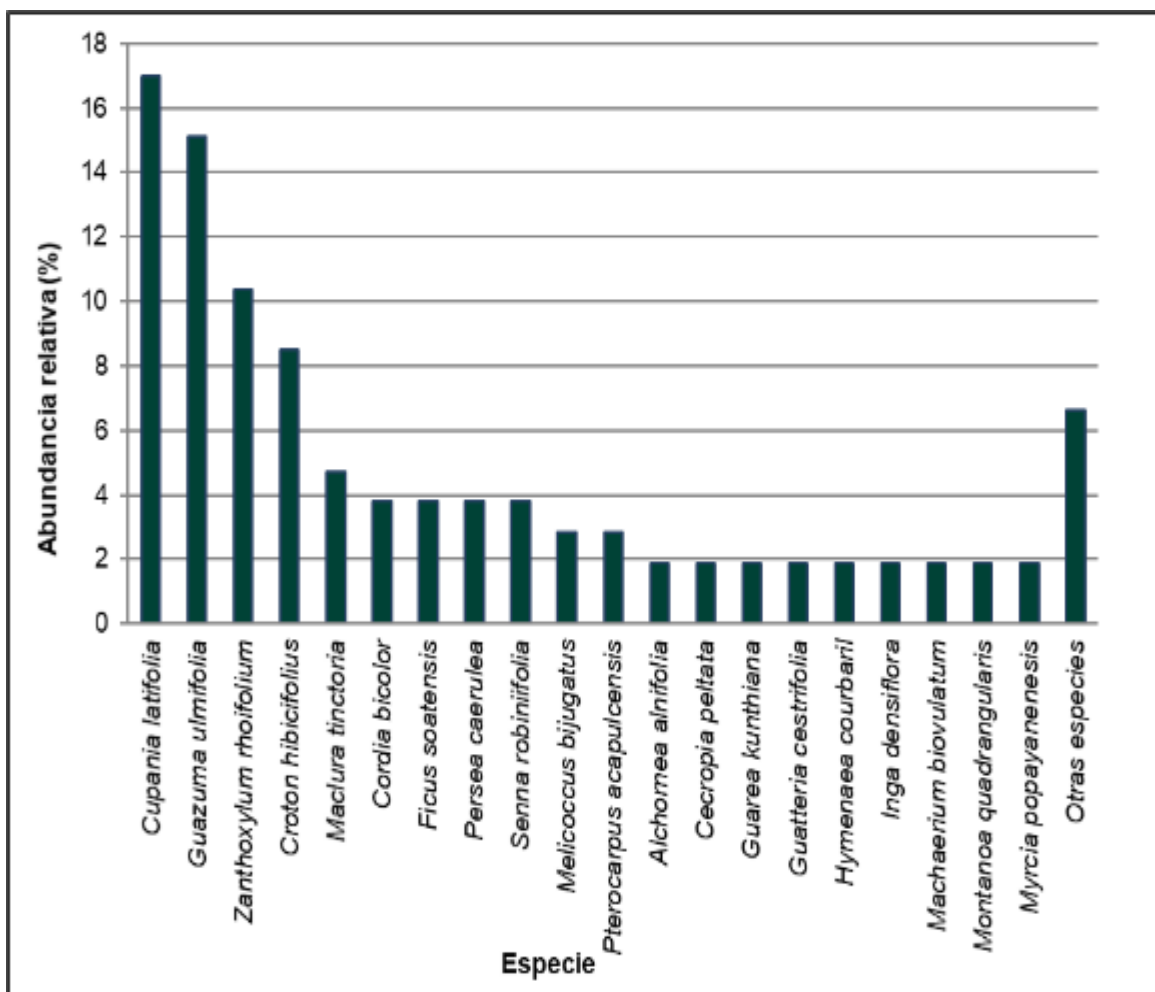


Figura 11-131 Abundancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Cupania latifolia* (Arévalo) con el 14,83%, seguida por *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 14,80% y por *Luehea seemannii* (Guacima), con el 9,21%.

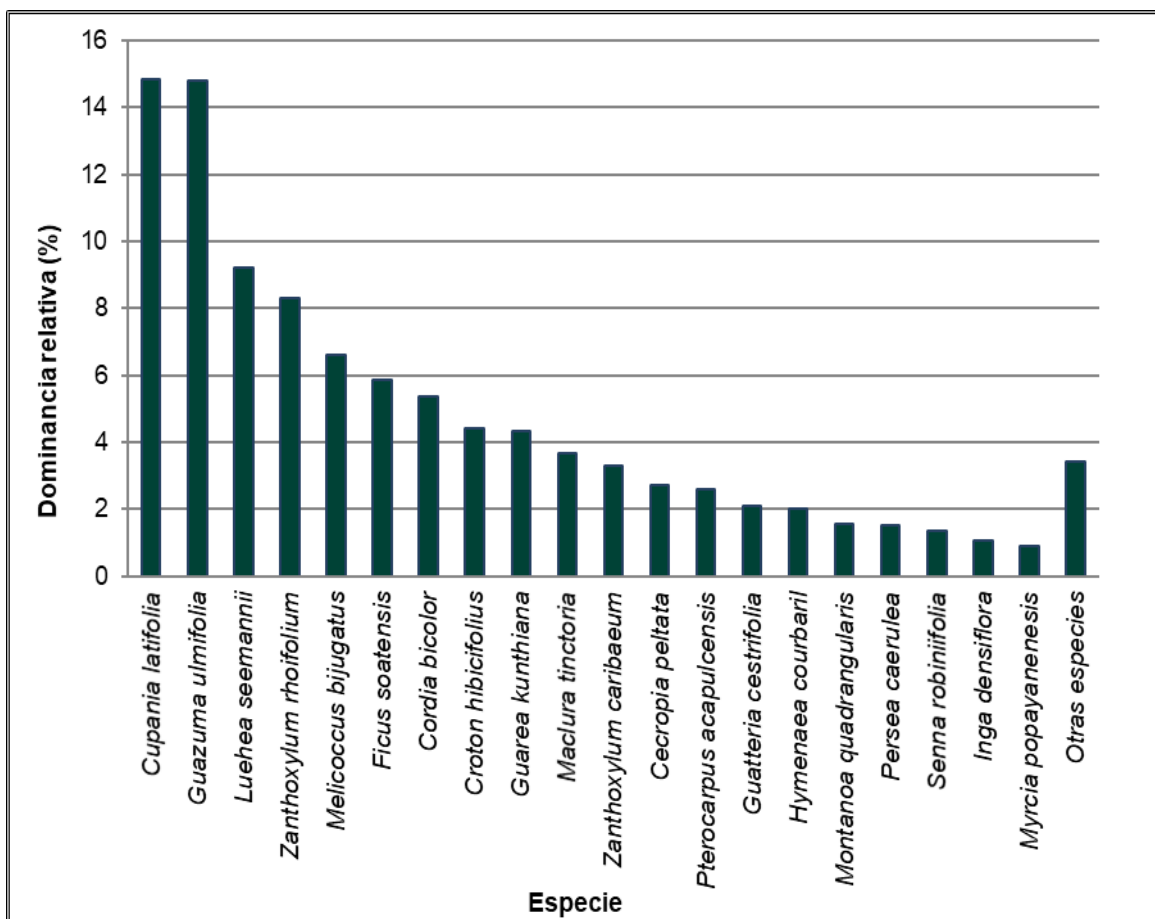


Figura 11-132 Dominancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Cupania latifolia* (Arévalo) con el 14,47%, seguida por *Zanthoxylum rhoifolium* (Tachuelo) con el 11,84% y *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 9,21%

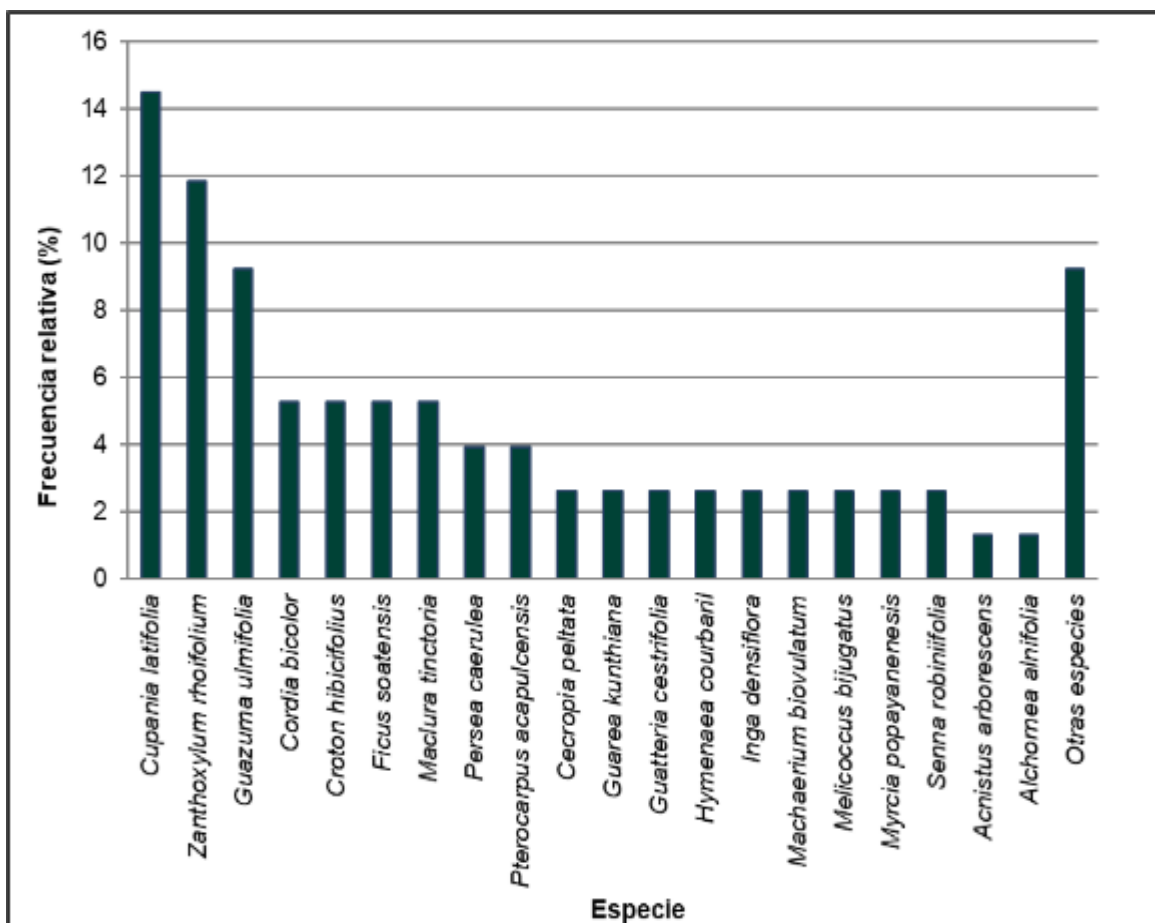


Figura 11-133 Frecuencia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia tres (3) especies pertenecen a la clase II- Poco Frecuente las cuales son *Cupania latifolia* (Arévalo), *Zanthoxylum rhoifolium* (Tachuelo) y *Guazuma ulmifolia* (Guacimo), las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo.

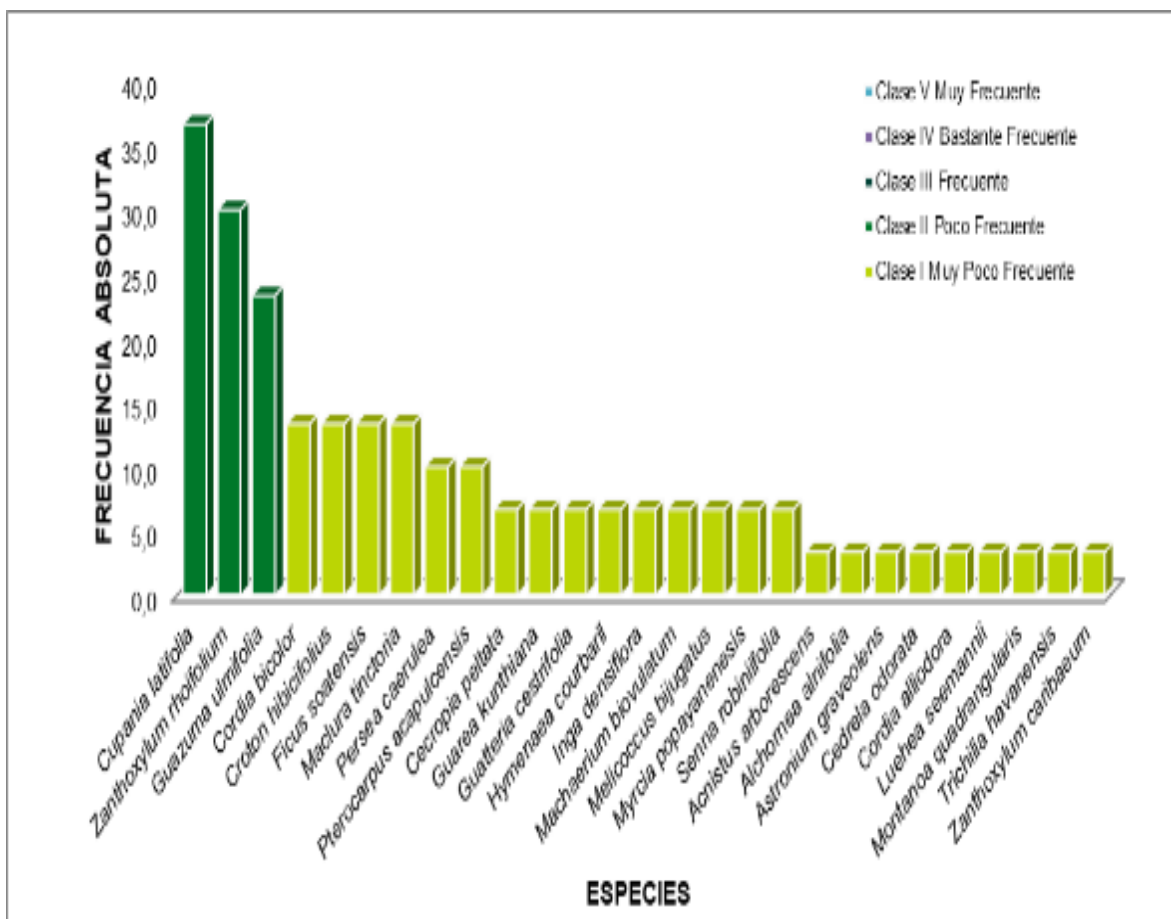


Figura 11-134 Clases de frecuencia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Cupania latifolia* (Arévalo) con 46,28%, seguida por *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 39,11% y *Zanthoxylum rhoifolium* (Tachuelo) con el 30,52%

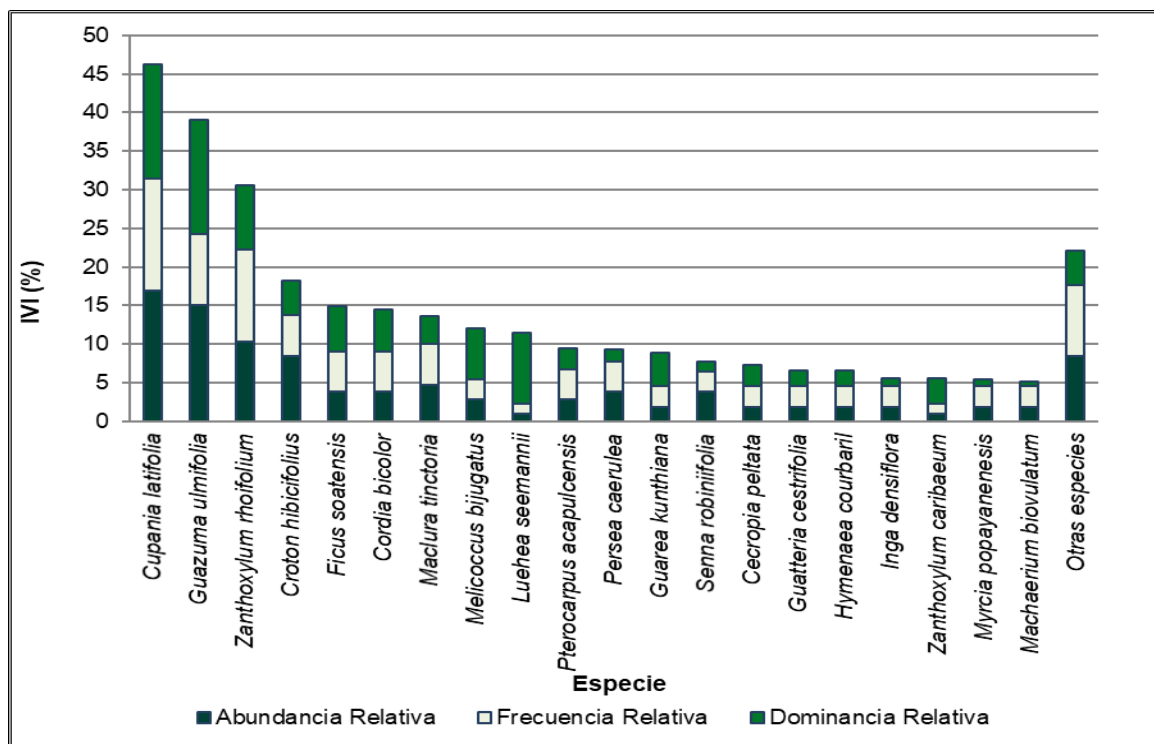


Figura 11-135 Índice de Valor de Importancia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje "y" y de altura comercial en el eje "x", con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-136**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos no presenta estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas, que correspondería a bosques homogéneos o a sucesiones tempranas, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo como se muestra en la **Figura 11-136** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

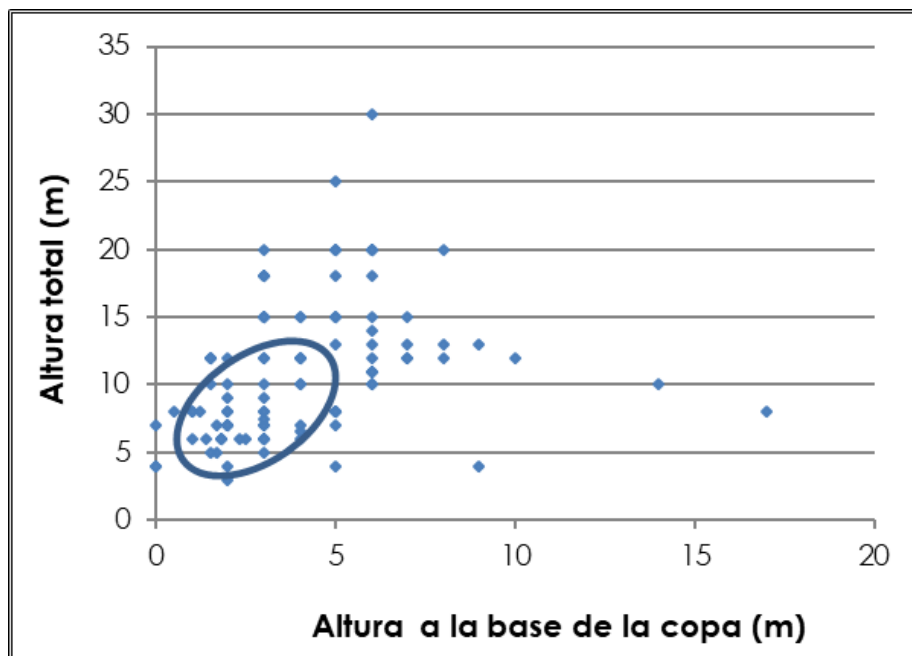


Figura 11-136 Diagrama de Ogawa del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 60,38% (64 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la Figura 11-137, seguido por el estrato arbóreo inferior con el 30,19% (32 individuos); por su parte, el estrato arbóreo superior presenta solo un individuo.

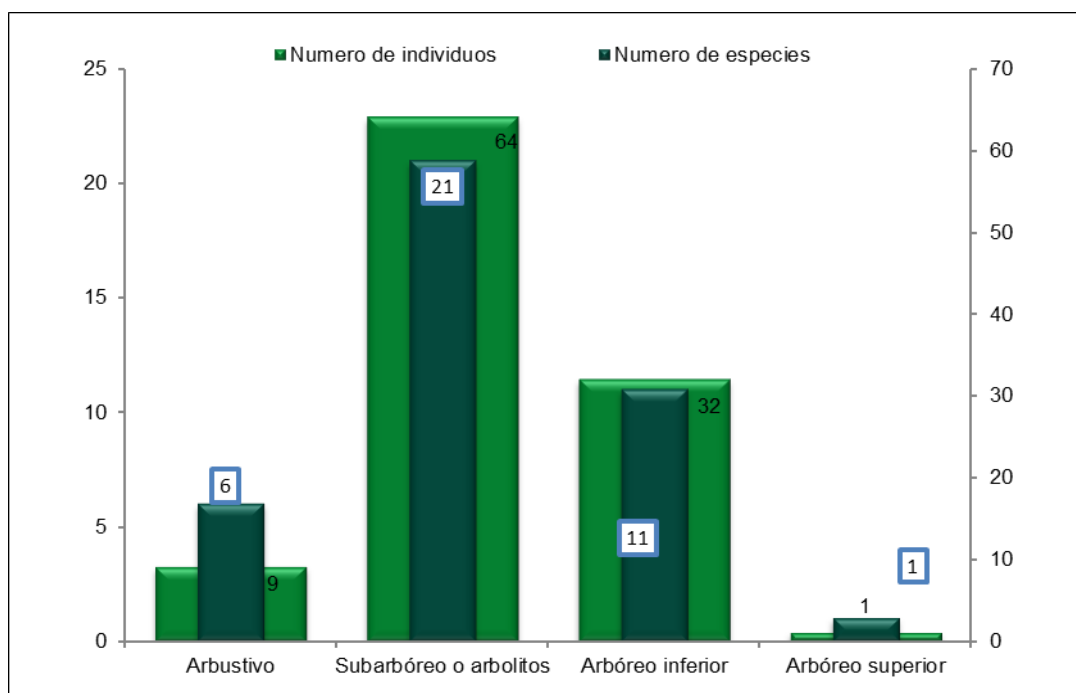


Figura 11-137 Estratificación en la cobertura Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (46,23% - 49 individuos), así mismo se encontró que el 30,19% de los individuos (32 individuos) poseen tendencia al agrupamiento, lo cual indica que existe un factor importante edáfico o fisionómico que está determinando su tendencia al agrupamiento

Tabla 11-103 Distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

ESPECIE	No. IND.	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Acnistus arborescens	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Alchornea alnifolia	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Astronium graveolens	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas

ESPECIE	No. IND.	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Cecropia peltata	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Cedrela odorata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia alliodora	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia bicolor	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Croton hibicifolius	9	13,333	0,30	0,14	2,10	Especies Agrupadas
Cupania latifolia	18	36,667	0,60	0,46	1,31	Especies con Tendencia Agrupamiento
Ficus soatensis	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Guarea kunthiana	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Guatteria cestrifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	16	23,333	0,53	0,27	2,01	Especies Agrupadas
Hymenaea courbaril	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Inga densiflora	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Luehea seemannii	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium biovulatum	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Maclura tinctoria	5	13,333	0,17	0,14	1,16	Especies con Tendencia Agrupamiento
Melicoccus bijugatus	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Montanoa quadrangularis	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myrcia popayanensis	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Persea caerulea	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Pterocarpus acapulcensis	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas

ESPECIE	No. IND.	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Senna robinifolia	4	6,667	0,13	0,07	1,93	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia havanensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum caribaeum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum rhoifolium	11	30,000	0,37	0,36	1,03	Especies con Tendencia Agrupamiento

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo se identificaron siete (7) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-138**, mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-104 Estructura diamétrica fustales – Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	59	55,7
0,14	0,19	II	28	26,4
0,19	0,23	III	13	12,3
0,23	0,28	IV	3	2,8
0,28	0,32	V	1	0,9
0,32	0,36	VI	1	0,9
0,37	0,41	VII	0	0
0,41	0,45	VIII	1	0,9
TOTAL			106	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

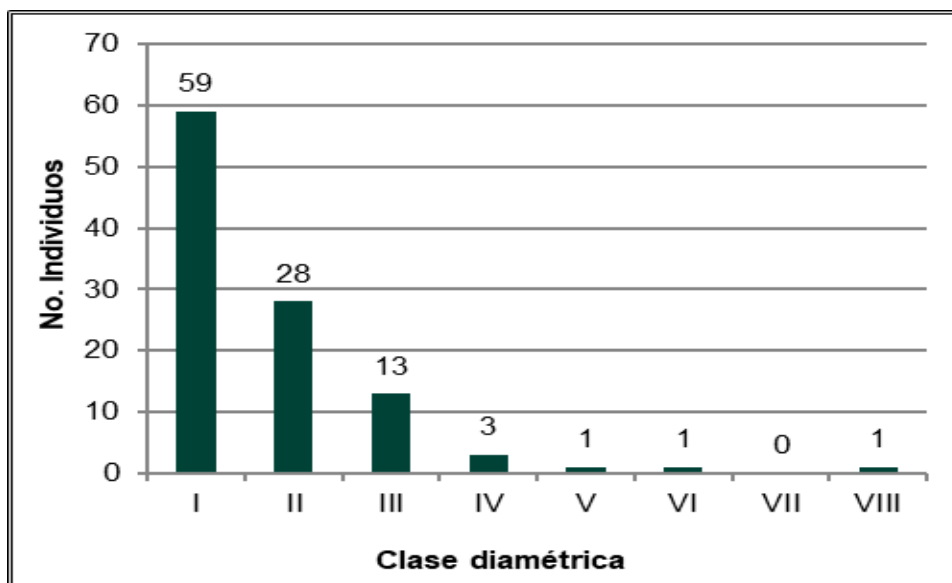


Figura 11-138 Distribución diamétrica Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Regeneración natural Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Composición de la regeneración natural Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Para la regeneración natural del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo se encontraron 86 individuos (43 en estado latizal y 43 en estado brinzal) distribuidos en 15 familias y 18 especies.

Tabla 11-105 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Anacardiaceae	Astronium graveolens	Palo maría/Gusanero	1
Euphorbiaceae	Croton hibicifolius	Mosquero	2
	Alchornea alnifolia	Bijo	1
Moraceae	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	1
Myrtaceae	Myrcia popayanenesis	Sururo/Sururillo	24

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Piperaceae	Piper aduncum	Cordoncillo	15
Polygonaceae	Triplaris americana	Vara santa	1
Rutaceae	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	4
Sapindaceae	Melicoccus bijugatus	Mamón/Mamoncillo	20
	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	3
Melastomataceae	Miconia sp	Maiz tostado	1
Malvaceae	Luehea seemannii	Guacima	2
Urticacea	Urera baccifera	Ortigo	2
Lauraceae	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	3
	Nectandra acutifolia	Loro baboso	2
Verbenaceae	Petrea rugosa	Penitente	2
	Duranta mutisii	Cúcano	1
Leguminosae	Senegalia multipinnata	Carisencio	1
Total			86

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef.

Tabla 11-106 Índices de diversidad Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo
Familias	15
Especies	27
Individuos	106
Coeficiente de mezcla	1:3
Dominancia de Simpson	0,92
Shannon_Wiener	2,85
Margalef	5,58

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Análisis ecosistema Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo

El ecosistema Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo, tiene un área de 47,49 ha para compensar por el proyecto. Su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico mostró que es un ecosistema con una diversidad alta, al arrojar un valor superior a 5 en el índice de Margalef y en donde se dice que existe un 92% de probabilidad de que dos individuos permanezcan a la misma especie (Simpson = 0,92), resultado apoyado por el coeficiente de mezcla que señala que el resultado el ecosistema tiende a ser heterogéneo ya que por cada especie se presentan aproximadamente 3 individuos (1:3). En la caracterización se registraron 106 individuos en 15 familias.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo son, por orden de relevancia según su peso ecológico: *Cupania latifolia*, *Guazuma ulmifolia*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Croton hibicifolius* y *Ficus soatensis*. La especie de mayor importancia ecológica en este ecosistema es *Cupania latifolia* (Arevalo), que se caracteriza por tener árboles de rápido crecimiento y de madera blanda, empleada como leña y postes para cercas, creciendo en bosques secundarios y bordes de bosques; esta es una especie que produce una cantidad importante de semillas, siendo relevante para la fauna silvestre, por lo que debe tenerse en cuenta para la compensación en el medio biótico.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Orobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m, en donde los estratos que predominan se constituyen dentro de la parte subarbórea del bosque, esto por las características naturales del ecosistema estudiado pues es un bosque bajo. La distribución de individuos censados por clases diamétricas muestra una marcada forma de jota invertida mostrando un patrón de comunidad disetánea, donde la mayor cantidad de individuos se acumula hacia la izquierda en las primeras clases diamétricas y pocos o ningunos individuos en las últimas clases. Los resultados obtenidos permiten inferir que el bosque se encuentra en una dinámica sucesional adecuada al tener una mayor agrupación de individuos juveniles que a futuro dominaran en la cobertura. Esta distribución diamétrica muestra los posibles impactos que ha tenido la tala selectiva en los individuos que componen el bosque, ya que las clases diamétricas superiores eportan muy pocos individuos inventariados.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Myrcia popayanensis* (Sururo), con 24 individuos en el ecosistema, correspondiendo a una especie de tipo pionero que se encuentra en abundancia por los bordes de bosques y en bosques secundarios.

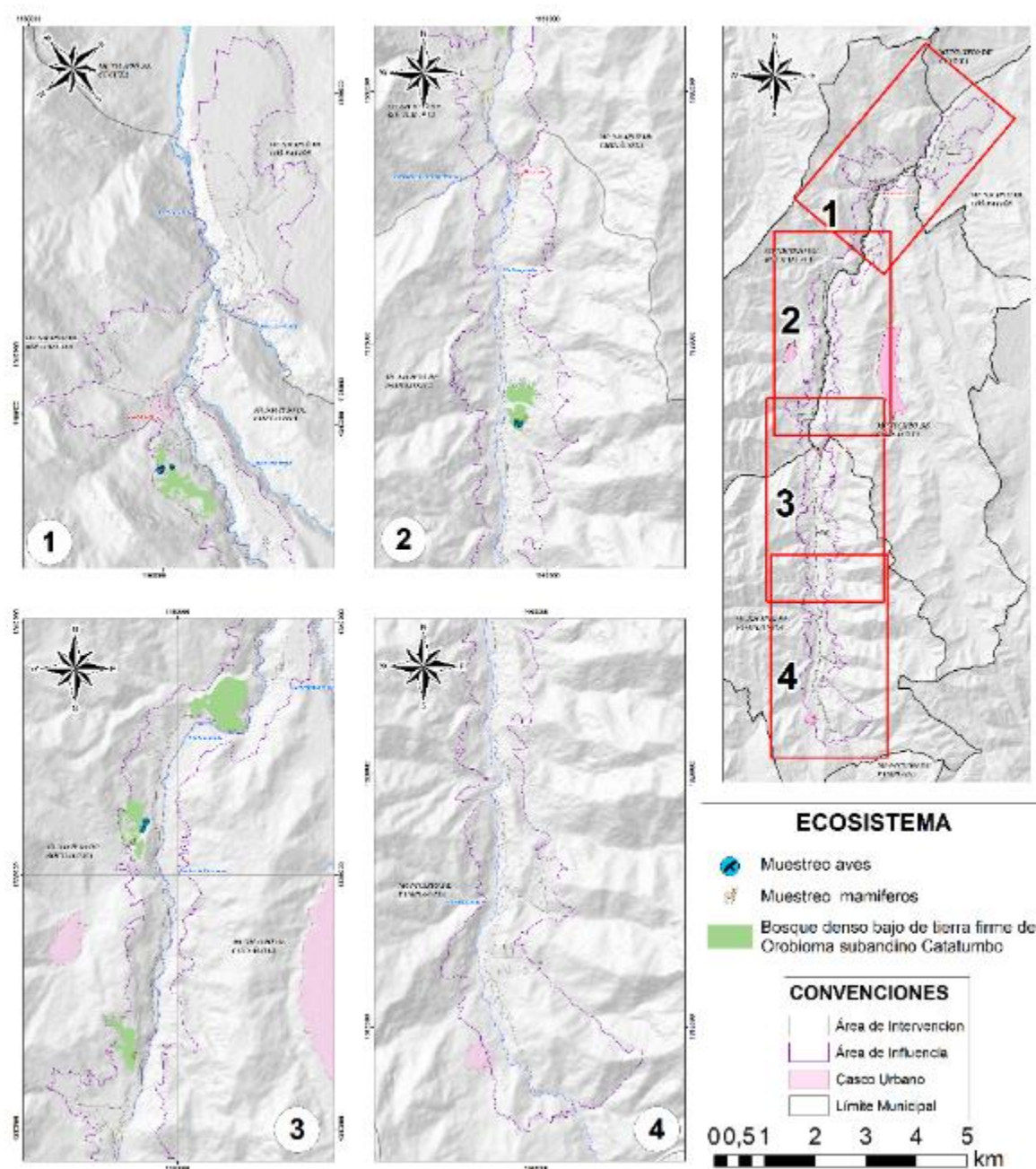


Figura 11-139 Muestro de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque denso bajo de tierra firme (Figura 11-79), se identificaron 12 especies de mamíferos lo que corresponde al 6% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron nueve individuos, distribuidos en tres familias y tres órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-107 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	38	1,9	Omn
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	3	0,15	Ins
RODENTIA	Erethizontidae	Coendou sp.	R	1	0,05	Fru
	Cuniculidae	Cuniculus paca	R/O	6	0,3	Fru
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	6	0,3	Fru
	Cricetidae	<i>Melanomys columbianus</i>	C	1	0,05	Gra
	Sciuridae	Sciurus granatensis	O/R/CT	1	0,05	Fru
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	C/O	5	0,25	Fru
		<i>Dermanura glauca</i>	C	1	0,05	Fru
		<i>Desmodus rotundus</i>	C/O	1	0,05	Hem
CARNIVORA	Felidae	Leopardus wiedii	CT	2	0,1	Car
	Procyonidae	Procyon cancrivorus	R	1	0,05	Car

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presento mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con cinco familias y cinco especies, seguido por Carnivoro con dos familias y dos especies. Los órdenes restantes estuvieron representados por una familia y una especie (**Figura 11-124**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presento una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

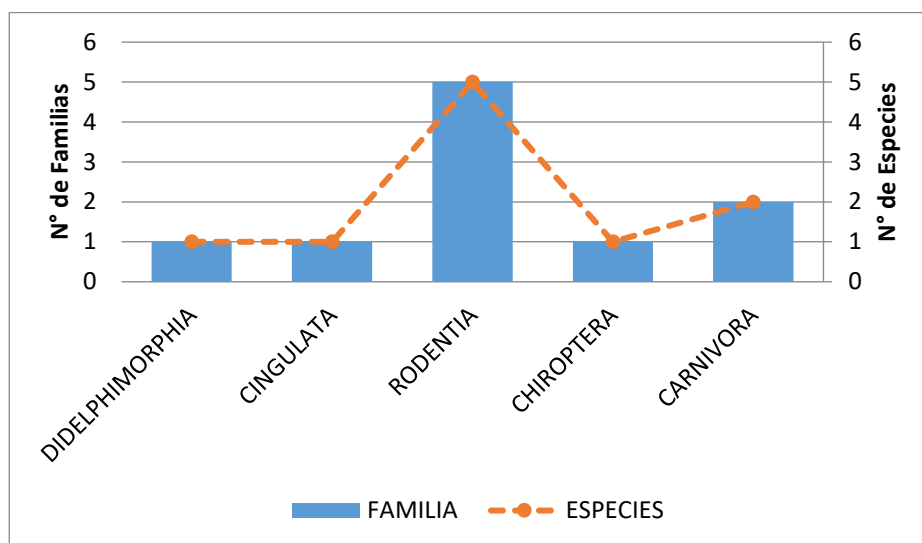


Figura 11-140 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-108 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índice	Bdbtf
Taxa S	12
Individuals	66
Dominance D	0,3581
Shannon H	1,577
Simpson 1-D	0,6419
Margalef	2,626
Equitability J	0,6345
Fisher alpha	4,292

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-97**, para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron cuatro especies y nueve individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,3581, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue medio con un valor de 0,6345 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,577, Margalef con un valor de 2,626 y alpha de Fisher con un valor de 4,292, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los mamíferos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, las cuales pertenecen a cuatro estratos: aéreo (Ae) con el 25% de las especies,

arbustivo/suelo (Arb/S) con el 59% de las especies, arbóreo/arbustivo/suelo (Arbo/Arb/S) con el 8% de las especies y arbustivo (Arb) con el 8% de las especies. Sin embargo, se esperarían encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea (**Figura 11-125**).

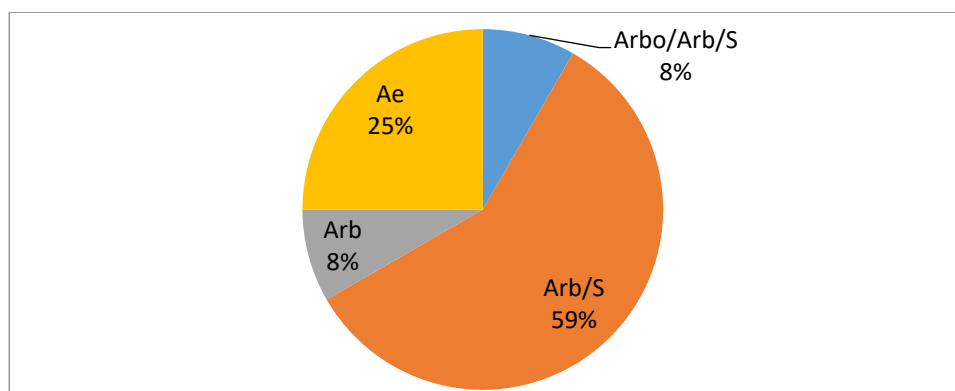


Figura 11-141 Estratificación de los mamíferos del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada

uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-126**, para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron seis categorías: Omnívoros (Omn), Granívoros (Gra), Insectívoros (Ins), Frugívoro (Fru), Hematófago (Hem) y Carnívoro (Car).

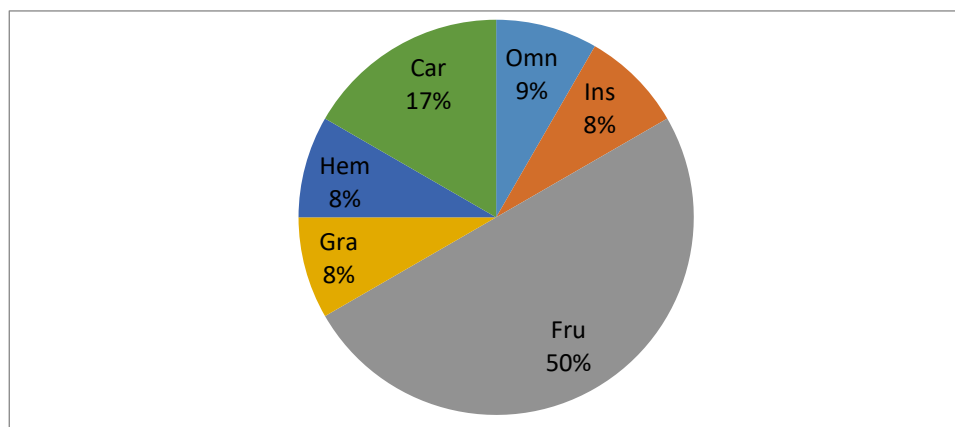


Figura 11-142 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Coendou sp*, *Cuniculus paca*, *Melanomys columbianus*, *Sciurus granatensis*, *Carollia perspicillata* y *Dermanura glauca*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

Carnívoros: A este grupo pertenecen los depredadores, que se encuentran en la parte más alta de la cadena trófica. Son los encargados de mantener en control las poblaciones de mamíferos que se pueden llegar a convertir en plagas, por lo cual necesitan adaptaciones para la caza y el consumo de carne. Las adaptaciones más importantes para este tipo de dieta se presentan en la dentadura, la cual es especializada en desgarrar; además de garras o zarpas que sirven para la captura de presas. Este gremio estuvo representado en el área por *Leopardus wiedii* y *Procyon cancrivorus*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas; mientras que si se reporta una especie *Cerdocyon thous* en el apéndice II de la CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el bosque denso bajo de tierra firme, se identificaron 20 especies de aves, además se registraron 30 individuos distribuidos en nueve familias y tres órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-109 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
APODIFORMES	Trochilidae	Chlorostilbon mellisugus	O	1	0,05	Ins /Nec
PICIFORMES	Picidae	Veniliornis kirkii	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	3	0,15	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Capsiempis flaveola	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	3	0,15	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes similis	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Zimmerius chrysops	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tolmomyias flaviventris	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tolmomyias sulphureus	O/C	1	0,05	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Pipridae	Chiroxiphia lanceolata	O/C	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Hylophilus flavipes	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Vireo olivaceus	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanoptera	O	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara guttata	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus tristriatus	O	1	0,05	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

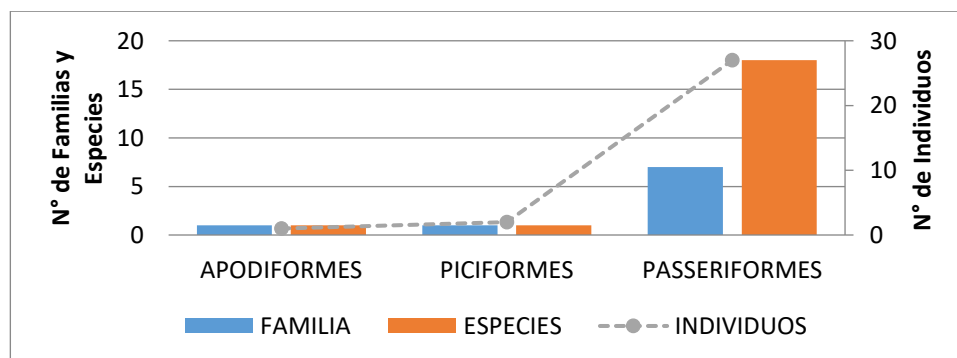


Figura 11-143 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ **Diversidad**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-110 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bdbtf
Taxa S	20
Individuals	30
Dominance D	0,06
Shannon H	2,904
Simpson 1-D	0,94
Margalef	5,586
Equitability J	0,9695
Fisher alpha	26,22

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron 20 especies y 30 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,06, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9695 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 2,904, Margalef con un valor de 5,586 y alpha de Fisher con un valor de 26,22, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del

orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel/Medio (Do/M) (30%).

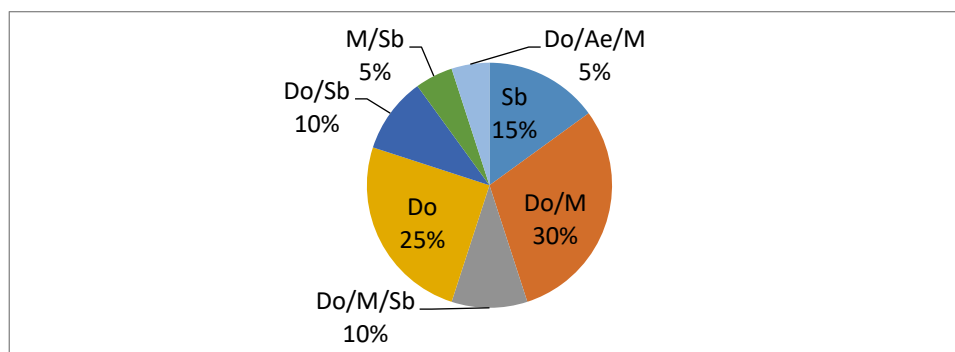


Figura 11-144 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron cuatro categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Granívoro (Gra) y Nectarívoro (Nec).

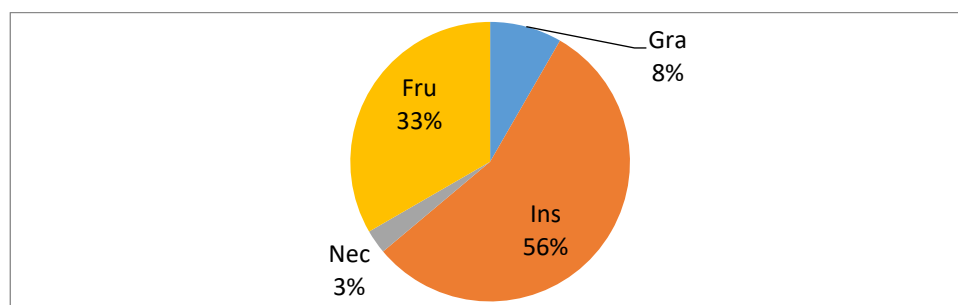


Figura 11-145 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especie registrada fueron.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo

de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.9 Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Figura 11-148 se observa la vista general del ecosistema y la Figura 11-146 contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.

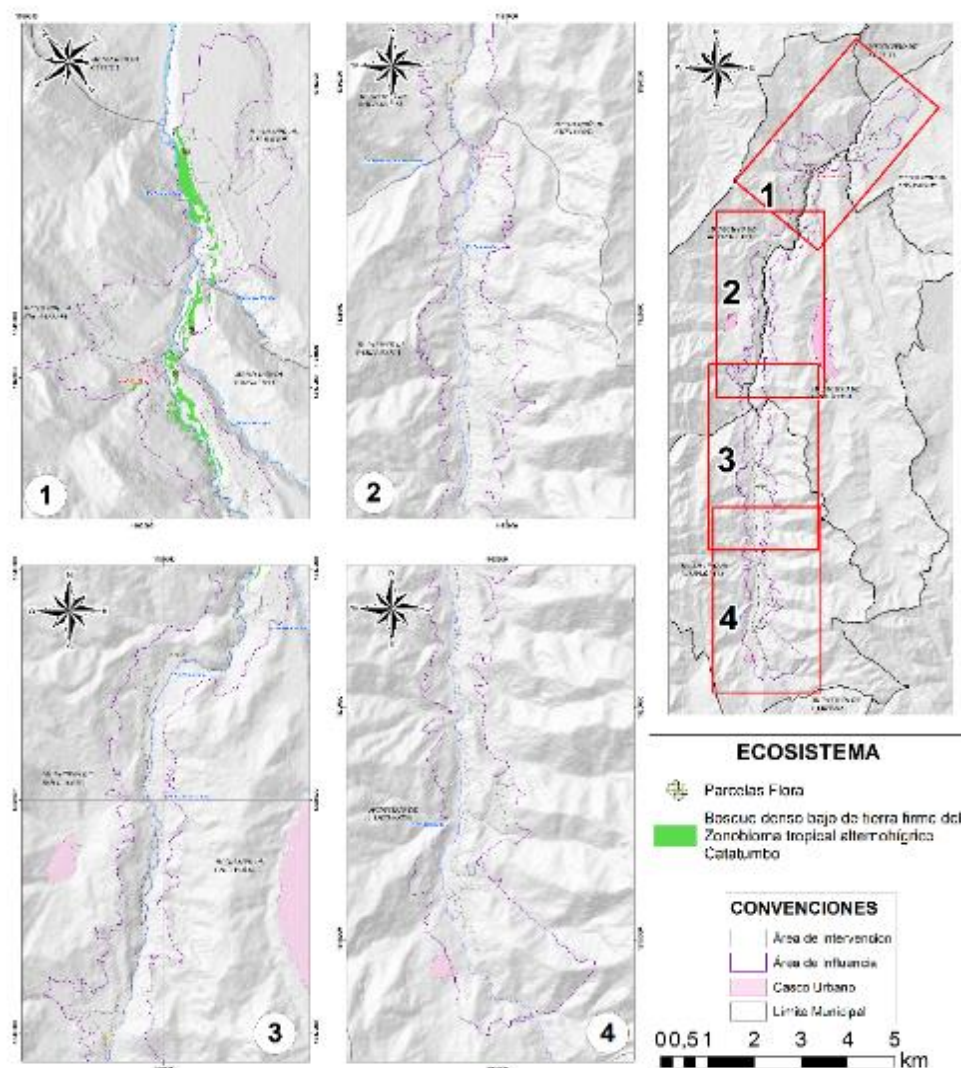


Figura 11-146 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 11-111 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohígrico Catatumbo	I1	1165794,00	1345588,00	1165819,00	1345633,00
	I2	1163425,00	1342533,00	1163457,00	1342578,00
	I3	1162559,60	1342056,08	1162599,00	1342079,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 13 familias, las cuales están representadas por 17 géneros, 23 especies y 112 individuos.

Como se muestra en la Tabla 11-35, la familia con mayor número de individuos es Leguminosae con 77 individuos reunidos en cinco (5) especies siendo Ormosia colombiana Pterocarpus acapulcensis (Tecon) las que registraron más árboles (14), seguida por la familia Euphorbiaceae con 7 individuos correspondientes a las especies Alchornea alnifolia Alchornea sp con seis (6) y un (1) individuos respectivamente, y por la familia Rutaceae con 6 árboles.

Tabla 11-112 Composición florística Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Alchornea alnifolia	Alchornea	Euphorbiaceae	Bijo	6
Alchornea sp	Alchornea	Euphorbiaceae	No registra	1
Apuleia leiocarpa	Apuleia	Leguminosae	Guamocacho	5
Byrsonima crassifolia	Byrsonima	Malpighiaceae	No registra	1
Callicarpa americana	Callicarpa	Lamiaceae	No registra	5
Casearia aculeata	Casearia	Salicaceae	No registra	1
Casearia spp	Casearia	Salicaceae	No registra	1
Casearia spp2	Casearia	Salicaceae	No registra	2
Cestrum racemosum	Cestrum	Solanaceae	No registra	1
Cordia alliodora	Cordia	Cordiaceae	Moncoro/Pardillo	1
Duranta mutisii	Duranta	Verbenaceae	Cúcano	1

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Handroanthus ochraceus	Handroanthus	Bignoniaceae	Tabebuia ochracea	2
Machaerium biovulatum	Machaerium	Leguminosae	Sietecueros	39
Machaerium capote	Machaerium	Leguminosae	Yuco/Yuquero/Yuca	3
Maclura tinctoria	Maclura	Moraceae	Dinde/Moral	2
Ochoterena colombiana	Ochoterena	Anacardiaceae	Cedrillo	2
Ormosia colombiana	Ormosia	Leguminosae	No registra	14
Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	Leguminosae	Tecon	14
Senna robinifolia	Senna	Leguminosae	Alcaparro	2
Tabebuia rosea	Tabebuia	Bignoniaceae	Guayacan rosado	1
Viburnum pubescens	Viburnum	Adoxaceae	No registra	2
Zanthoxylum caribaeum	Zanthoxylum	Rutaceae	Zorruno/Sorruno	1
Zanthoxylum rhoifolium	Zanthoxylum	Rutaceae	Tachuelo	5
Total				112

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-113 Parámetros estructurales Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
Alchornea alnifolia	6	5,36	0,14	4,97	6	20,00	8,45	18,78
Alchornea sp	1	0,89	0,02	0,58	1	3,33	1,41	2,88
Apuleia leiocarpa	5	4,46	0,14	4,76	4	13,33	5,63	14,86
Byrsonima crassifolia	1	0,89	0,04	1,38	1	3,33	1,41	3,69
Callicarpa americana	5	4,46	0,07	2,58	3	10,00	4,23	11,27
Casearia aculeata	1	0,89	0,03	1,04	1	3,33	1,41	3,34
Casearia spp	1	0,89	0,01	0,42	1	3,33	1,41	2,72
Casearia spp2	2	1,79	0,02	0,79	2	6,67	2,82	5,39
Cestrum racemosum	1	0,89	0,02	0,71	1	3,33	1,41	3,01
Cordia alliodora	1	0,89	0,03	1,20	1	3,33	1,41	3,50
Duranta mutisii	1	0,89	0,05	1,58	1	3,33	1,41	3,88
Handroanthus ochraceus	2	1,79	0,02	0,66	2	6,67	2,82	5,26
Machaerium biovulatum	39	34,82	0,92	31,95	16	53,33	22,54	89,30
Machaerium capote	3	2,68	0,05	1,72	3	10,00	4,23	8,63
Maclura tinctoria	2	1,79	0,05	1,58	1	3,33	1,41	4,77
Ochoterena colombiana	2	1,79	0,07	2,31	2	6,67	2,82	6,91
Ormosia colombiana	14	12,50	0,60	20,64	7	23,33	9,86	42,99

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	14	12,50	0,34	11,78	8	26,67	11,27	35,55
<i>Senna robinifolia</i>	2	1,79	0,02	0,84	2	6,67	2,82	5,44
<i>Tabebuia rosea</i>	1	0,89	0,02	0,74	1	3,33	1,41	3,05
<i>Viburnum pubescens</i>	2	1,79	0,03	0,97	2	6,67	2,82	5,57
<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	1	0,89	0,02	0,66	1	3,33	1,41	2,96
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5	4,46	0,18	6,14	4	13,33	5,63	16,24
Total	112,00	100,00	2,89	100,00	71,00	236,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo, se estima una densidad de 373 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 112 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, En la Figura 11-37 , se presentan los resultados de las 20 especies con mayor abundancia relativa en la cobertura del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo, en donde se destaca la especie *Machaerium biovulatum* (Sietecueros) con 34,82% (39 individuos), seguida por *Ormosia colombiana* y *Pterocarpus acapulcensis* (Tecon) con 12,50% (14 individuos), respectivamente.

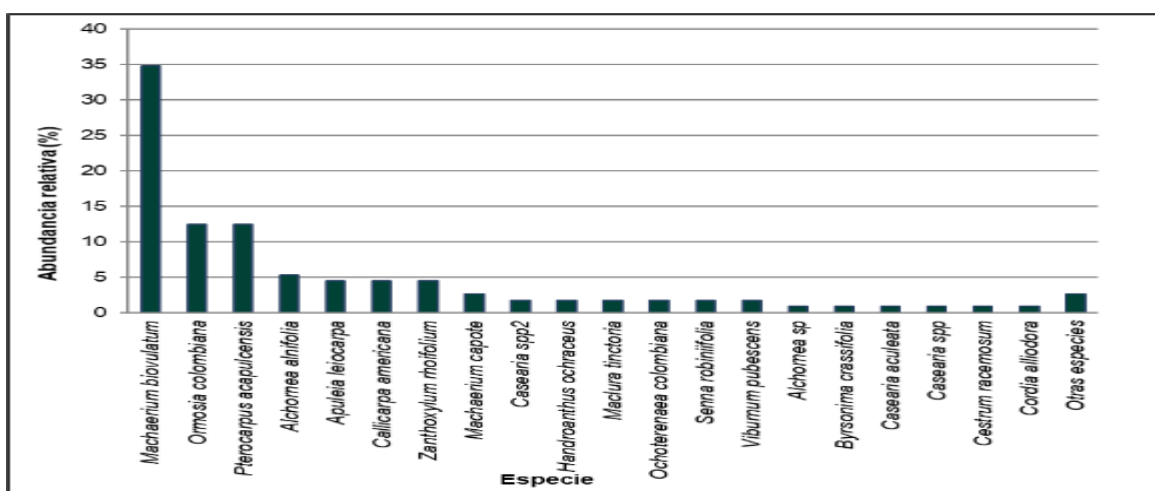


Figura 11-147 Abundancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternihigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo, se encontró que la especie con mayor dominancia relativa fue *Machaerium biovulatum* (Sietecueiros) con 31,97%; a esta le siguen *Ormosia colombiana* y *Pterocarpus acapulcensis* (Tecon) con 20,64% y 11,78% respectivamente.

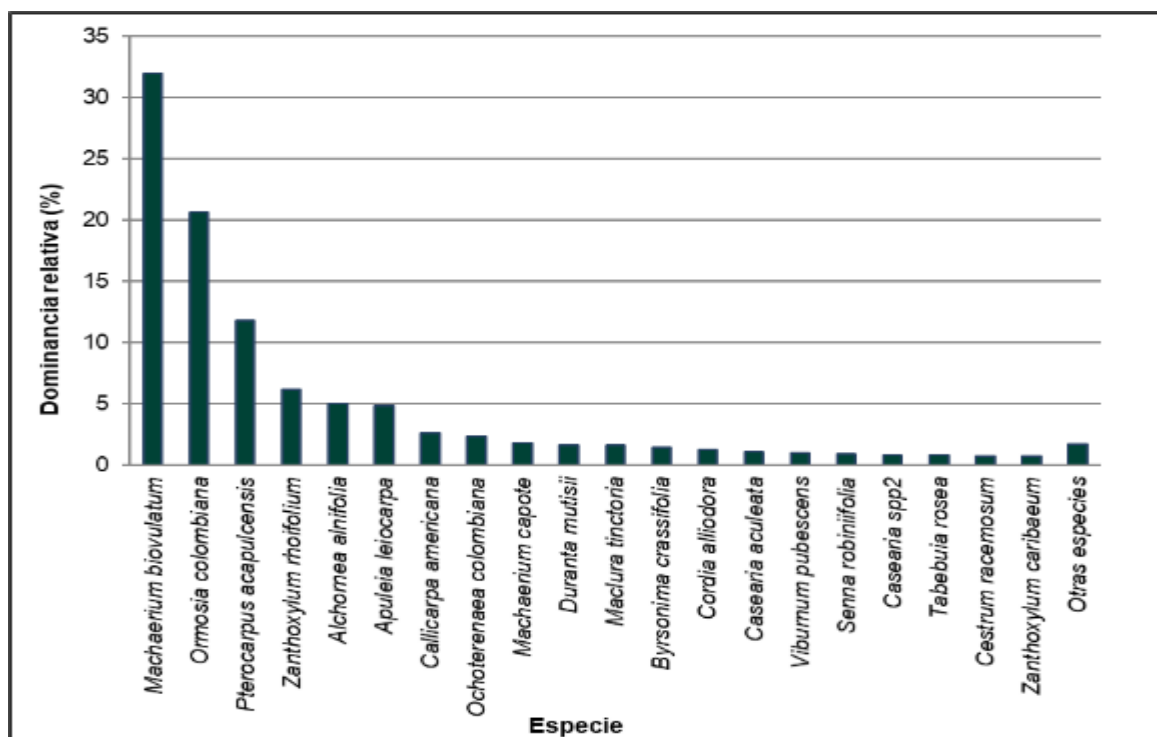


Figura 11-148 Dominancia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). De acuerdo con los resultados registrados para el ecosistema, en la **Figura 11-149** se muestran las 20 especies con mayor frecuencia relativa dentro de la Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo. Se observa que la especie con mayor frecuencia en la muestra fue *Machaerium biovulatum* (Sietecueiros) con 22,54%, sin embargo, es un valor sobresaliente pues casi duplica los resultados de las demás especies; a esta le siguen *Pterocarpus acapulcensis* (Tecon) y *Ormosia colombiana* con 11,27% y 9,86%, cada una.

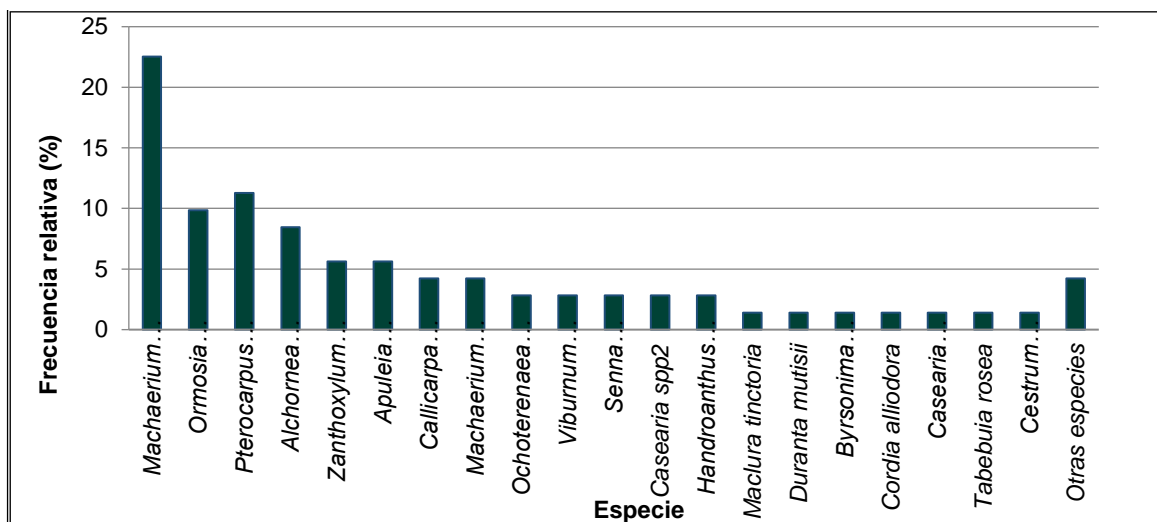


Figura 11-149 Frecuencia relativa Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia, cuatro (4) especies pertenecen a la clase II- Poco Frecuente las cuales son Zanthoxylum rhoifolium, Pterocarpus acapulcensis, Ormosia colombiana y Alchornea alnifolia, las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente, exceptuando una única especie catalogada como frecuente, la cual es Machaerium biovulatum. La baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo.

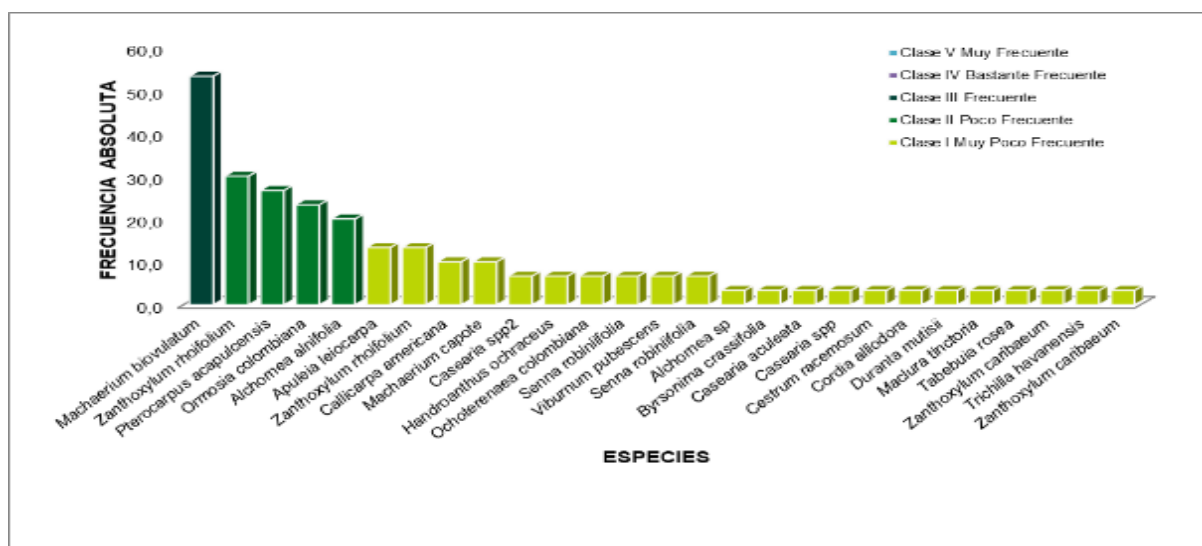


Figura 11-150 Clases de frecuencia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. Se encontró que la especie *Machaerium biovulatum* (Sietecueros) tiene el mayor peso ecológico con un I.V.I. de 89,39%, dado principalmente por su abundancia dentro de la cobertura, sin embargo, presenta valores equitativos en cada parámetro que integra este índice; es importante resaltar que esta presenta un valor superior marcado que le señala como especie dominante; seguida a esta, le siguen *Ormosia colombiana* (I.V.I de 42,99%) y *Pterocarpus acapulcensis* (I.V.I de 35,55%)

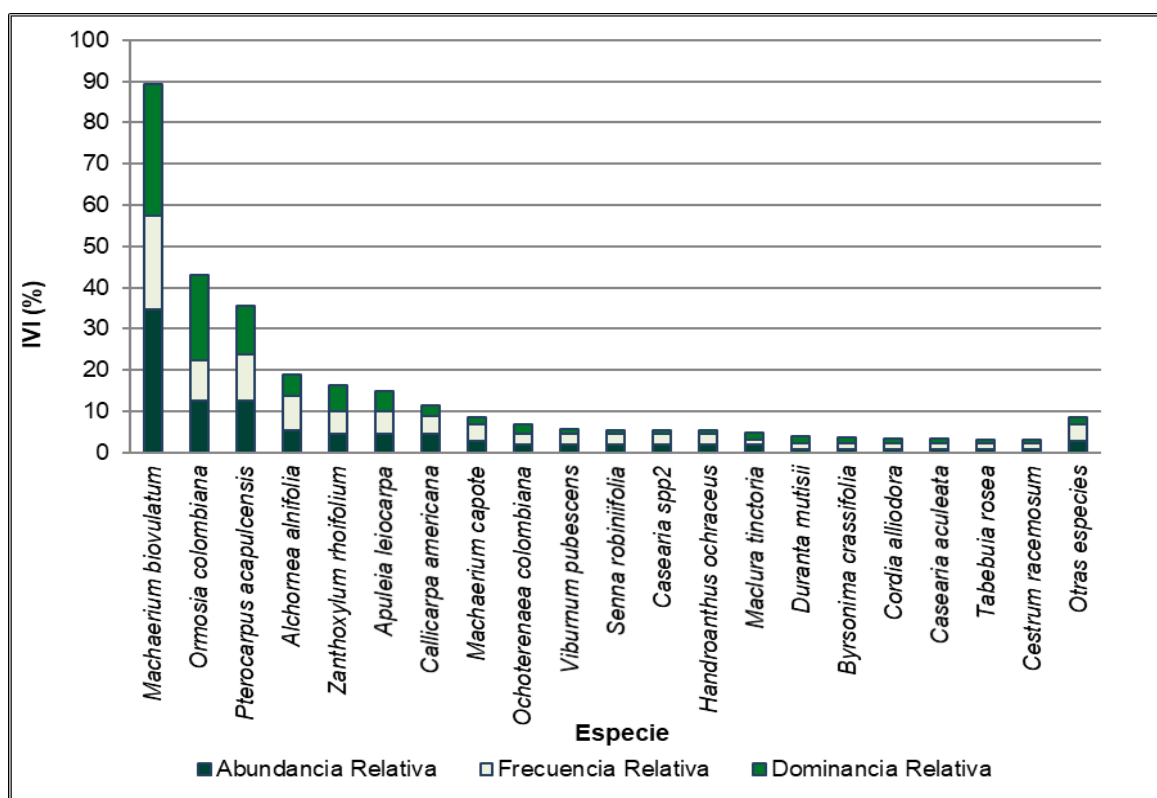


Figura 11-151 Índice de Valor de Importancia Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigráfico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje “y” y de altura comercial en el eje “x”, con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-152**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales superiores a 7 m y 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo, como se muestra en la **Figura 11-152** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

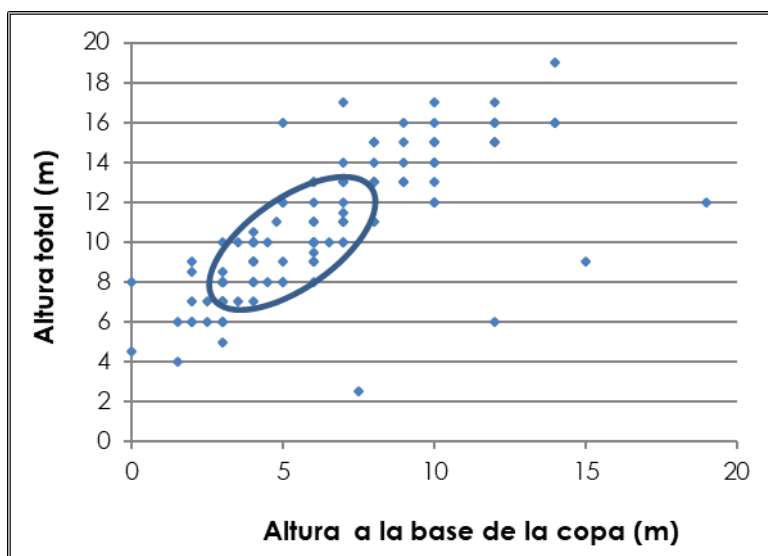


Figura 11-152 Diagrama de Ogawa del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 66,96% (75 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-153**, seguido por el estrato arbóreo inferior con el 29,46% (33 individuos).

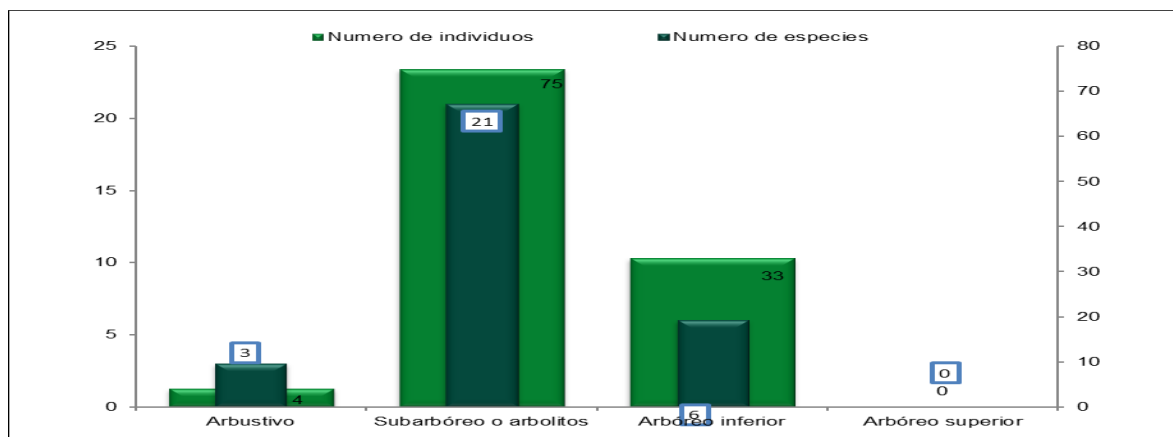


Figura 11-153 Estratificación en la cobertura Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrass Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrass Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrass Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (75% - 84 individuos) agrupados en siete (7) especies, así mismo se encontró que el 25% de los individuos (28 individuos) poseen tendencia al agrupamiento.

Tabla 11-114 Distribución espacial de las especies en el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrass Catatumbo

ESPECIE	No. IND	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Alchornea alnifolia	6	20,000	0,20	0,22	0,90	Especies Dispersas
Alchornea sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Apuleia leiocarpa	5	13,333	0,17	0,14	1,16	Especies con Tendencia Agrupamiento
Byrsonima crassifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Callicarpa americana	5	10,000	0,17	0,11	1,58	Especies con Tendencia Agrupamiento
Casearia aculeata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas

ESPECIE	No. IND	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Casearia spp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Casearia spp2	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Cestrum racemosum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia alliodora	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Duranta mutisii	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Handroanthus ochraceus	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Machaerium biovulatum	39	53,333	1,30	0,76	1,71	Especies con Tendencia Agrupamiento
Machaerium capote	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Maclura tinctoria	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Ochoterena colombiana	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Ormosia colombiana	14	23,333	0,47	0,27	1,76	Especies con Tendencia Agrupamiento
Pterocarpus acapulcensis	14	26,667	0,47	0,31	1,50	Especies con Tendencia Agrupamiento
Senna robiniiifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Tabebuia rosea	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Viburnum pubescens	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Zanthoxylum caribaeum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum rhoifolium	5	13,333	0,17	0,14	1,16	Especies con Tendencia Agrupamiento

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Bosque

Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo se identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-154**, mostrando una distribución en forma de J invertida, en la que la clase I presenta la mayor cantidad de individuos (45) y van disminuyendo conforme se eleva la clase diamétrica, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-115 Estructura diamétrica fustales – Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	45	48,39
0,14	0,18	II	27	29,03
0,18	0,22	III	14	15,05
0,22	0,25	IV	16	17,20
0,26	0,29	V	5	5,38
0,29	0,33	VI	3	3,23
0,33	0,37	VII	1	1,08
0,37	0,41	VIII	1	1,08
TOTAL			112	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

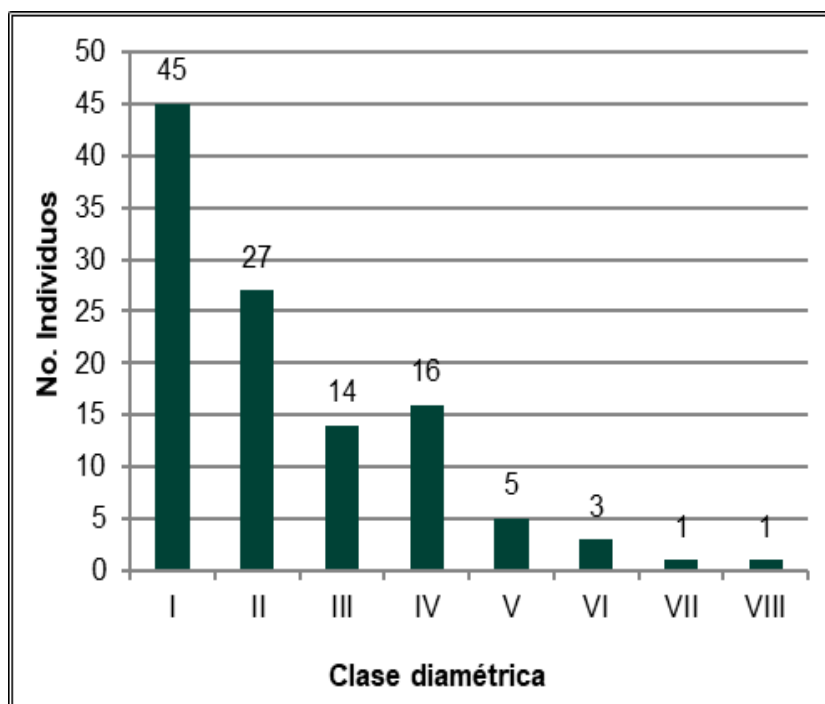


Figura 11-154 Distribución diamétrica Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Regeneración natural Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Composición de la regeneración natural Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Para la regeneración natural del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo se encontraron 76 individuos en estado brinzal distribuidos en 10 familias y 13 especies.

Tabla 11-116 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigrigo Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Euphorbiaceae	Alchornea alnifolia	Bijo	9
Moraceae	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	1
Piperaceae	Piper aduncum	Cordoncillo	11
Rutaceae	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	2
Leguminosae	Machaerium biovulatum	Sietecueros	1
	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	20
	Ormosia colombiana	No registra	8
	Inga densiflora	Guamo	7
Adoxaceae	Viburnum pubescens	No registra	6
Lamiaceae	Callicarpa americana	No registra	1
Salicaceae	Casearia aculeata	No registra	2
Cordiaceae	Cordia alliodora	Moncoro/Pardillo	7
Sapotaceae	Chrysophyllum argenteum	Caimito	1
Total			156

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-117 Índices de diversidad Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo

Parámetro ó índice	Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo
Familias	13
Especies	23
Individuos	112
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,84
Shannon Wiener	2,37
Margalef	4,66

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Análisis ecosistema Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo

El ecosistema Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo, es el ecosistema con mayor área a compensar en el proyecto con 264,14 ha. Su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico mostró que el índice de Margalef arrojó un valor de 4,66 y un valor de 2,37 para el índice de Shannon & Wiener, infiriéndose que la cobertura presenta moderada diversidad de especies ya que no se supera el valor de 5 para Margalef, y tiene un valor menor al intermedio entre 0 y el logaritmo natural del número de individuos del área. Se aprecia también que la probabilidad de que dos individuos muestreados al azar pertenezcan a la misma especie es del 84% según el índice de Simpson. Por lo anterior, se infiere que el bosque presenta una composición no muy homogénea, que pudo haberse simplificado a causa de la intervención antrópica.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m, en donde los estratos que predominan se constituyen dentro de la parte subarbórea del bosque, esto por las características naturales del ecosistema estudiado pues es un bosque bajo, sin embargo, la acumulación de árboles en los estratos inferiores con algunos elementos emergentes en el dosel son señales propias de bosques intervenidos y sometidos a procesos de fragmentación, que han podido ser causados por tala selectiva, lo que se apoya con la composición más simplificada que se encontró en la presente caracterización. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las intervenciones en este ecosistema para el cual se hallan individuos altamente agrupados en las clases diamétricas I y II, siendo esta una característica de bosques naturales que garantiza el éxito de la sucesión a futuro, sin embargo.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque Denso Bajo de Tierra Firme del Zonobioma Tropical Alternigríco Catatumbo son *Machaerium biovulatum*, *Ormosia colombiana*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Alchornea*

alnifolia y *Zanthoxylum rhoifolium*. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Machaerium biovulatum* (sietecueros) de requerimientos altos de luz solar, por lo que se evidencia la intervención que ha tenido el ecosistema. Las categorías de menor valor presentaron valores uniformes representados principalmente por la abundancia (uno o dos individuos por especie).

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Pterocarpus acapulcensis*, la cual, presentó una gran abundancia (20 individuos), correspondiendo a una especie de tipo heliofito.

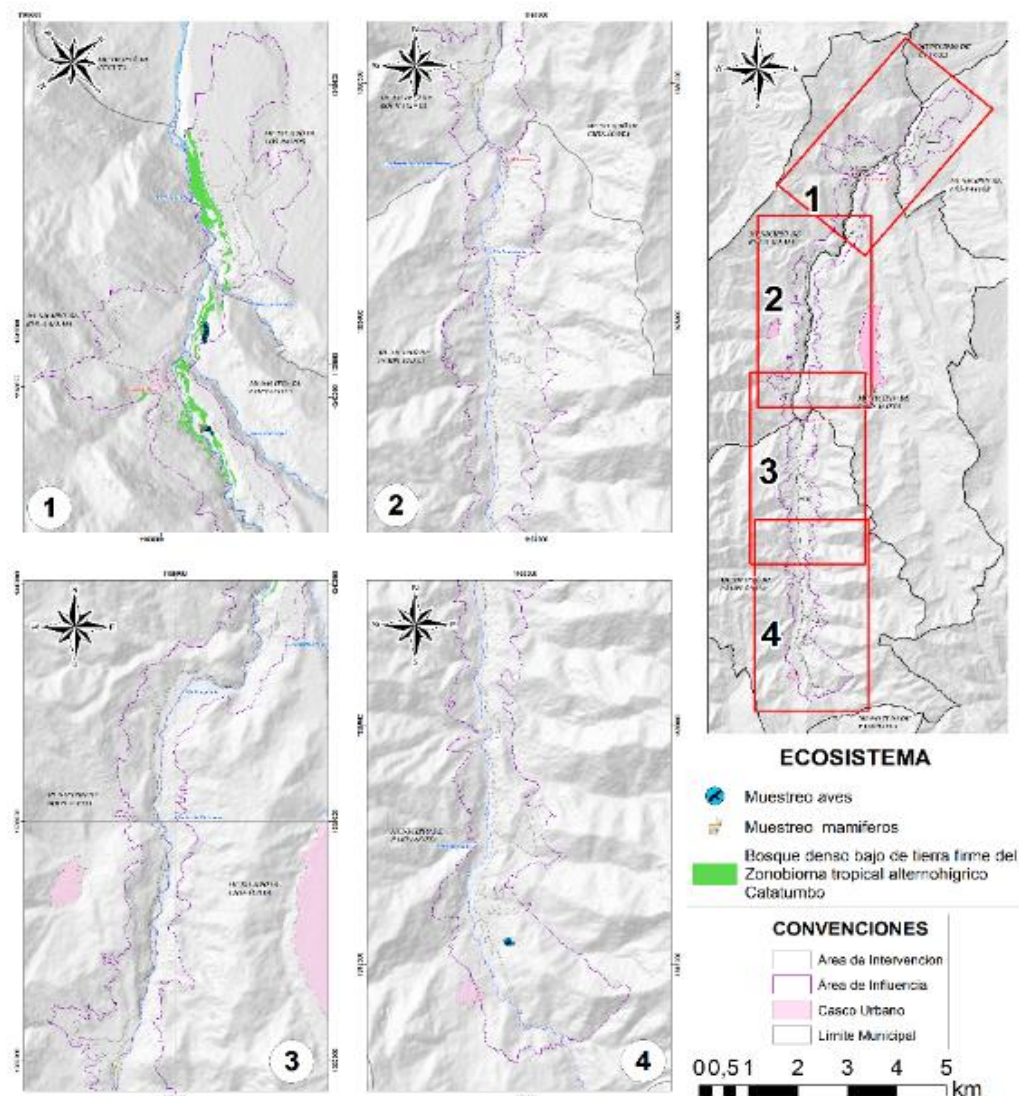


Figura 11-155 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical atermohigróico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque denso bajo de tierra firme (**Figura 11-79**), se identificaron dos especies de mamíferos lo que corresponde al 1% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron 21 individuos, distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 1.11-118 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	18	0,9	Omn
RODENTIA	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	3	0,15	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Los órdenes que presentaron mayor riqueza en el área de compensación fueron Rodentia con una familia y una especie y Didelphimorphia con una familia y una especie (**Figura 11-124**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza registra, presenta una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

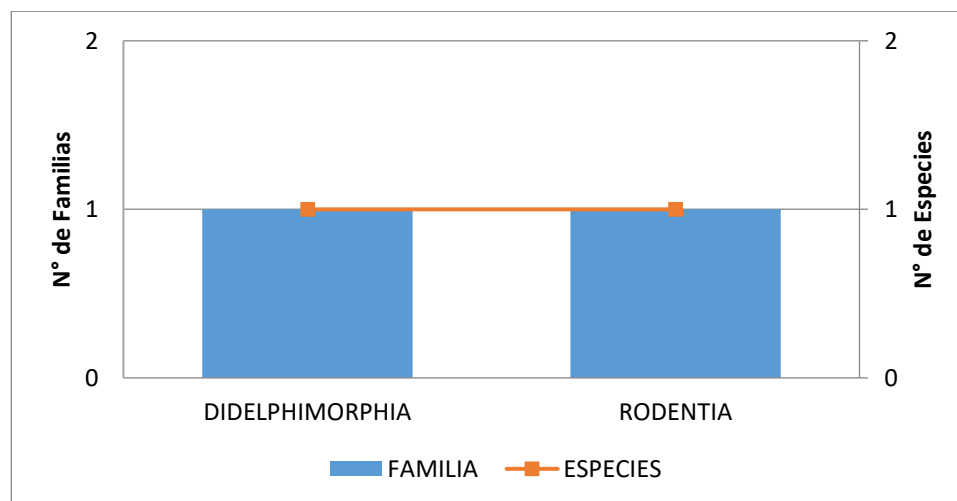


Figura 11-156 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-119 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bdbtf
Taxa S	2
Individuals	21
Dominance D	0,7551
Shannon H	0,4101
Simpson 1-D	0,2449
Margalef	0,3285
Equitability J	0,5917
Fisher alpha	0,5435

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-97**, para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron dos especies y 21 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,7551, el cual es un valor medio del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, por el contrario el índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0,5917 contradiciendo los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 0,4101, Margalef con un valor de 0,3285 y alpha de Fisher con un valor de 0,5435, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ Relación ecológica de los mamíferos con los ecosistemas

● Hábitat

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el

actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del zonobioma tropical alternohigrócatatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, las cuales pertenecen a dos estratos: arbustivo/sotobosque (Arb/S) con el 50% de las especies y arbóreo/arbustivo/sotobosque (Arbo/Arb/S) con el 50% restante de las especies. Sin embargo, se esperarían encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea (**Figura 11-125**).

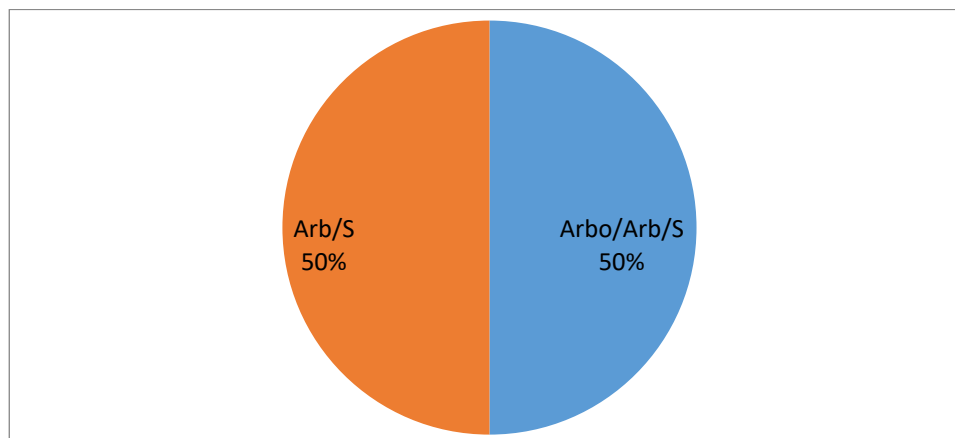


Figura 11-157 Estratificación de los mamíferos del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-126**, para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron dos categorías: Omnívoros (Omn), Frugívoro (Fru).

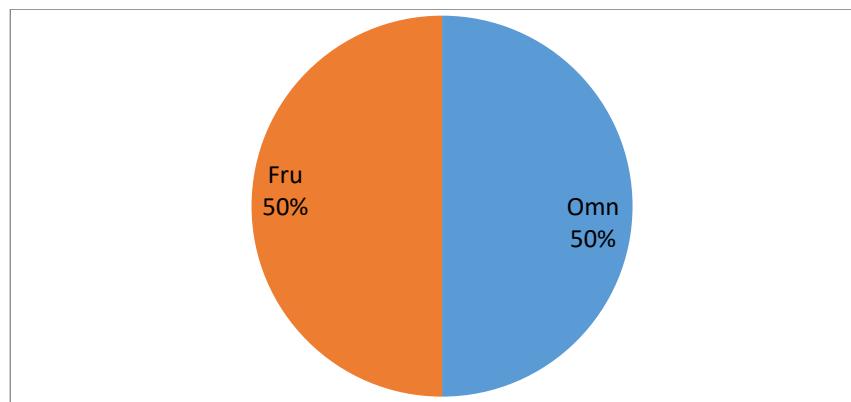


Figura 11-158 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). La especie registrada fue: *Dasyprocta punctata*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas; ni en los apéndices de la CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el bosque denso bajo de tierra firme, se identificaron 34 especies de aves, además se registraron 68 individuos distribuidos en 14 familias y siete órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-120 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	2	0,1	Gra / Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	1	0,05	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	1	0,05	Omn
APODIFORMES	Apodidae	Streptoprocne zonaris	O	1	0,05	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
APODIFORMES	Trochilidae	Anthracothonax nigricollis	O	2	0,1	Nec /Ins
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Cathartes aura	O	2	0,1	Cñ
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	10	0,5	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	2	0,1	Ins /Car
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	1	0,05	Omn
PASSERIFORMES	Furnariidae	Cranioleuca subcristata	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	2	0,1	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	3	0,15	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiarchus crinitus	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiodynastes maculatus	O	2	0,1	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiophobus fasciatus	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Phylloscartes poecilotis	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Zimmerius chrysops	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	4	0,2	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara vitriolina	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	5	0,25	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Coereba flaveola	O/C	3	0,15	Nec/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanicollis	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	3	0,15	Ins/ Fru

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Parulidae	Geothlypis philadelphia	O	2	0,1	Ins/ Her
PASSERIFORMES	Parulidae	Myioborus miniatus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga fusca	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga pitiayumi	O	4	0,2	Ins
PASSERIFORMES	Icteridae	Icterus chrysater	O	1	0,05	ins/ Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

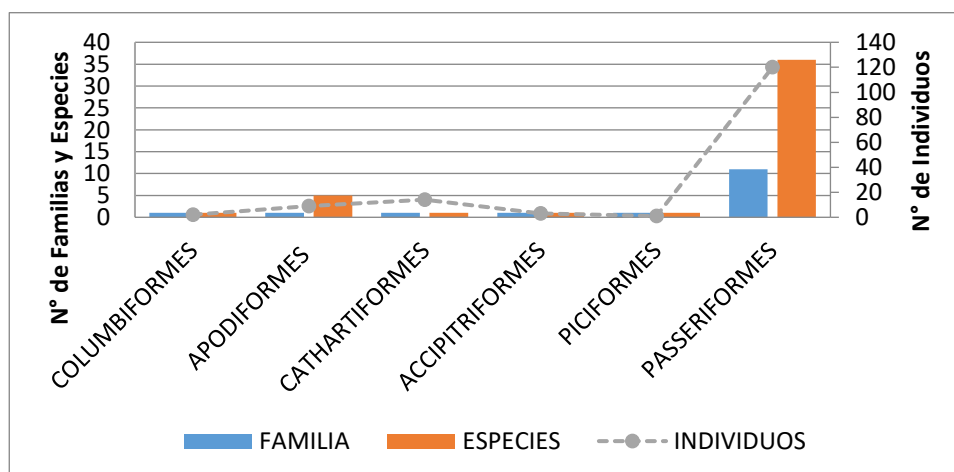


Figura 11-159 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-121 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bdbtf
Taxa S	34
Individuals	68
Dominance D	0,05147
Shannon H	3,271
Simpson 1-D	0,9485
Margalef	7,821
Equitability J	0,9275
Fisher alpha	27,06

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Para el bosque denso bajo de tierra firme se registraron 34 especies y 68 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,05147, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9275 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 3,271, Margalef con un valor de 7,821 y alpha de Fisher con un valor de 27,06, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de las aves con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del zonobiota tropical alternohigrócatatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la

composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque denso bajo de tierra firme, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (38%).

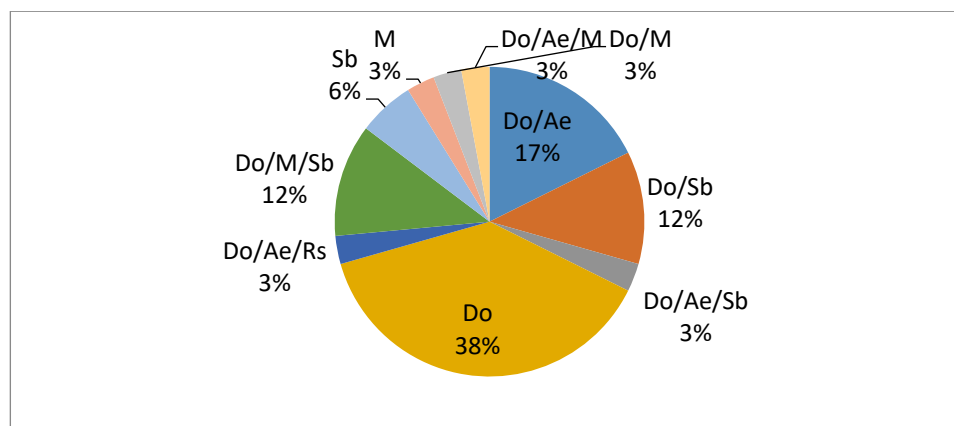


Figura 11-160 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron ocho categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carroñeros (Cñ), Carnívoro (Car), Herbívoro (Her) y Nectarívoro (Nec).

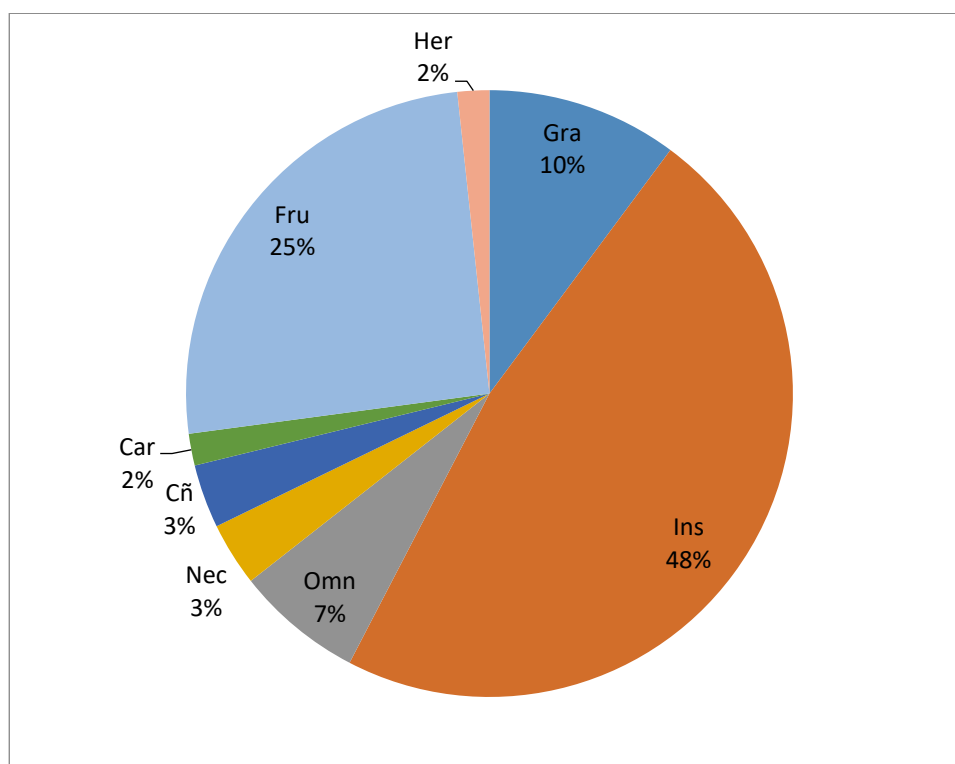


Figura 11-161 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación
Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.10 Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-29 se observa la vegetación representativa del ecosistema y la **Figura 11-162** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-29 Vista general de la vegetación representativa del ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

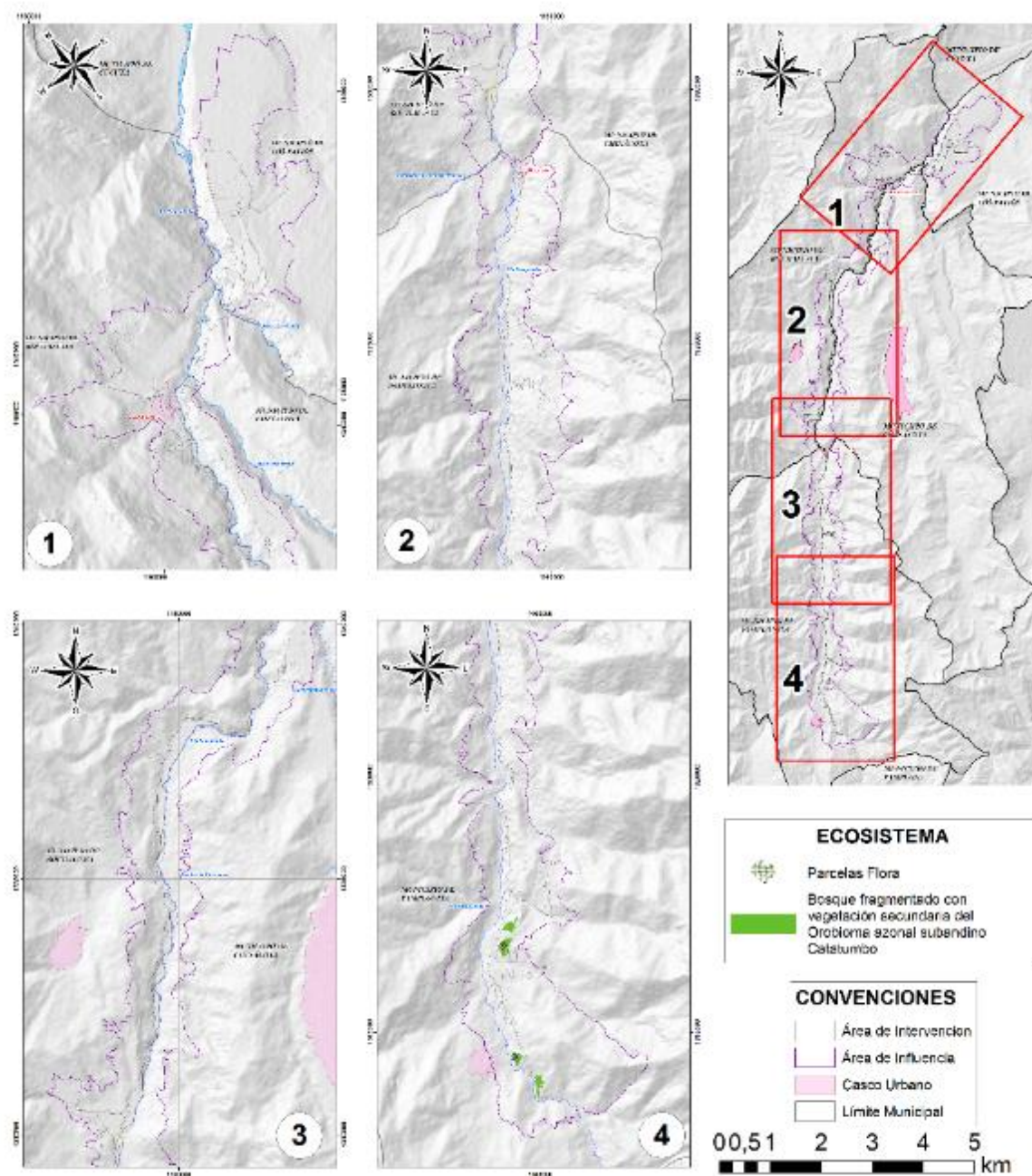


Figura 11-162 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 11-122 Ubicación unidades de muestreo forestal Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	K1	1159412,27	1332001,58	1159454,31	1331999,80
	K2	1159054,99	1330890,42	1159086,89	1330923,71
	K3	1159928,19	1333044,44	1159887,71	1333046,15

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 10 familias, las cuales están representadas por 11 géneros, 14 especies y 96 individuos.

Como se muestra en la Tabla 11-35, la familia con mayor número de individuos es Euphorbiaceae con 50 individuos reunidos en dos especies *Croton hibicifolius* (Mosquero) y *Croton pungens* con 34 y 16 registros cada una, seguida por la familia Leguminosae con 14 individuos correspondientes a la especie *Senna robiniiifolia* (Alcaparro) y por la familia Asteraceae con 10 individuos correspondientes a la especie *Montanoa quadrangularis*.

Tabla 11-123 Composición florística Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
<i>Acnistus arborescens</i>	<i>Acnistus</i>	Solanaceae	Tococo	1
<i>Croton hibicifolius</i>	<i>Croton</i>	Euphorbiaceae	Mosquero	34
<i>Cupania latifolia</i>	<i>Cupania</i>	Sapindaceae	Arévalo/Guacharaco	1
<i>Montanoa quadrangularis</i>	<i>Montanoa</i>	Asteraceae	Anime	10
<i>Senna robiniiifolia</i>	<i>Senna</i>	Leguminosae	Alcaparro	14
<i>Trichilia havanensis</i>	<i>Trichilia</i>	Meliaceae	Palomito	2
<i>Heliocarpus americanus</i>	<i>Heliocarpus</i>	Malvaceae	Magua/Majao/Majamorro/Majagua	5
<i>Fraxinus chinensis</i>	<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	Urapan	1
<i>Cestrum tomentosum</i>	<i>Cestrum</i>	Solanaceae	No registra	3
<i>Urera caracasana</i>	<i>Urera</i>	Urticaceae	Ortigo	3
<i>Trichilia hirta</i>	<i>Trichilia</i>	Meliaceae	Huesito	2

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Casearia aculeata	Casearia	Salicaceae	No registra	1
Croton pungens	Croton	Euphorbiaceae	No registra	16
Picramnia gracilis	Picramnia	Picramniaceae	No registra	3
Total				96

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-124 Parámetros estructurales Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	IVI (%)
Acnistus arborescens	1	1,04	0,01	0,47	1	3,33	1,89	3,40
Casearia aculeata	1	1,04	0,02	1,07	1	3,33	1,89	3,99
Cestrum tomentosum	3	3,13	0,01	0,53	2	6,67	3,77	7,43
Croton hibicifolius	34	35,42	0,09	4,64	16	53,33	30,19	70,25
Croton pungens	16	16,67	0,01	0,80	6	20,00	11,32	28,79
Cupania latifolia	1	1,04	0,02	1,26	1	3,33	1,89	4,19
Fraxinus chinensis	1	1,04	0,17	9,13	1	3,33	1,89	12,05
Heliocarpus americanus	5	5,21	0,14	7,47	5	16,67	9,43	22,12
Montanoa quadrangularis	10	10,42	0,46	25,18	5	16,67	9,43	45,03
Picramnia gracilis	3	3,13	0,18	9,93	2	6,67	3,77	16,83
Senna robinifolia	14	14,58	0,14	7,37	7	23,33	13,21	35,17
Trichilia havanensis	2	2,08	0,07	3,58	2	6,67	3,77	9,43
Trichilia hirta	2	2,08	0,46	25,14	2	6,67	3,77	31,00
Urera caracasana	3	3,13	0,06	3,42	2	6,67	3,77	10,32
Total	96,00	100,00	1,83	100,00	53,00	176,67	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino

Catatumbo, se estima una densidad de 320 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 96 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-37**, para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: *Croton hibicifolius* (Mosquero) con el 35,41%, equivalente a 34 individuos, seguida por *Croton pungens* con el 16,66% equivalente a 16 individuos y por *Senna robinifolia* (Alcaparro) con el 14,58%, equivalente a 14 individuos.

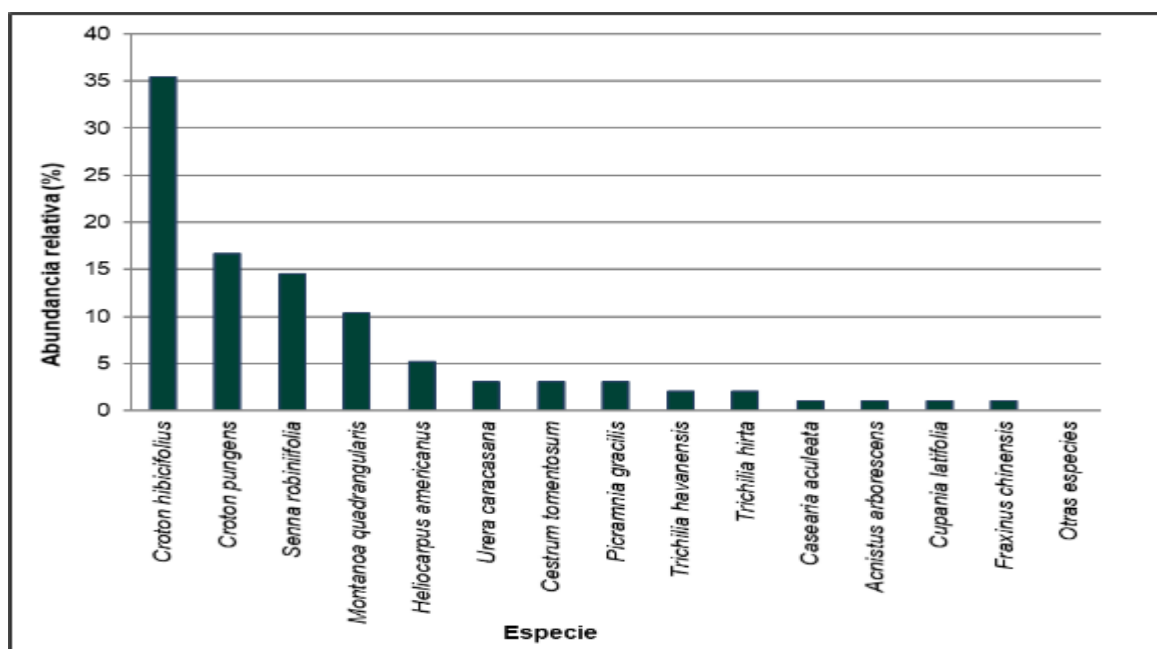


Figura 11-163 Abundancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Croton hibicifolius* (Mosquero) con el 25,28%, seguida por *Montanoa quadrangularis* con el 23,29% y por *Croton pungens*, con el 14,38%.

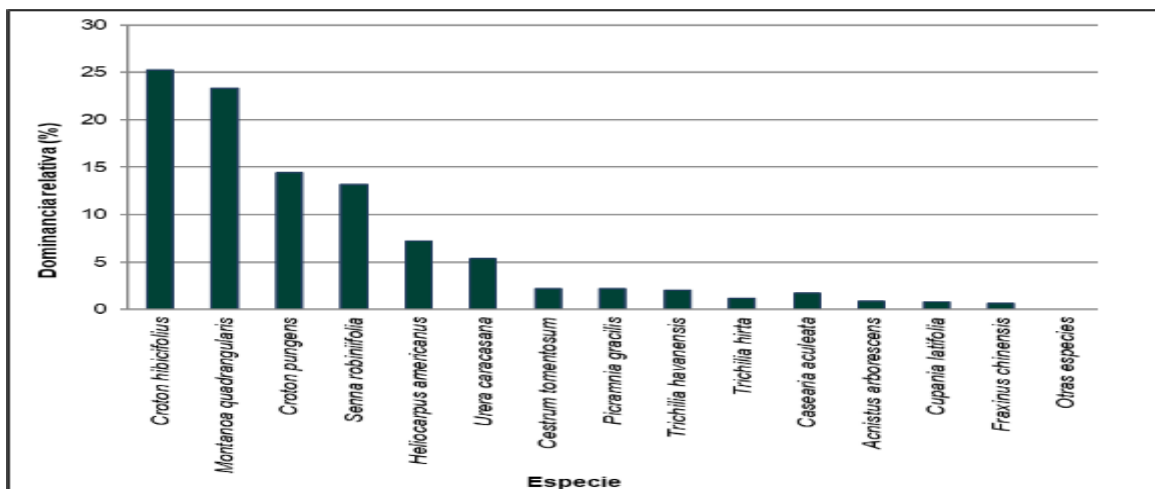


Figura 11-164 Dominancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Croton hibicifolius* (Mosquero) con el 30,19%, seguida por *Senna robinifolia* (Alcaparro) con el 13,21% y *Croton pungens* con el 11,32%

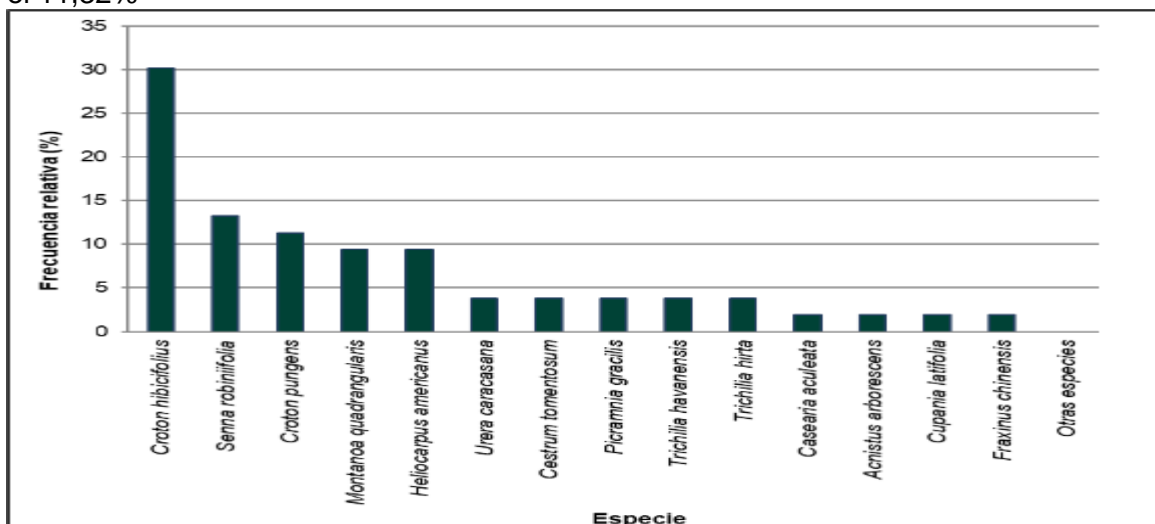


Figura 11-165 Frecuencia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia tres (1) especie pertenecen a la clase III- Frecuente *Croton hibicifolius* (Mosquero), seguido de la frecuencia con categoría II- Poco Frecuente *Montanoa quadrangularis* y *Croton pungens*, las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

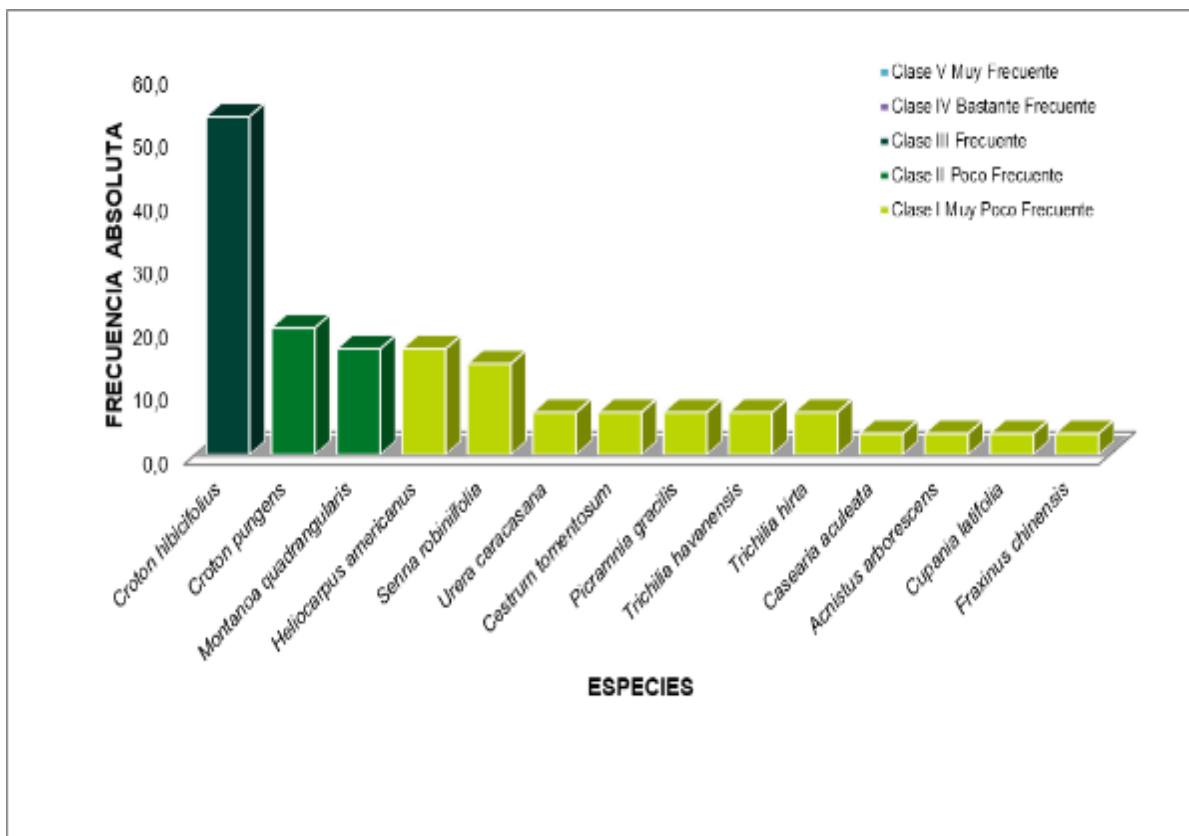


Figura 11-166 Clases de frecuencia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Croton hibicifolius* (Mosquero) con 90,88%, seguida por *Montanoa quadrangularis* con el 43,14% y *Croton pungens* con el 42,37%

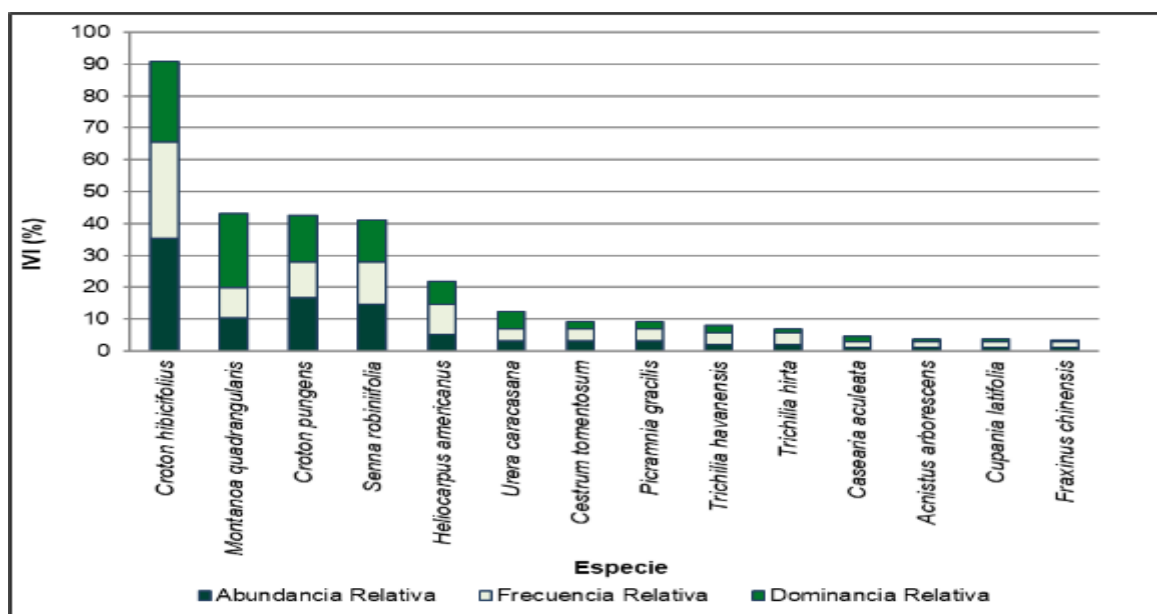


Figura 11-167 Índice de Valor de Importancia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje "y" y de altura comercial en el eje "x", con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-168**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos evidencia muy poca estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas, que correspondería a bosques heterogeneos o a sucesiones tempranas, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo como se muestra en la Figura 11-168 se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a 10 metros y 3 metros respectivamente, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

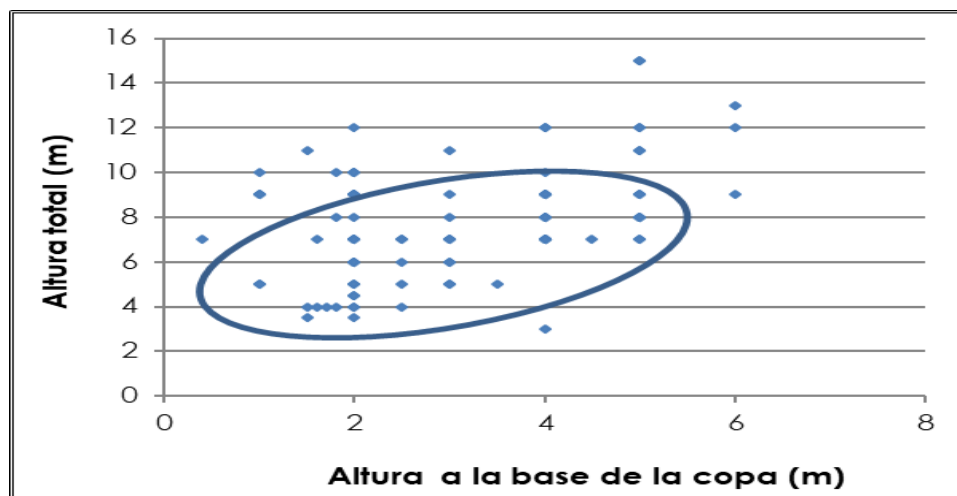


Figura 11-168 Diagrama de Ogawa del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (3) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 70,38% (73 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la Figura 11-169, seguido por el estrato Arbustivo con el 19,2% (20 individuos); por su parte, el estrato arbóreo inferior presenta solo 3 individuos.

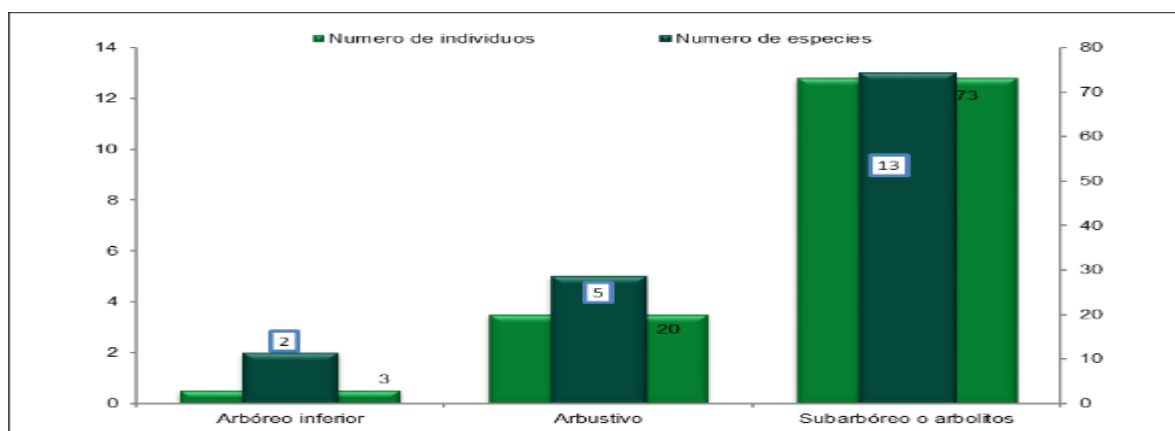


Figura 11-169 Estratificación en la cobertura Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (76,8% - 80 individuos), así mismo se encontró que el 11,52% de los individuos (12 individuos) poseen tendencia al agrupamiento, por último, 3,84% de los individuos (2) se ubican en el grado de agregación como especies agrupadas lo cual indica que existe un factor importante edáfico o fisionómico que está determinando su tendencia al agrupamiento

Tabla 11-125 Distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD OBSERVADA	DENSIDAD ESPERADA	GRADO DE AGREGACIÓN	CLASIFICACIÓN
			(Do)	(De)	(Ga)	
Croton hibicifolius	34	53,333	1,13	0,76	1,49	Especies Dispersas
Montanoa quadrangularis	10	16,667	0,33	0,18	1,83	Especies con Tendencia Agrupamiento
Croton pungens	16	20,000	0,53	0,22	2,39	Especies Dispersas
Senna robiniifolia	14	23,333	0,47	0,27	1,76	Especies Dispersas
Heliocarpus americanus	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
Urera caracasana	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies Dispersas
Cestrum tomentosum	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies Dispersas
Picramnia gracilis	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies Agrupadas
Trichilia havanensis	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia hirta	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Casearia aculeata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Acnistus arborescens	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cupania latifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Agrupadas
Fraxinus chinensis	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se identificaron siete (8) clases diamétricas como se observa, mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-126 Estructura diamétrica fustales – Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,13	I	63	60,48
0,13	0,16	II	12	11,52
0,16	0,20	III	11	10,56
0,20	0,23	IV	7	6,72
0,23	0,26	V	1	0,96
0,26	0,29	VI	0	0,00
0,29	0,33	VII	0	0,00
0,33	0,36	VIII	2	1,92
TOTAL			96	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

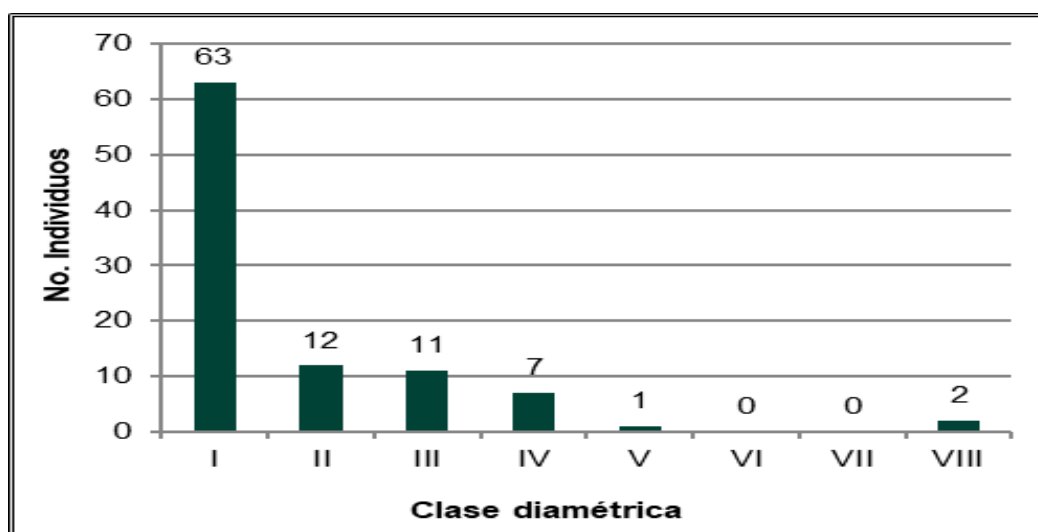


Figura 11-170 Distribución diamétrica Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Regeneración natural Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Composición de la regeneración natural Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Para la regeneración natural del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se encontraron 42 individuos (10 en estado latizal y 32 en estado brinzal) distribuidos en 8 familias y 13 especies.

Tabla 11-127 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	No. Individuos
EUPHORBIACEAE	Croton hibicifolius	Mosquero	11
	Croton pungens	No registra	2
MELIACEAE	Trichilia havanensis	Palomito	2
	Trichilia hirta	Huesito	2
MYRTACEAE	Psidium sp	Guayabo negro	1
PIPERACEAE	Piper aduncum	Cordoncillo	1
	Piper artanthe	Cordoncillo5	8
LEGUMINOSAE	Senna bacillaris	Frijolito	1
	Senna robiniiifolia	Alcaparro	1
ASTERACEAE	Verbesina sp	Tabaquillo	2
	Montanoa quadrangularis	Anime	1
HYPERICACEAE	Vismia baccifera	Aguacacho/Carate/Manchador	6
PICRAMNIACEAE	Picramnia gracilis	No registra	4
Total general			42

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-128 Índices de diversidad Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	10
Especies	14
Individuos	96
Coeficiente de mezcla	1:6

Parámetro ó índice	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Dominancia de Simpson	0,81
Shannon_Wiener	2,01
Margalef	2,84

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Análisis ecosistema Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

El ecosistema Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, tiene un área a compensar por las intervenciones del proyecto de 10,24 ha, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad baja, en el cual se hallaron 96 individuos en 11 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las dinámicas antrópicas como talas selectivas en este ecosistema para el cual se hallan individuos solamente en las clases diamétricas I y II.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son *Croton hibiscifolius* Kunth ex Spreng, *Montanoa quadrangularis* Sch. Bip y *Croton pungens* Jacq. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Croton hibiscifolius* Kunth ex Spreng (Mosquero), es considerada una especie pionera, dispersada por aves, reportándose una atracción alta de fauna silvestre para ella, así mismo, dentro de sus usos se reporta idela para ornamentación, cercas vivas y restauración de áreas degradadas, por lo cual, será tenida en cuenta dentro del listado de especies con las cuales se efectuará la compensación para el medio biótico.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Croton hibiscifolius* Kunth ex Spreng. (Mosquero), la cual, presentó una gran abundancia, correspondiendo a una especie de tipo pionero.

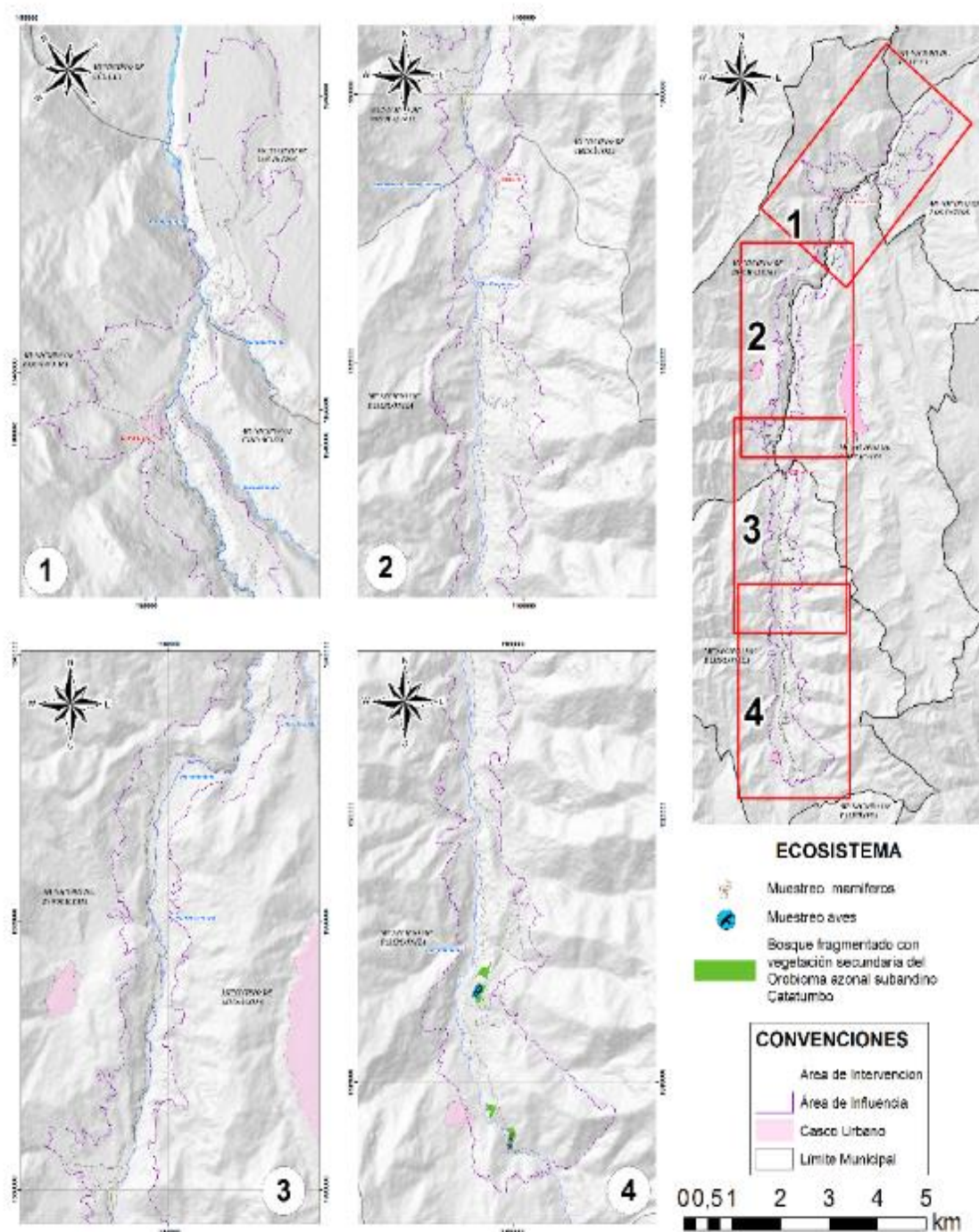


Figura 11-171 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque fragmentado con vegetación secundaria (**Tabla 11-129**), se identificaron dos especies de mamíferos lo que corresponde al 1% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron siete individuos, distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-129 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	6	0,3	Omn
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	1	0,05	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presento mayor riqueza en el área de compensación fue Didelphimorphia con una familia, una especie y seis individuos y Cingulata con una familia, una especie y un individuo (**Figura 11-172**). Es importante mencionar que el orden Didelphimorphia, y en especial *Didelphis marsupialis* es una especie común en el área de compensación, por lo cual el número de individuos registrados concuerda con lo esperado.

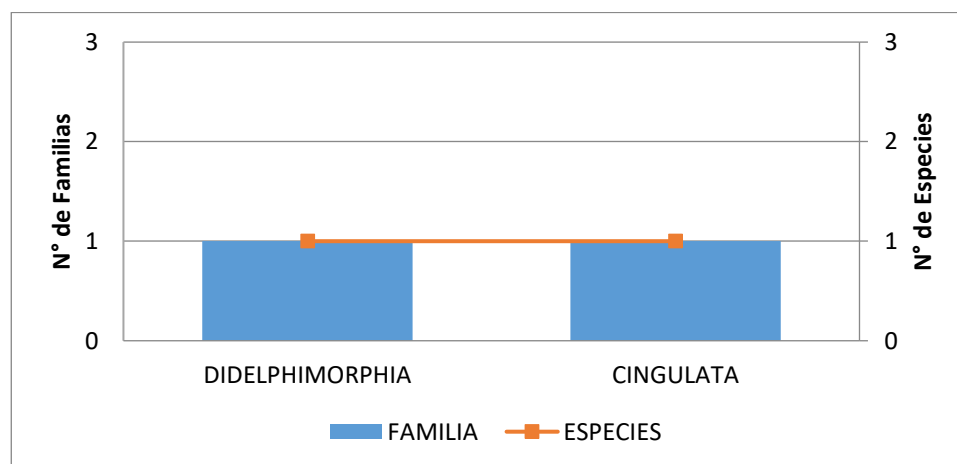


Figura 11-172 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-130 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Bfvs
Taxa S	2
Individuals	7
Dominance D	0,7551
Shannon H	0,4101
Simpson 1-D	0,2449
Margalef	0,5139
Equitability J	0,5917
Fisher alpha	0,9354

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-130**, para el bosque fragmentado con vegetación secundaria se registraron dos especies y siete individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,7551, el cual es un valor alto para este índice, indicando que en este ecosistema existe dominancia de unas pocas especies, así mismo el índice de equitabilidad fue también bajo con un valor de 0,5917 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 0,4101, Margalef con un valor de 0,5139 y alpha de Fisher con un valor de 0,9354, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación

secundaria del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque fragmentado con vegetación secundaria, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, las cuales pertenecen a dos estratos: arbustivo/suelo (Arb/S) con el 50% de las especies y arbóreo/arbustivo/suelo (Arbo/Arb/S) con el 50% restante de las especies, sin embargo, se esperarían encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea.

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive

gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-173**, para el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación secundaria se usaron dos categorías: Omnívoros (Omn) e Insectívoros (Ins).

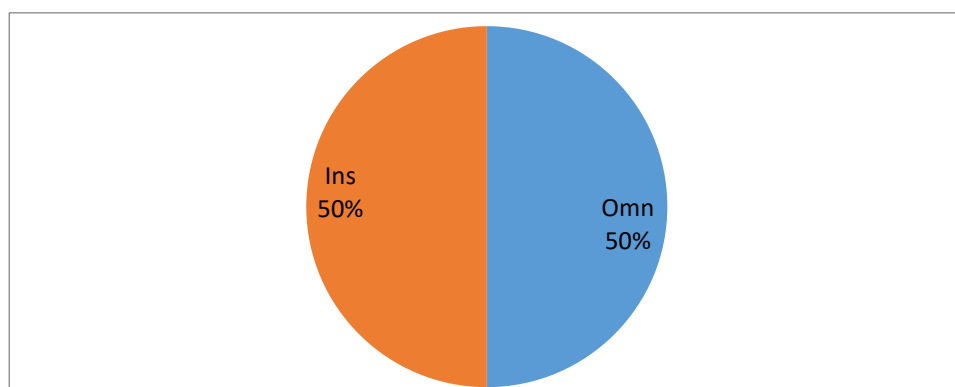


Figura 11-173 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales

pequeños incluso en descomposición. Este gremio estuvo representado por la especie *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el bosque fragmentado con vegetación secundaria (**Tabla 11-129**), se identificaron 31 especies de aves, además se registraron 72 individuos distribuidos en 13 familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-131 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	O/C	5	0,25	Gra /Ins
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	O	1	0,05	Ins /Car
GALBULIFORMES	Galbulidae	<i>Galbula ruficauda</i>	O	1	0,05	Ins
PICIFORMES	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	<i>Dendrocicla fuliginosa</i>	C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Atalotriccus pilaris</i>	O	3	0,15	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Empidonax alnorum</i>	O	1	0,05	Ins /Fru /Nec
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Legatus leucophaeus</i>	O	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Mionectes oleagineus</i>	O/C	5	0,25	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	O	1	0,05	Ins /Fru /Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	<i>Myiodynastes maculatus</i>	O	1	0,05	Omn

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes similis	O	3	0,15	Ins /Fru /Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tolmomyias sulphurescens	O/C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Leptopogon superciliaris	C	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Chiroxiphia lanceolata	O/C	3	0,15	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Hylophilus flavipes	O	4	0,2	Ins
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Poliotilidae	Ramphocaenus melanurus	O/C	4	0,2	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	4	0,2	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Cissopis leverianus	O	2	0,1	Gra/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator maximus	O	3	0,15	Fru/Her/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara guttata	O	2	0,1	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Eucometis penicillata	C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Sporophila intermedia	C	1	0,05	Gra/Nec/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	2	0,1	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Cyanoloxia cyanoides	C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	8	0,4	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga fusca	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga pitiayumi	O	2	0,1	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina

et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó 9 familias y 27 especies. Seguido por Columbiformes con una familia y cinco especies; los demás órdenes presentaron una familia y una especie (**Figura 11-172**).

Dentro del orden Passeriformes, la familia que presentó la mayor riqueza fue Tyrannidae (Atrapamoscas), de la cual se registraron nueve especies y 17 registros. Dentro de este orden también se destacan Thraupidae (Tangaras), con siete especies y 16 registros (**Figura 11-172**).

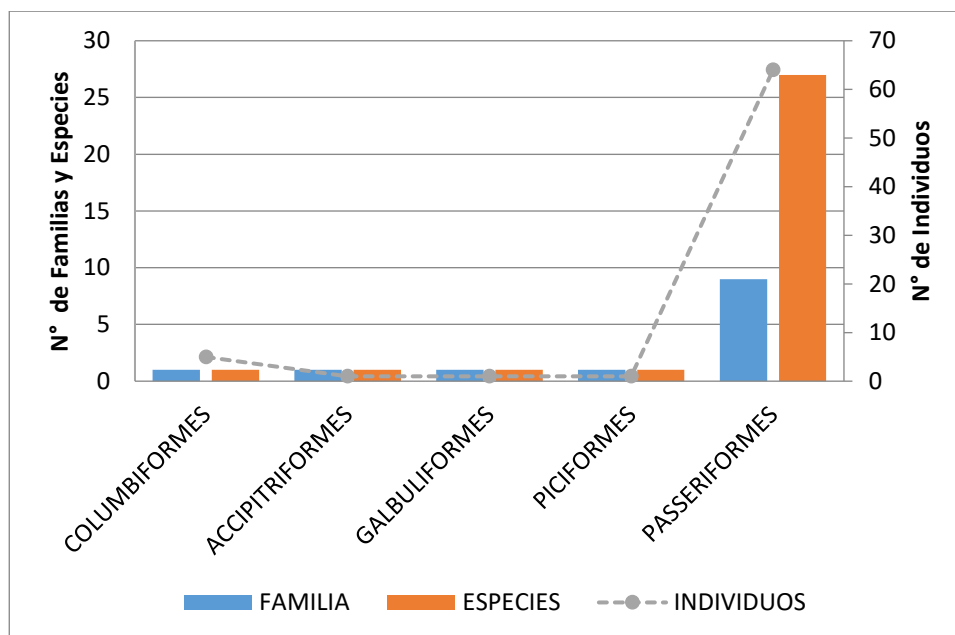


Figura 11-174 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-132 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bfvs
Taxa S	31
Individuals	72
Dominance D	0,04745
Shannon H	3,235
Simpson 1-D	0,9525
Margalef	7,015
Equitability J	0,942
Fisher alpha	20,65

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-130**, para el bosque fragmentado con vegetación secundaria se registraron 31 especies y 72 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,04745, el cual es un valor muy bajo para este índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de unas pocas especies, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,942 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores altos Shannon con un valor de 3,235, Margalef con un valor de 7,015 y alpha de Fisher con un valor de 20,65, de acuerdo a lo esperado por la cantidad de especies registradas en el ecosistema. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área

donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque fragmentado con vegetación secundaria, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (32%), seguido de las especies de hábitos del sotobosque (Sb) (19%), dosel/sotobosque (D/Sb) (13%), dosel/medio/sotobosque (Do/M/Sb) (10%) y dosel/medio (Do/M) (10%). Por último, los hábitos restantes estuvieron representados por menos del 7% (**Figura 11-175**)

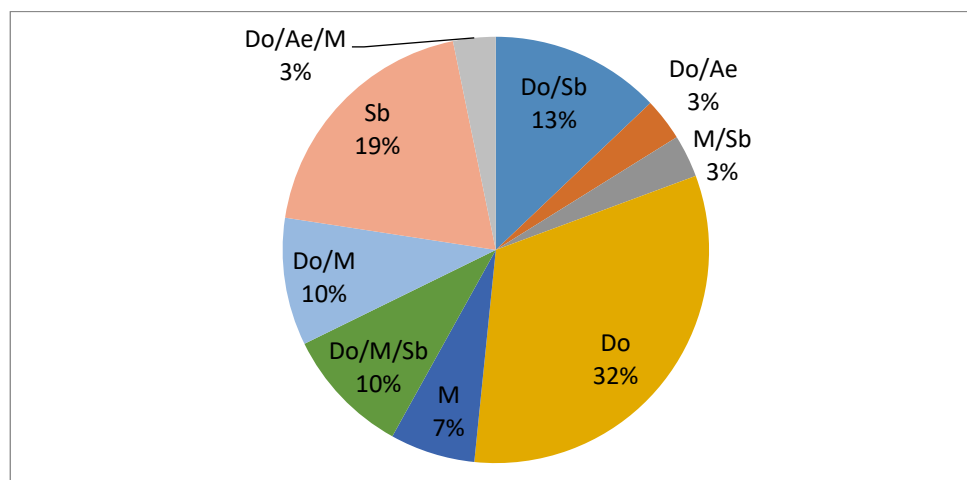


Figura 11-175 Estratificación de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que

la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-173**, para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme se usaron seis categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carnívoro (Car) y Nectarívoro (Nec).

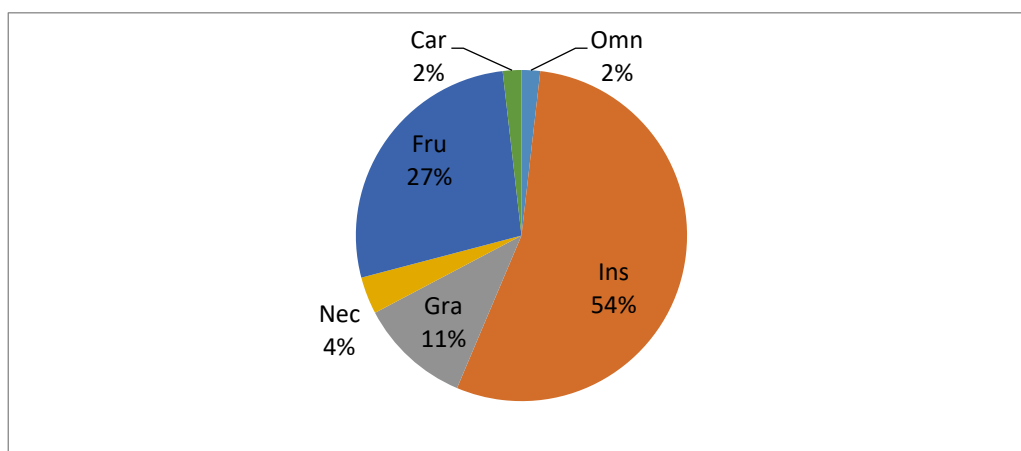


Figura 11-176 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especie registrada fueron: *Galbula ruficauda*, *Colaptes rubiginosus*, *Dendrocicla fuliginosa*.

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Algunas de las especies registradas fueron: *Chiroxiphia lanceolata* y *Thraupis episcopus*.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo. Algunas de las especies registradas fueron: *Cissopis leverianus*, *Sporophila intermedia*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.11 Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-30 y Fotografía 11-31 se observa la vista general del ecosistema y la **Figura 11-177** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-30 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



Fotografía 11-31 Vista general de la vegetación presente en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

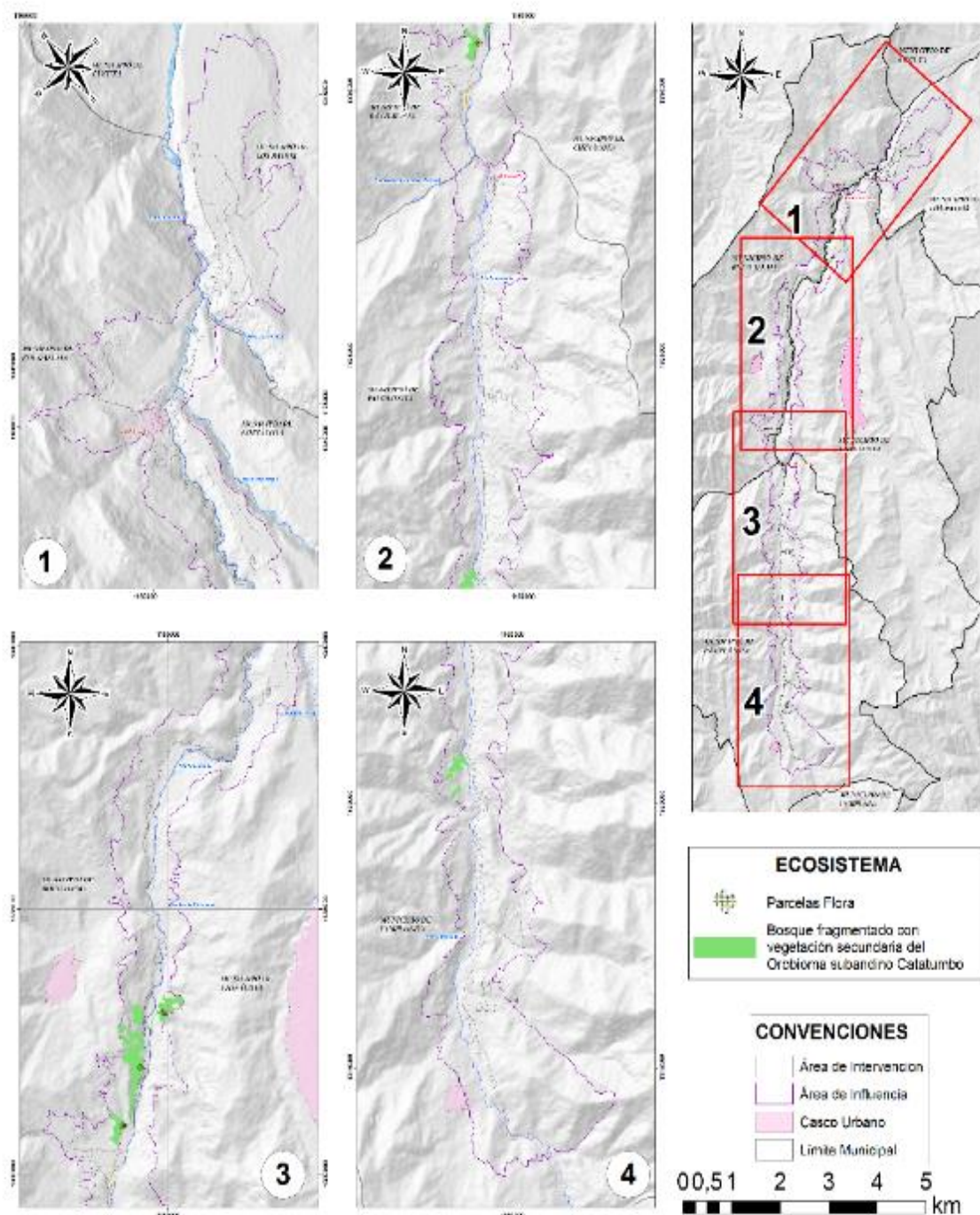


Figura 11-177 Muestreo de flora en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 11-133 Ubicación unidades de muestreo forestal Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	L1	1159107,42	1317321,12	1159130,82	1317358,03
	L2	1158958,00	1317066,00	1158931,00	1317029,00
	L3	1159048,36	1317317,25	1159013,14	1317242,41

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 20 familias, las cuales están representadas por 28 géneros, 30 especies y 116 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-35** la familia botánica con mayor número de individuos es Leguminosae con 37 individuos reunidos en seis (6) especies siendo Senegalia multipinnata (Carisencio) las que registraron más árboles (16), seguida por la familia Moraceae con 18 individuos correspondientes a las especies Brosimum alicastrum y Ficus habrophylla con 17 y un (1) individuos, respectivamente.

Tabla 11-134 Composición florística Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Alchornea alnifolia	Alchornea	Euphorbiaceae	Bijo	2
Brosimum alicastrum	Brosimum	Moraceae	Guaimaro	17
Cecropia peltata	Cecropia	Urticaceae	Yarumo/guarumo	4
Chrysophyllum argenteum	Chrysophyllum	Sapotaceae	Caimito	1
Clusia multiflora	Clusia	Clusiaceae	Tampaco	1
Cordia alliodora	Cordia	Cordiaceae	Moncoro/pardillo	2
Croton hibicifolius	Croton	Euphorbiaceae	Mosquero	2

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Cupania latifolia	Cupania	Sapindaceae	Arévalo/guacharaco	1
Dendropanax arboreus	Dendropanax	Araliaceae	Matapalo/candilero	1
Ficus habrophylla	Ficus	Moraceae	Uvón	1
Guatteria cestriifolia	Guatteria	Annonaceae	Loro/loro amarillo	3
Heliocarpus americanus	Heliocarpus	Malvaceae	Magua/majao/majamorro/majagua	2
Inga densiflora	Inga	Leguminosae	Guamo	1
Machaerium biovulatum	Machaerium	Leguminosae	Sietecueros	6
Machaerium capote	Machaerium	Leguminosae	Yuco/yuquero/yuca	4
Myrcia popayanensis	Myrcia	Myrtaceae	Sururo/sururillo	7
Myrsine coriacea	Myrsine	Primulaceae	Sebito/cucharo blanco	6
Nectandra acutifolia	Nectandra	Lauraceae	Loro baboso	3
Persea caerulea	Persea	Lauraceae	Curomacho/aguacatillo	2
Petrea rugosa	Petrea	Verbenaceae	Penitente	1
Platymiscium hebestachyum	Platymiscium	Leguminosae	Roble maria	2
Pterocarpus acapulcensis	Pterocarpus	Leguminosae	Tecon	8
Senegalia multipinnata	Senegalia	Leguminosae	Carisencio	16
Terminalia amazonia	Terminalia	Combretaceae	Amarillo/monterrey	2
Trichilia havanensis	Trichilia	Meliaceae	Palomito	3
Triplaris americana	Triplaris	Polygonaceae	Vara santa	4
Urera caracasana	Urera	Urticaceae	Ortigo	1
Vismia baccifera	Vismia	Hypericaceae	Aguacacho/carate/manchador	1
Zanthoxylum caribaeum	Zanthoxylum	Rutaceae	Zorruno/sorrano	1
Zanthoxylum rhoifolium	Zanthoxylum	Rutaceae	Tachuelo	11
Total				116

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-135 Parámetros estructurales Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
Alchornea alnifolia	2	1,72	0,02	0,72	1	3,33	1,14	3,58
Brosimum alicastrum	17	14,66	0,67	20,84	8	26,67	9,09	44,58
Cecropia peltata	4	3,45	0,05	1,70	4	13,33	4,55	9,70
Chrysophyllum argenteum	1	0,86	0,09	2,69	1	3,33	1,14	4,69
Clusia multiflora	1	0,86	0,01	0,29	1	3,33	1,14	2,29
Cordia alliodora	2	1,72	0,07	2,24	2	6,67	2,27	6,24
Croton hibicifolius	2	1,72	0,04	1,10	2	6,67	2,27	5,10
Cupania latifolia	1	0,86	0,01	0,36	1	3,33	1,14	2,36
Dendropanax arboreus	1	0,86	0,01	0,42	1	3,33	1,14	2,42
Ficus habrophylla	1	0,86	0,09	2,83	1	3,33	1,14	4,83
Guatteria cestriifolia	3	2,59	0,05	1,63	2	6,67	2,27	6,49
Heliocarpus americanus	2	1,72	0,05	1,50	1	3,33	1,14	4,36
Inga densiflora	1	0,86	0,02	0,70	1	3,33	1,14	2,70
Machaerium biovulatum	6	5,17	0,10	2,99	6	20,00	6,82	14,98
Machaerium capote	4	3,45	0,06	2,01	4	13,33	4,55	10,00
Myrcia popayanensis	7	6,03	0,11	3,59	4	13,33	4,55	14,17
Myrsine coriacea	6	5,17	0,08	2,63	6	20,00	6,82	14,62
Nectandra acutifolia	3	2,59	0,04	1,32	3	10,00	3,41	7,32
Persea caerulea	2	1,72	0,07	2,15	2	6,67	2,27	6,15
Petrea rugosa	1	0,86	0,01	0,34	1	3,33	1,14	2,34
Platymiscium hebestachyum	2	1,72	0,08	2,42	2	6,67	2,27	6,41
Pterocarpus acapulcensis	8	6,90	0,40	12,61	6	20,00	6,82	26,32
Senegalia multipinnata	16	13,79	0,51	15,99	10	33,33	11,36	41,15
Terminalia amazonia	2	1,72	0,05	1,51	2	6,67	2,27	5,51
Trichilia havanensis	3	2,59	0,04	1,13	3	10,00	3,41	7,13
Triplaris americana	4	3,45	0,05	1,56	3	10,00	3,41	8,41
Urera caracasana	1	0,86	0,01	0,32	1	3,33	1,14	2,32
Vismia baccifera	1	0,86	0,02	0,55	1	3,33	1,14	2,55
Zanthoxylum caribaeum	1	0,86	0,01	0,40	1	3,33	1,14	2,40
Zanthoxylum rhoifolium	11	9,48	0,37	11,46	7	23,33	7,95	28,89
Total	116	100	3,2	100	88	293,3	100	300

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 387 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 116 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos. En la Figura 11-37, se presentan los resultados de las 20 especies con mayor abundancia relativa en la cobertura del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, en donde se destaca la especie *Brosimum alicastrum* (Guaimaro) con 14,66% (17 individuos), seguida por *Senegalia multipinnata* (Carisencio) y *Zanthoxylum rhoifolium* (Tachuelo) con 13,79% (16 individuos), y 9,48% (11 individuos) cada una.

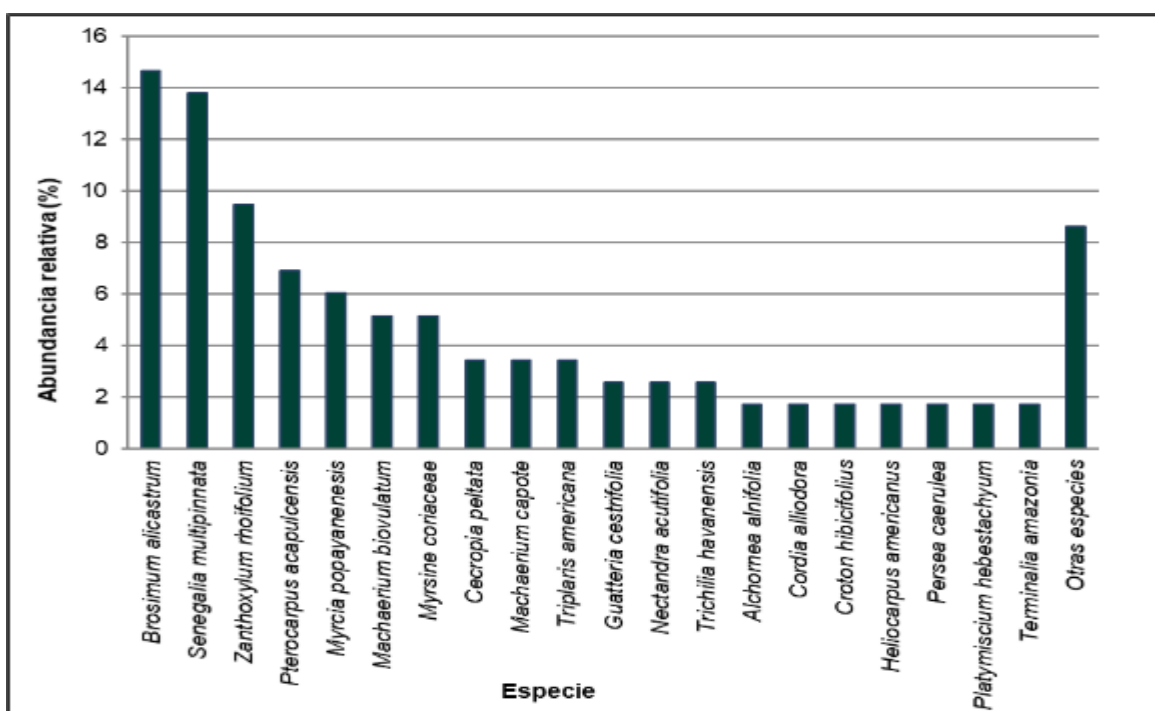


Figura 11-178 Abundancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, se encontró que la especie con mayor dominancia relativa fue *Brosimum alicastrum* (Guaimaro) con 20,83%; a esta le siguen *Senegalia multipinnata* (Carisencio) y *Pterocarpus acapulcensis* (Tecon) con 15,99% y 12,61%, respectivamente.

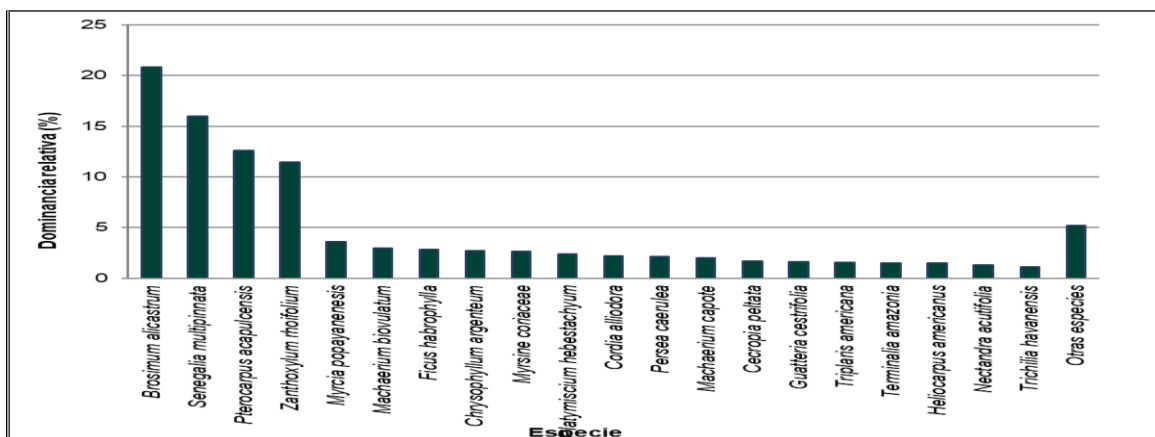


Figura 11-179 Dominancia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). De acuerdo con los resultados registrados para el ecosistema, en la **Figura 11-180** se muestran las 20 especies con mayor frecuencia relativa dentro de la Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo. Se observa que la especie con mayor frecuencia en la muestra fue Senegalia multipinnata (Carisencio) con 11,36%, a esta le siguen Brosimum alicastrum (Guaimaro) y Zanthoxylum rhoifolium con (Tachuelo) con 9,09% y 7,96%, cada una.

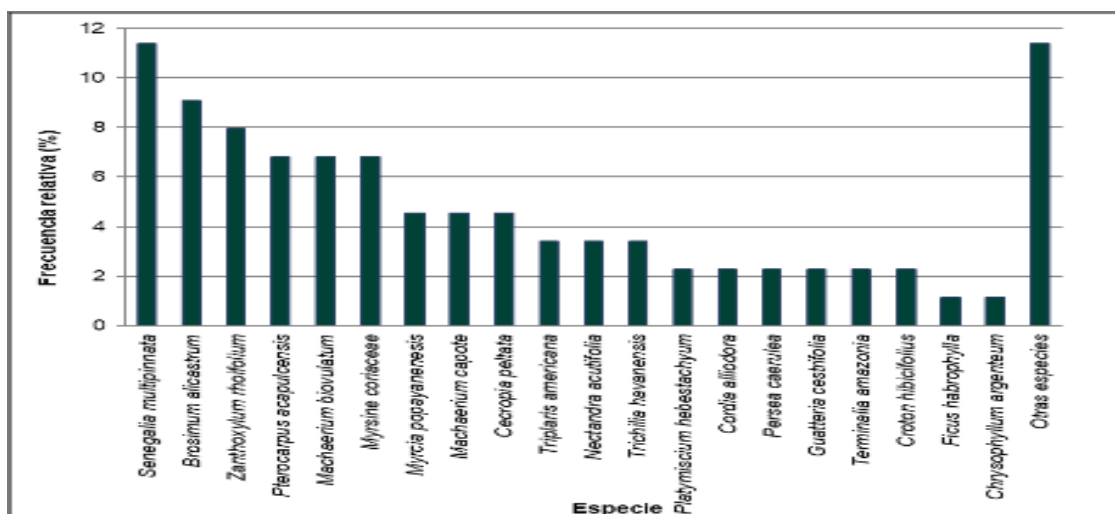


Figura 11-180 Frecuencia relativa Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia, cinco (5) especies pertenecen a la clase II- Poco Frecuente las cuales son *Brosimum alicastrum*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Machaerium biovulatum*, *Myrsine coriacea* y *Pterocarpus acapulcensis*, las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente, exceptuando una única especie catalogada como frecuente, la cual es *Senegalia multipinnata* (Carisencio). La baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo por la heterogeneidad de su composición

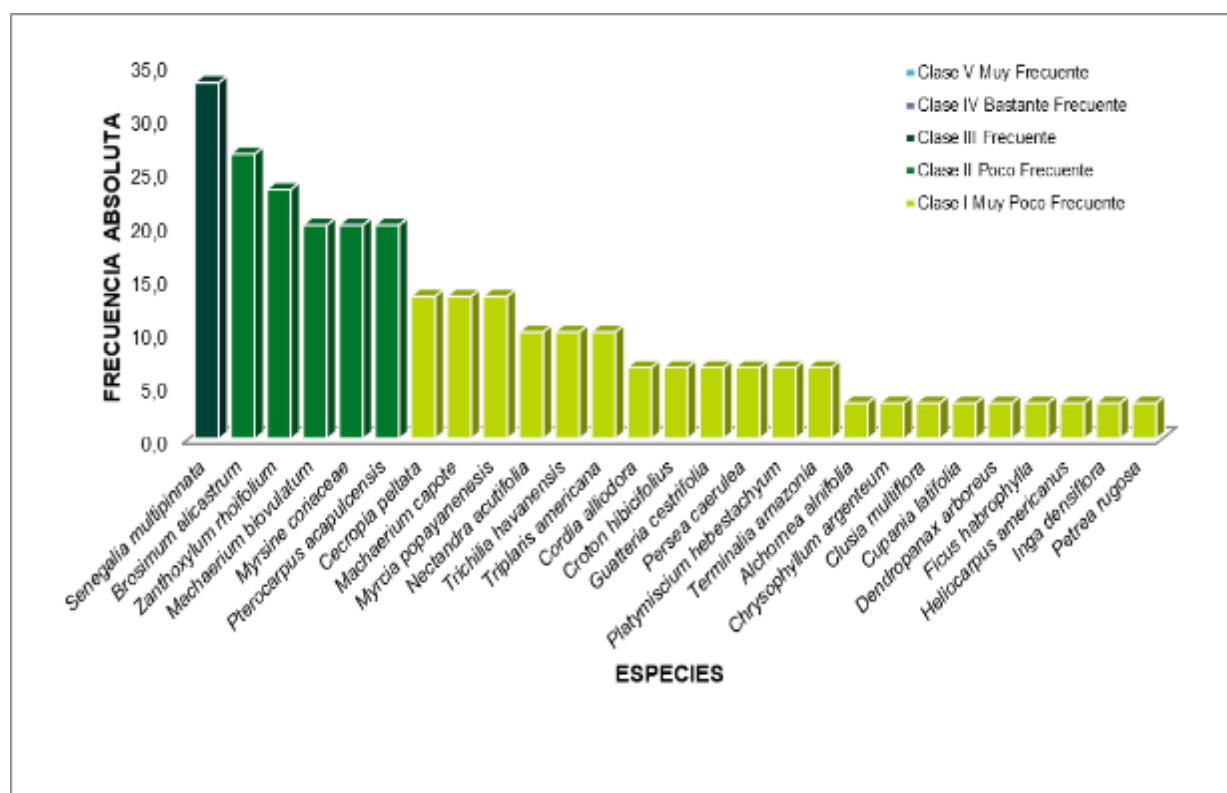


Figura 11-181 Clases de frecuencia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. Se encontró que la especie *Brosimum alicastrum* (Guaimaro) tiene el mayor peso ecológico con un I.V.I. de 44,58%, dado principalmente por su área basal dentro del ecosistema; seguida a esta, se encuentran *Senegalia multipinnata* (I.V.I de 41,15%) y *Zanthoxylum rhoifolium* (I.V.I de 28,89%).

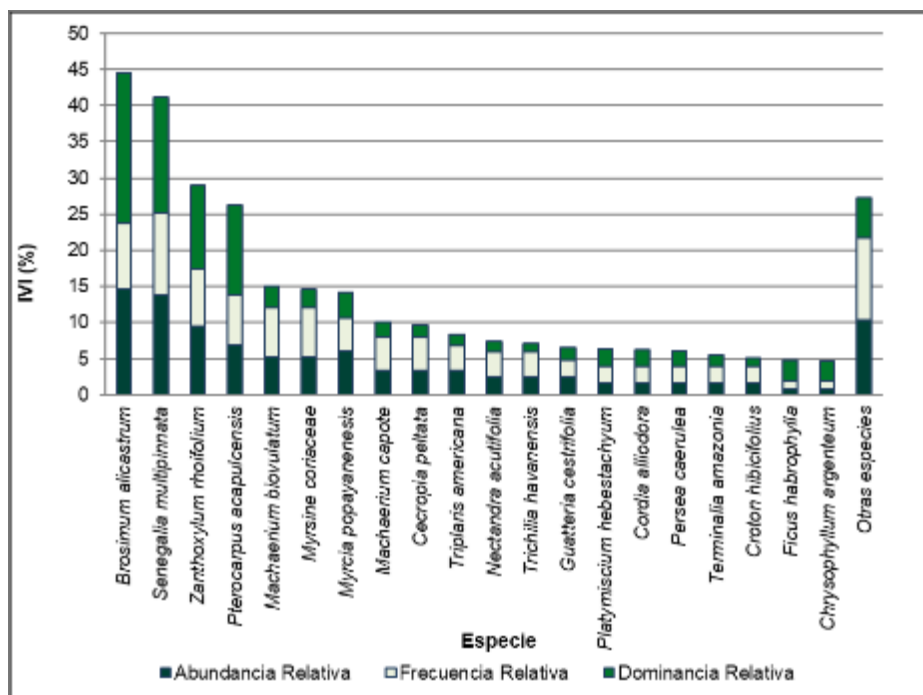


Figura 11-182 Índice de Valor de Importancia Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje "y" y de altura comercial en el eje "x", con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-183**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales superiores a 7 m 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo, como se muestra en la **Figura 11-183** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a las mencionadas, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

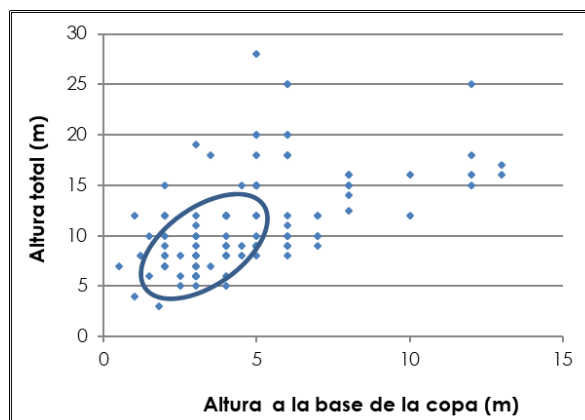


Figura 11-183 Diagrama de Ogawa del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 66,38% (77 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la Figura 11-184, seguido por el estrato arbóreo inferior con el 28,45% (33 individuos); se presenta un único individuo en el estrato arboreo superior, lo que refleja la intervención que se ha generado en el pasado al encontrar solo un individuo de gran porte en el ecosistema.

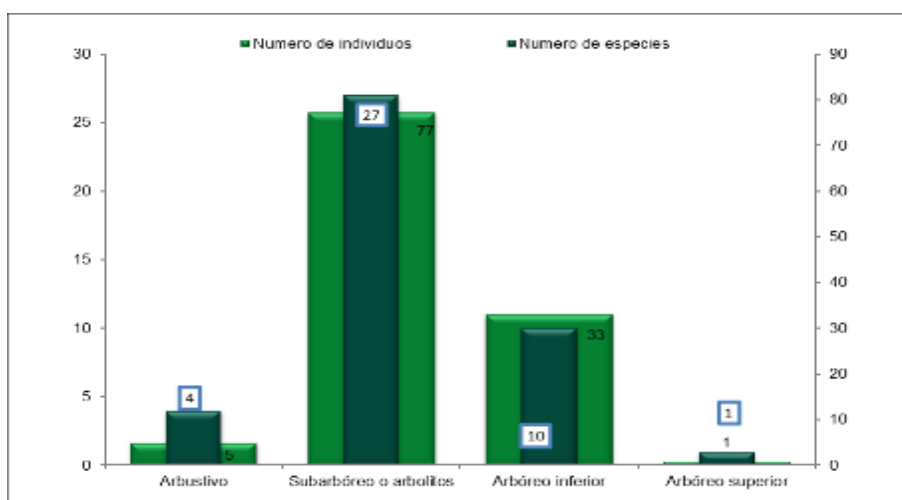


Figura 11-184 Estratificación en la cobertura Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (75% - 84 individuos) agrupados en siete (7) especies, así mismo se encontró que el 25% de los individuos (28 individuos) poseen tendencia al agrupamiento

Tabla 11-136 Distribución espacial de las especies en el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Subandino Catatumbo

ESPECIE	No · IN D.	FRECUEN CIA ABSOLUT A (%)	DENSIDAD ESPERADA	DENSIDAD OBSERVADA	GRADO DE AGREGACIÓ N	CLASIFICACIÓ N
			(De)	(Do)		
Alchornea alnifolia	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Brosimum alicastrum	17	26,667	0,57	0,31	1,83	Especies con Tendencia Agrupamiento
Cecropia peltata	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Chrysophyllum argenteum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Clusia multiflora	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia alliodora	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Croton hibicifolius	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Cupania latifolia	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Dendropanax arboreus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Ficus habrophylla	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Guatteria cestrifolia	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Heliocarpus americanus	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Inga densiflora	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Machaerium biovulatum	6	20,000	0,20	0,22	0,90	Especies Dispersas
Machaerium capote	4	13,333	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas

ESPECIE	No . IN D.	FRECUEN CIA ABSOLUT A (%)	DENSIDAD ESPERADA (De)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	GRADO DE AGREGACIÓ N (Ga)	CLASIFICACIÓ N
Myrcia popayanensis	7	13,333	0,23	0,14	1,63	Especies con Tendencia Agrupamiento
Myrsine coriacea	6	20,000	0,20	0,22	0,90	Especies Dispersas
Nectandra acutifolia	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Persea caerulea	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Petrea rugosa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Platymiscium hebestachyum	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Pterocarpus acapulcensis	8	20,000	0,27	0,22	1,20	Especies con Tendencia Agrupamiento
Senegalia multipinnata	16	33,333	0,53	0,41	1,32	Especies con Tendencia Agrupamiento
Terminalia amazonia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Trichilia havanensis	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Triplaris americana	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
Urera caracasana	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Vismia baccifera	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum caribaeum	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum rhoifolium	11	23,333	0,37	0,27	1,38	Especies con Tendencia Agrupamiento

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo se identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-185**, mostrando una distribución en forma de J invertida, en la que la clase I presenta la mayor cantidad de individuos (50) y van disminuyendo conforme se eleva la clase diamétrica, por lo cual se

infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-137 Estructura diamétrica fustales – Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	50	53,76
0,14	0,18	II	28	30,11
0,18	0,22	III	15	16,13
0,22	0,25	IV	10	10,75
0,26	0,29	V	6	6,45
0,29	0,33	VI	4	4,30
0,33	0,37	VII	2	2,15
0,37	0,41	VIII	1	1,08
TOTAL			116	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

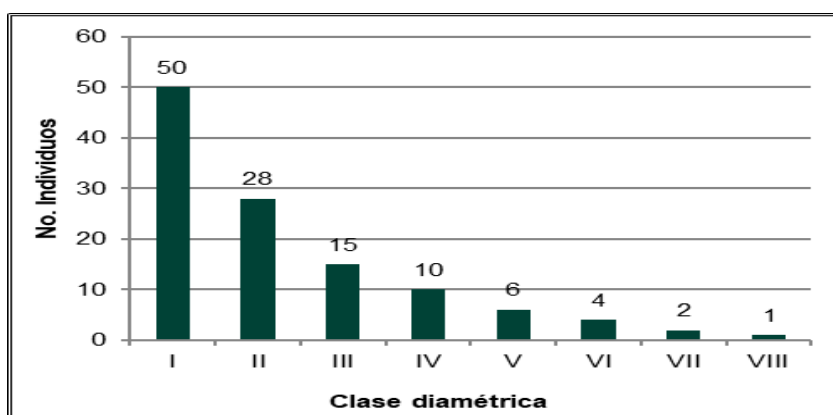


Figura 11-185 Distribución diamétrica Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Regeneración natural Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Composición de la regeneración natural Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Para la regeneración natural del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo se encontraron 79 individuos en estado brinzal distribuidos en 15 familias y 24 especies.

Tabla 11-138 Composición florística de la regeneración natural en Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Euphorbiaceae	Alchornea alnifolia	Bijo	2
	Acalypha macrostachya	Vara Negra/Carrasposo	1
Moraceae	Brosimum alicastrum	Guaimaro	9
Piperaceae	Piper aduncum	Cordoncillo	4
Rutaceae	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	2
	Murraya paniculata	Mirto	1
	Zanthoxylum caribaeum	Zorruno/Sorruno	2
Leguminosae	Machaerium biovulatum	Sietecueros	1
	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	10
	Machaerium capote	Yuco/Yuquero/Yuca	3
	Senegalia multipinnata	Carisencio	1
Cordiaceae	Cordia alliodora	Moncoro/Pardillo	1
Annonaceae	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	3
Lauraceae	Nectandra acutifolia	Loro baboso	2
Melastomataceae	Miconia sp	Morcate	1
	Bellucia grossularioides	Guayaba de pava	1
	Miconia sp.01	Tuno	2
Combretaceae	Terminalia amazonia	Amarillo/Monterrey	1
Primulaceae	Myrsine coriacea	Sebito/Cucharo blanco	8
Meliaceae	Cedrela odorata	Cedro/Cedro rosado	1
	Guarea kunthiana	Trompillo	1
Hypericaceae	Vismia baccifera	Aguacacho/Carate/Manchador	1
Myrtaceae	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	20
Verbenaceae	Petrea rugosa	Penitente	1
Total			79

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margaleft

Tabla 11-139 Índices de diversidad Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo
Familias	20
Especies	30
Individuos	116
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,93
Shannon_Wiener	2,97
Margalef	6,01

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Análisis ecosistema Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo

El ecosistema Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo, presenta 53,32 ha a compensar por parte de las intervenciones del proyecto, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad alta, en donde por cada individuo encontrado se presentan tres especies (Coef. De mezcla 1:3) y presenta un número superior a 5 en el resultado del índice de Margalef señalando al ecosistema como diverso. Se hallaron 116 individuos en 20 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies producto del aprovechamiento selectivo de especies maderables u otros motivos económicos, que explica también la naturaleza de bosque fragmentado que tiene el ecosistema, sin embargo, aún presenta características del bosque original y se evidencia la mezcla de especies típicas de lugares en proceso de sucesión en la composición florística del ecosistema.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo son *Brosimum alicastrum*, *Senegalia multipinnata*, *Zanthoxylum rhoifolium*, *Pterocarpus acapulcensis* y *Machaerium biovulatum*. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Brosimum alicastrum* (Guaimaro), es considerada una especie heliofita durable, dispersada por mamíferos y aves, ampliamente apreciada por la calidad de su madera.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Orobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio a alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las intervenciones en este ecosistema para el cual se hallan individuos fuertemente agrupados en las clases diamétricas I y II.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Myrcia popayanensis* (Sururo), la cual, presentó una gran abundancia (20 individuos) que presenta el 26% del total, correspondiendo a una especie de tipo pionero de alta demanda de luz solar.

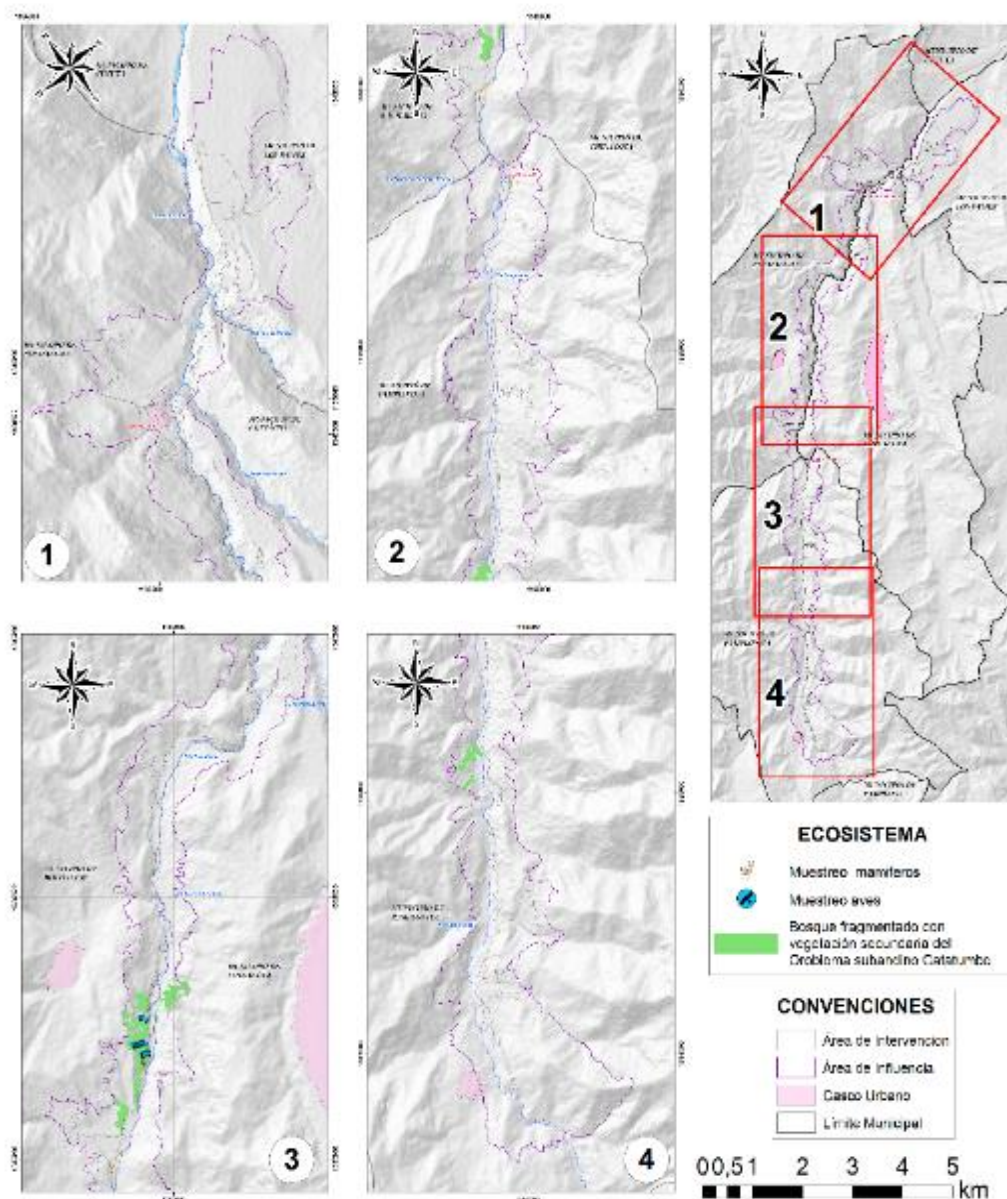


Figura 11-186 Muestreo de fauna en el ecosistema Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Oroboma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para el bosque fragmentado con vegetación secundaria (**Tabla 11-129**), se identificaron 11 especies de mamíferos lo que corresponde al 6% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron siete individuos, distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-140 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	22	1,1	Omn
CINGULATA	Dasypodidae	Dasybus novemcinctus	R	5	0,25	Ins
RODENTIA	Cuniculidae	Cuniculus paca	R/O	1	0,05	Fru
	Dasyproctidae	Dasyprocta punctata	R	2	0,1	Fru
	Cricetidae	<i>Melanomys columbianus</i>	C	1	0,05	Gra
	Cricetidae	<i>Nephelomys sp.</i>	C	1	0,05	Gra
	Sciuridae	Sciurus granatensis	O/R/CT	2	0,1	Fru
CHIROPTERA	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	C/O	2	0,1	Fru
	Phyllostomidae	<i>Desmodus rotundus</i>	C/O	1	0,05	Hem
	Phyllostomidae	<i>Sturnira sp.</i>	C	1	0,05	Fru
CARNIVORA	Canidae	Cerdocyon thous	CT	1	0,05	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presento mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con cuatro familias y cinco especies, seguido por Chiroptera con una familia y una especie. Los órdenes restantes estuvieron representados por una familia y una especie (**Figura 11-172**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, a pesar de ser abundante a nivel nacional, no registró los valores esperados.

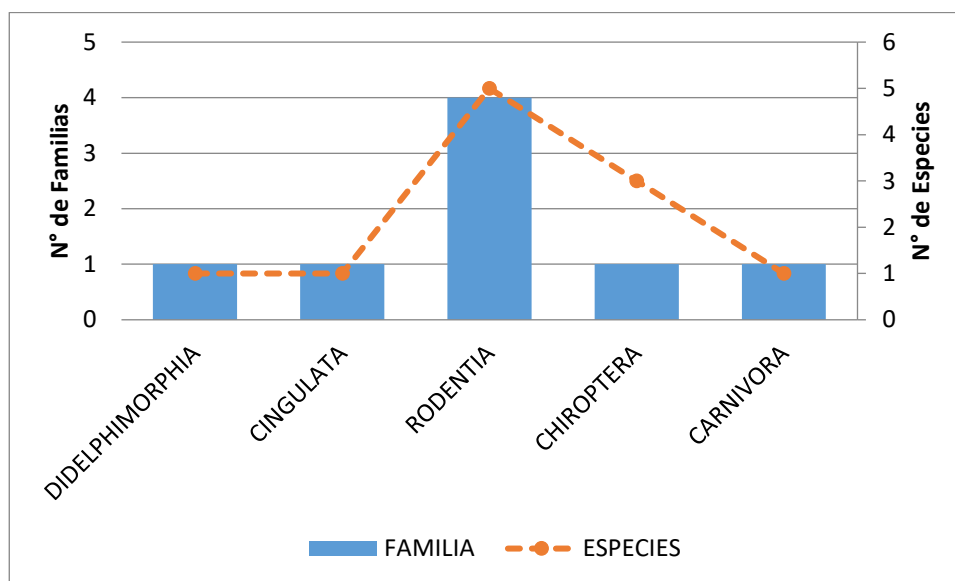


Figura 11-187 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-141 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índice	Bfvs
Taxa S	11
Individuals	39
Dominance D	0,3465
Shannon H	1,607
Simpson 1-D	0,6535
Margalef	2,73
Equitability J	0,6701
Fisher alpha	5,099

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-130**, para el bosque fragmentado con vegetación secundaria se registraron dos especies y siete individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,3465, el cual es un valor alto para este índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de unas pocas especies, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,6701 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,607, Margalef con un valor de 2,73 y alpha de Fisher con un valor de 5,099, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación secundaria del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

El bosque fragmentado con vegetación secundaria, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies

registradas, las cuales pertenecen a cinco estratos: arbustivo/sotobosque (Arb/S) con el 46% de las especies, aéreo (Ae) con el 27% de las especies, arbóreo/arbustivo/sotobosque (Arbo/Arb/S) con el 9%, al igual que para sotobosque (S) y arbustiva (Arb) (**Figura 11-188**).

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

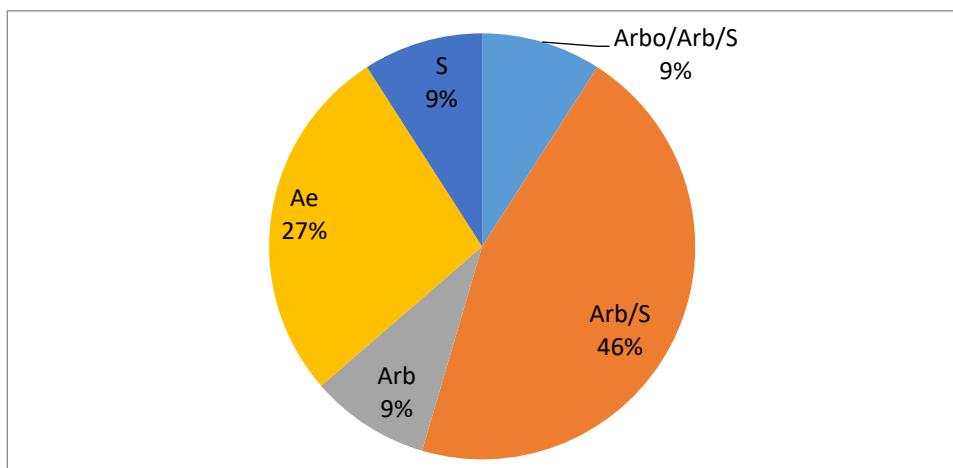


Figura 11-188 Estrato de las especies de mamíferos registradas para el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar

en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-173**, para el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación secundaria se usaron cinco categorías: Omnívoros (Omn), Insectívoros (Ins), Frigívoro (Fru), Granívoro (Gra) y Hematófago (Hem).

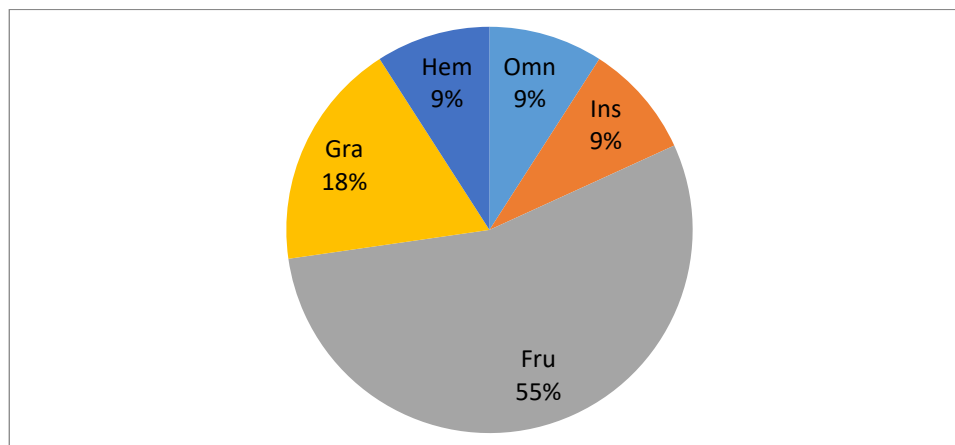


Figura 11-189 Grupos tróficos de los mamíferos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Cuniculus paca*, *Dasyprocta punctata*, *Sciurus granatensis*, *Carollia perspicillata*, *Sturnira sp* y *Cerdocyon thous*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasypus novemcinctus*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En

ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas, sin embargo, se registró una especie *Cerdocyon thous* en el apéndice II la CITES (2017).

Aves

- **Composición y riqueza**

Para el bosque fragmentado con vegetación secundaria, se identificaron 15 especies de aves, además se registraron 25 individuos distribuidos en siete familias y cuatro órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-142 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PICIFORMES	Picidae	Picumnus squamulatus	O/C	1	0,05	Ins
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	1	0,05	Omn
PSITTACIFORMES	Psittacidae	Forpus conspicillatus	O	3	0,15	Her
PASSERIFORMES	Furnariidae	Lepidocolaptes souleyetii	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes cayanensis	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Camptostoma obsoletum	O	4	0,2	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Zimmerius chrysops	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Phyllomyias griseiceps	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	1	0,05	Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Vireonidae	Hylophilus flavipes	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Coereba flaveola	O/C	1	0,05	Nec/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Hemithraupis guira	O	1	0,05	Fru/ Her/ Nec
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator maximus	O	1	0,05	Fru/Her/ Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

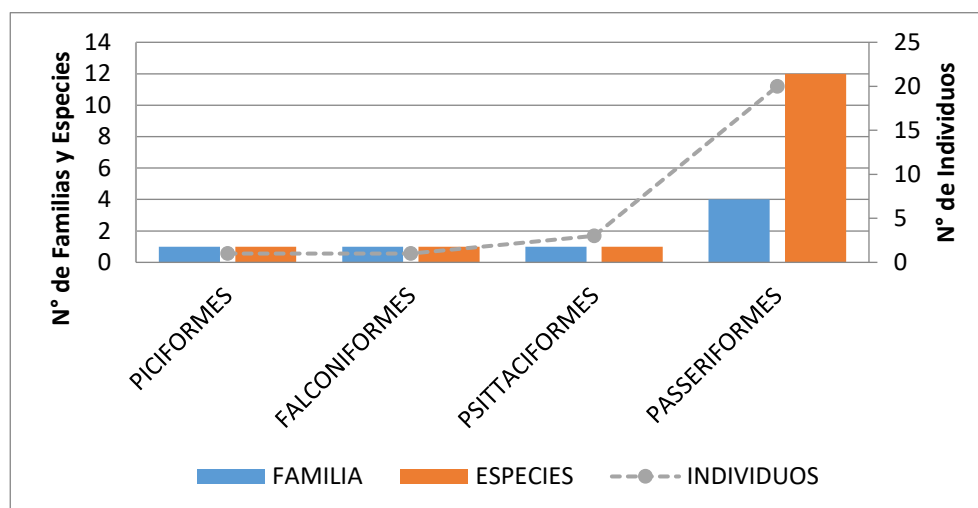


Figura 11-190 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la

disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-143 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Bífs
Taxa S	15
Individuals	25
Dominance D	0,0912
Shannon H	2,546
Simpson 1-D	0,9088
Margalef	4,349
Equitability J	0,9402
Fisher alpha	15,83

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para el bosque fragmentado con vegetación secundaria se registraron 15 especies y 25 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,0912, el cual es un valor muy bajo para este índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de unas pocas especies, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9402 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores altos Shannon con un valor de 2,546, Margalef con un valor de 4,349 y alpha de Fisher con un valor de 15,83, de acuerdo a lo esperado por la cantidad de especies registradas en el ecosistema. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque fragmentado con vgetación secundaria del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005). El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

El bosque fragmentado con vegetación secundaria, al tratarse de un ecosistema con una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (40%).

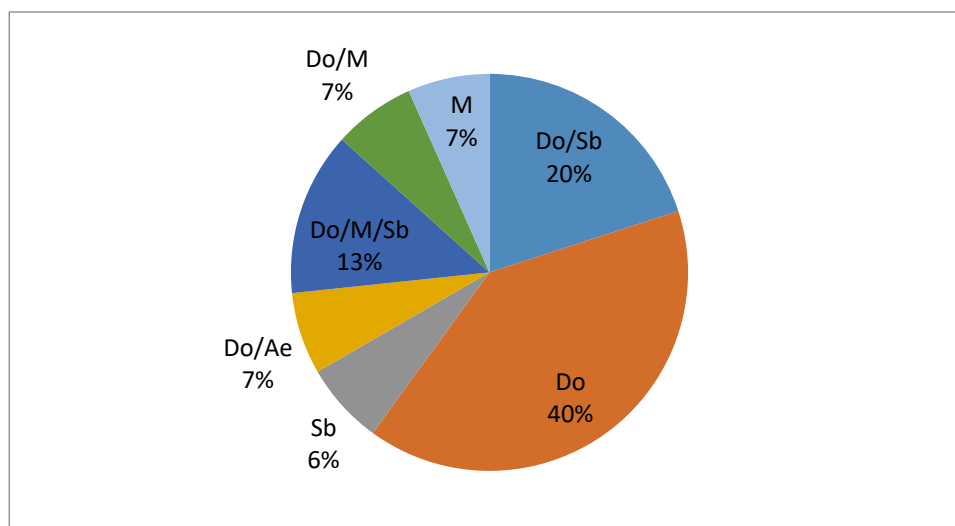


Figura 11-191 Estratificación de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de bosque fragmentado con vegetación secundaria se usaron seis categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carnívoro (Car) y Nectarívoro (Nec).

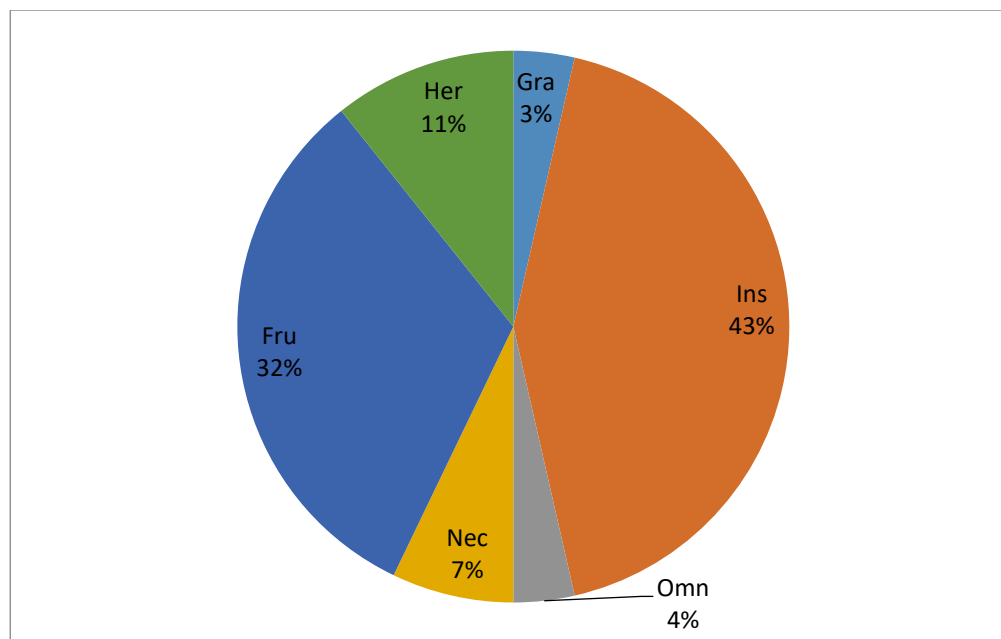


Figura 11-192 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

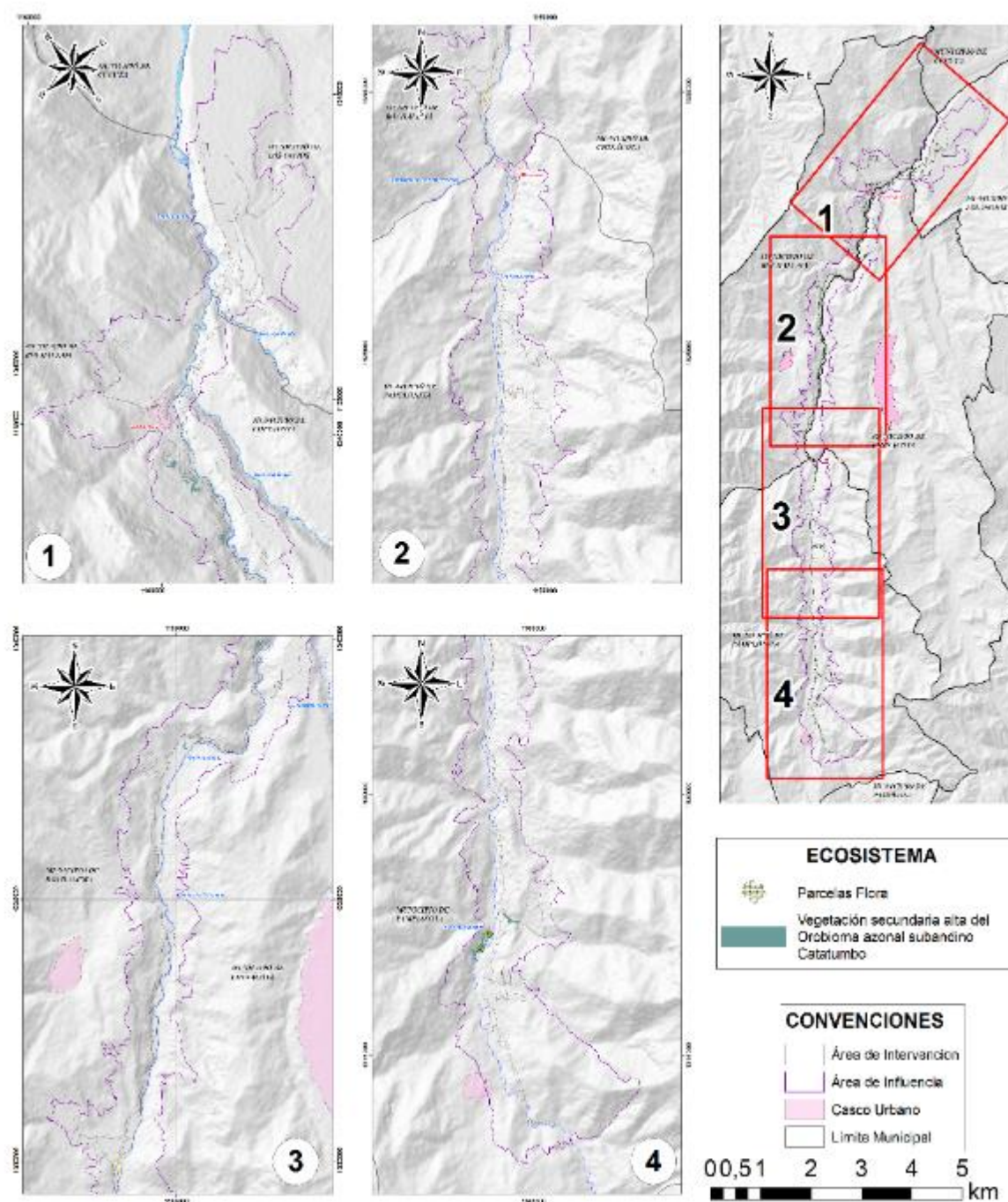
11.2.2.7.9.12 Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía se observa la vista general del ecosistema y la contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora. (Fotografía 11-32).



Fotografía 11-32 Vista de la cobertura vegetal presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019



**Figura 11-193 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del
Orbiomaazonal subandino Catatumbo**

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para la Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal Subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 11-144 Ubicación unidades de muestreo forestal Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	L1	1159107,42	1317321,12	1159130,82	1317358,03
	L2	1158958,00	1317066,00	1158931,00	1317029,00
	L3	1159048,36	1317317,25	1159013,14	1317242,41

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 16 familias, las cuales están representadas por 21 géneros, 23 especies y 96 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-145**, la familia con mayor número de individuos es Sapotaceae con 19 individuos reunidos la especie Chrysophyllum argenteum (Caimito), seguida por la familia Euphorbiaceae y Malvaceae con 13 individuos cada una; la primera con cuatro (4) especies y la segunda con una especie (Heliocarpus americanus).

Tabla 11-145 Composición florística Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Acalypha macrostachya	Acalypha	Euphorbiaceae	Vara negra	1
Chrysophyllum argenteum	Chrysophyllum	Sapotaceae	Caimito	1
Citrus x aurantium	Citrus	Rutaceae	Naranja agrio	2
Clusia multiflora	Clusia	Clusiaceae	Tampaco	1
Croton hibicifolius	Croton	Euphorbiaceae	Mosquero	1
Croton pungens	Croton	Euphorbiaceae	No registra	4

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Cupania latifolia	Cupania	Sapindaceae	Arévalo/guacharaco	9
Dendropanax arboreus	Dendropanax	Araliaceae	Matapalo/candilero	18
Ficus obtusifolia	Ficus	Moraceae	Uvo	4
Guateria cestriifolia	Guatteria	Annonaceae	Loro/loro amarillo	2
Heliocarpus americanus	Heliocarpus	Malvaceae	Magua/majao/majamorro/majagua	2
Inga psittacorum	Inga	Leguminosae	Guamo chinivo	16
Manguifera indica	Mangifera	Anacardiaceae	Mango	2
Montanoa quadrangularis	Montanoa	Asteraceae	Anime	2
Myrsine coriacea	Myrsine	Primulaceae	Sebito/cucharo blanco	1
Persea caerulea	Persea	Lauraceae	Curomacho/aguacatillo	2
Senna robinifolia	Senna	Leguminosae	Alcaparro	5
Toxicodendron striatum	Toxicodendron	Anacardiaceae	Sarno/palo sarno	3
Trichilia havanensis	Trichilia	Meliaceae	Palomito	2
Urera caracasana	Urera	Urticaceae	Ortigo	2
Vismia baccifera	Vismia	Hypericaceae	Aguacacho/carate/manchador	4
Zanthoxylum rhoifolium	Zanthoxylum	Rutaceae	Tachuelo	3
Total				89

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-146 Parámetros estructurales Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	IVI (%)
Acalypha macrostachya	1	1,01	0,01	0,42	1	3,33	1,49	2,92
Alchornea sp	2	2,02	0,03	1,06	2	6,67	2,99	6,07
Chrysophyllum argenteum	19	19,19	0,54	21,68	8	26,67	11,94	52,81
citrus x aurantium	1	1,01	0,02	0,68	1	3,33	1,49	3,18
Clusia multiflora	1	1,01	0,02	0,77	1	3,33	1,49	3,27

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
Croton hibicifolius	9	9,09	0,16	6,41	5	16,67	7,46	22,96
Croton pungens	1	1,01	0,01	0,44	1	3,33	1,49	2,94
Cupania latifolia	3	3,03	0,23	9,13	3	10,00	4,48	16,63
Dendropanax arboreus	8	8,08	0,21	8,48	6	20,00	8,96	25,51
Ficus obtusifolia	1	1,01	0,06	2,51	1	3,33	1,49	5,02
Guateria cestriifolia	1	1,01	0,04	1,67	1	3,33	1,49	4,17
Heliocarpus americanus	13	13,13	0,39	15,69	10	33,33	14,93	43,74
Inga psittacorum	3	3,03	0,05	1,92	2	6,67	2,99	7,94
Manguifera indica	1	1,01	0,05	2,00	1	3,33	1,49	4,51
Montanoa quadrangularis	1	1,01	0,01	0,35	1	3,33	1,49	2,85
Myrsine coriacea	2	2,02	0,04	1,59	2	6,67	2,99	6,60
Persea caerulea	4	4,04	0,18	7,44	4	13,33	5,97	17,45
Senna robinifolia	8	8,08	0,11	4,48	3	10,00	4,48	17,04
Toxicodendron striatum	1	1,01	0,01	0,49	1	3,33	1,49	2,99
Trichilia havanensis	12	12,12	0,19	7,76	7	23,33	10,45	30,33
Urera caracasana	4	4,04	0,06	2,36	4	13,33	5,97	12,37
Vismia baccifera	1	1,01	0,03	1,34	1	3,33	1,49	3,85
Zanthoxylum rhoifolium	2	2,02	0,03	1,34	1	3,33	1,49	4,86
Total	99	100,00	2,70	86,63	-	223,33	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo Se estima una densidad de 330 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 99 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-194**, para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Chrysophyllum argenteum (Caimito) con el 19.19%, equivalente a 19 individuos, seguida por Heliocarpus americanus (Balso) con el 13.13% equivalente a 13 individuos y por Trichilia havanensis (Palomito) con el 12.12%, equivalente a 12 individuos.

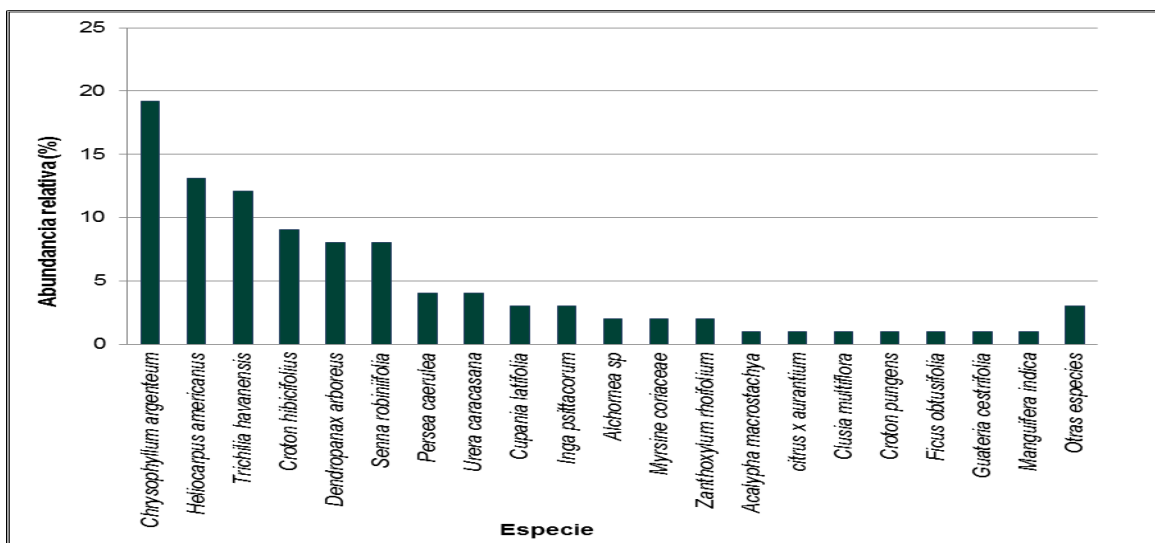


Figura 11-194 Abundancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a Chrysophyllum argenteum (Caimito) con el 21.68%, seguida por Heliocarpus americanus (Balso) con el 15.68% y por cupania latifolia con el 9%.

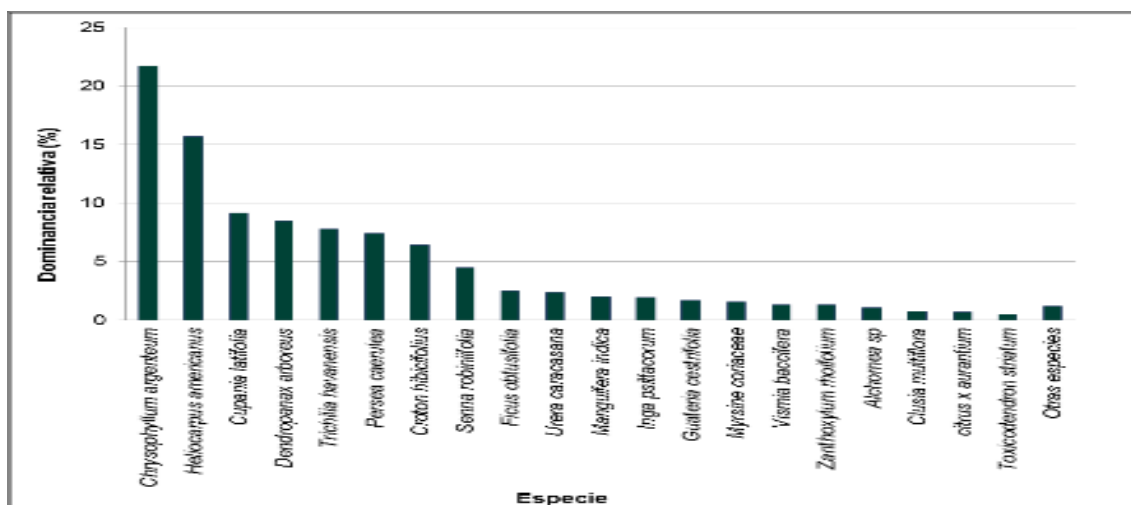


Figura 11-195 Dominancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se establecieron en total 30 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Heliocarpus americanus* (Balso) con el 14.93%, seguida por *Chrysophyllum argenteum* (Caimito) con el 11.94 y por *Trichilia havanensis* (Palomito) con el 10.45%.

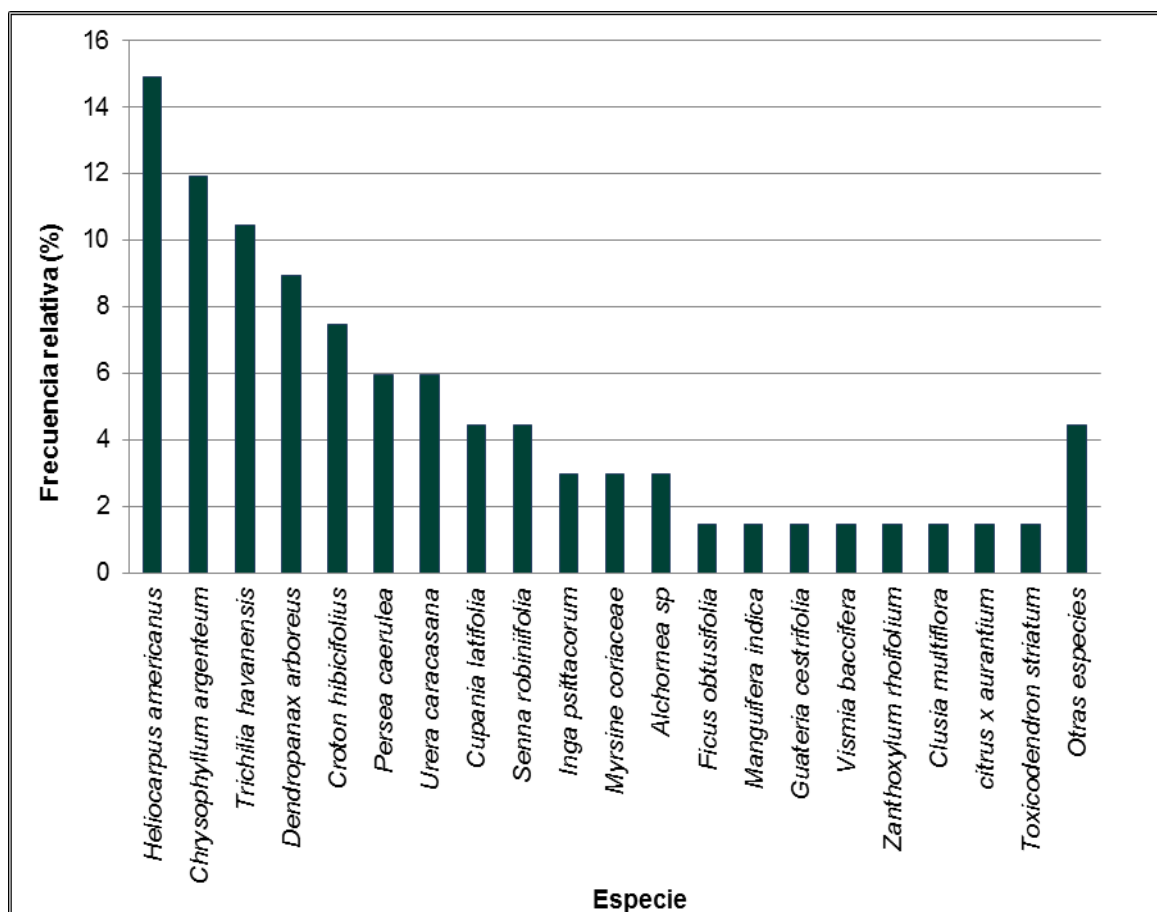


Figura 11-196 Frecuencia relativa Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia, cuatro (4) especie pertenecen a la clase II- Poco Frecuente (*Heliocarpus americanus*, *Chrysophyllum argenteum*, *Trichilia havanensis* y *Dendropanax arboreus*), las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo.

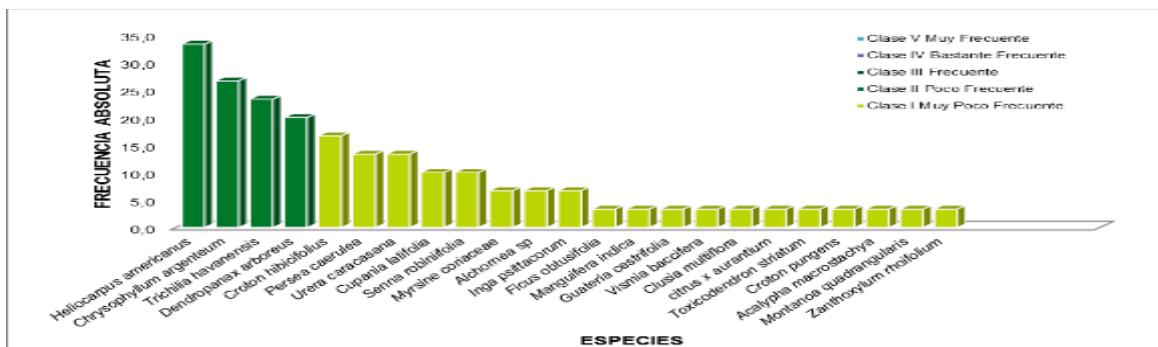


Figura 11-197 Clases de frecuencia Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: *Chrysophyllum argenteum* (Caimito) con el 52.81%, seguida por *Heliocarpus americanus* (Balso) con el 43.74% y por *Trichilia havanensis* (Palomito) con el 30.33%.

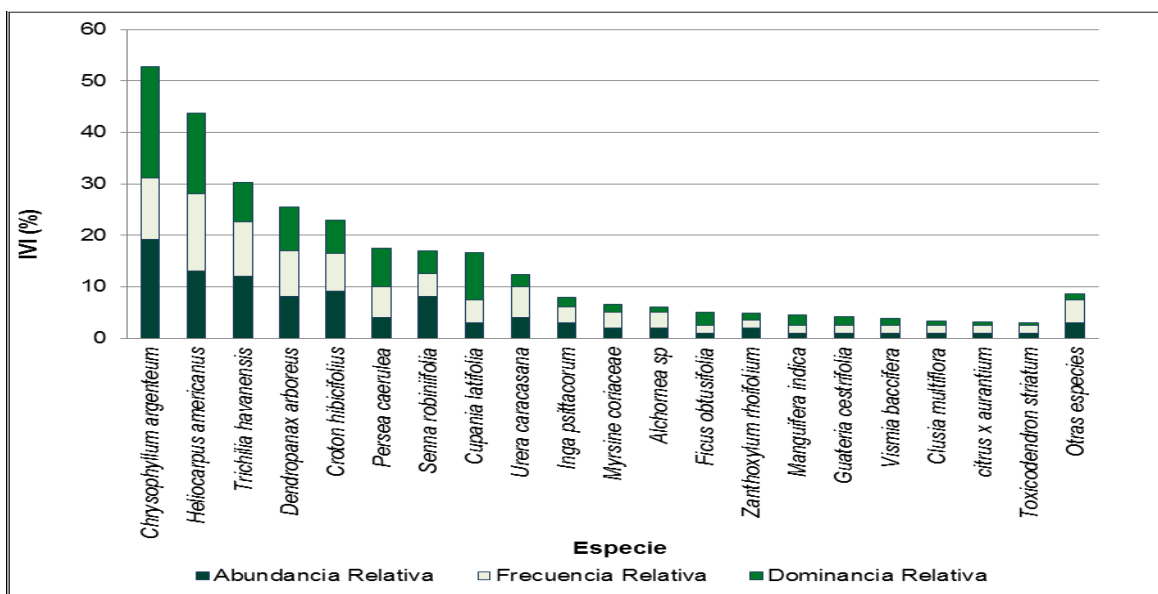


Figura 11-198 Índice de Valor de Importancia Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para el eje “y” y de altura comercial en el eje “x”, con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-199** se muestra el diagrama de Ogawa para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos evidencia muy poca estratificación, por la tendencia paralela al eje de abscisas, que correspondería a sucesiones tempranas por la naturaleza de la cobertura que compone el ecosistema, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 13 m y alturas comerciales entre 2 m y 5 m., sin embargo como se muestra en la **Figura 11-199** se cuenta con la presencia de individuos aislados con alturas comerciales y totales mayores a 10 metros y 3 metros respectivamente, dicho comportamiento muestra que este es un ecosistema que ha sufrido intervenciones antropicas, donde se ha realizado la extracción de individuos de manera selectiva.

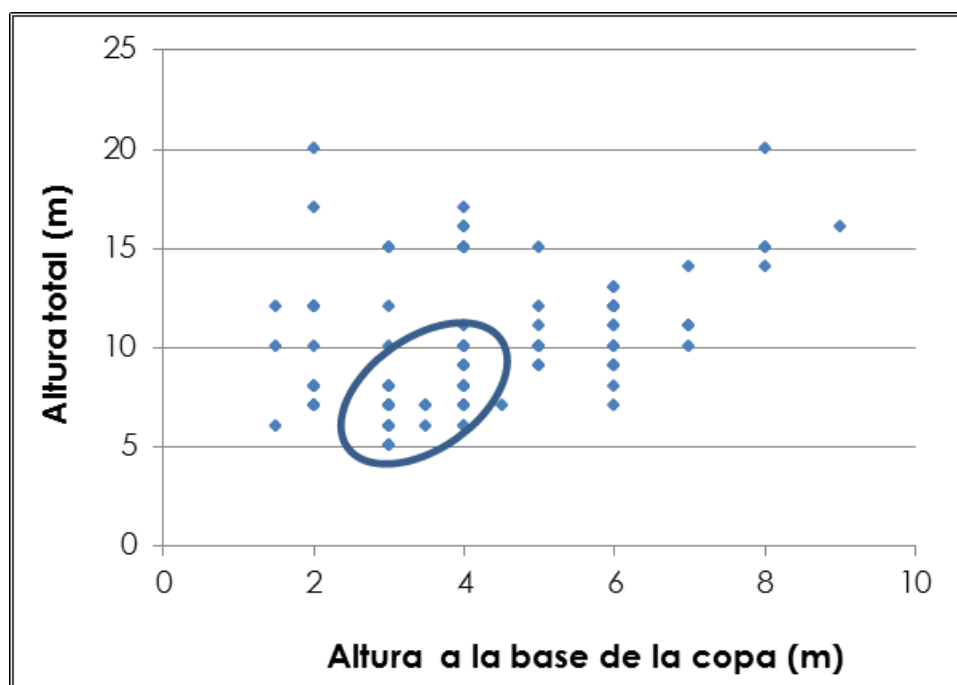


Figura 11-199 Diagrama de Ogawa del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura el que presenta más abundancia con una representatividad del 77.77% (77 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-200**, seguido por el estrato Arboreo inferior con el 20.20% (20 individuos); por su parte, el arbustivo presenta solo 2 individuos y el arbóreo superior no registró ningún árbol.

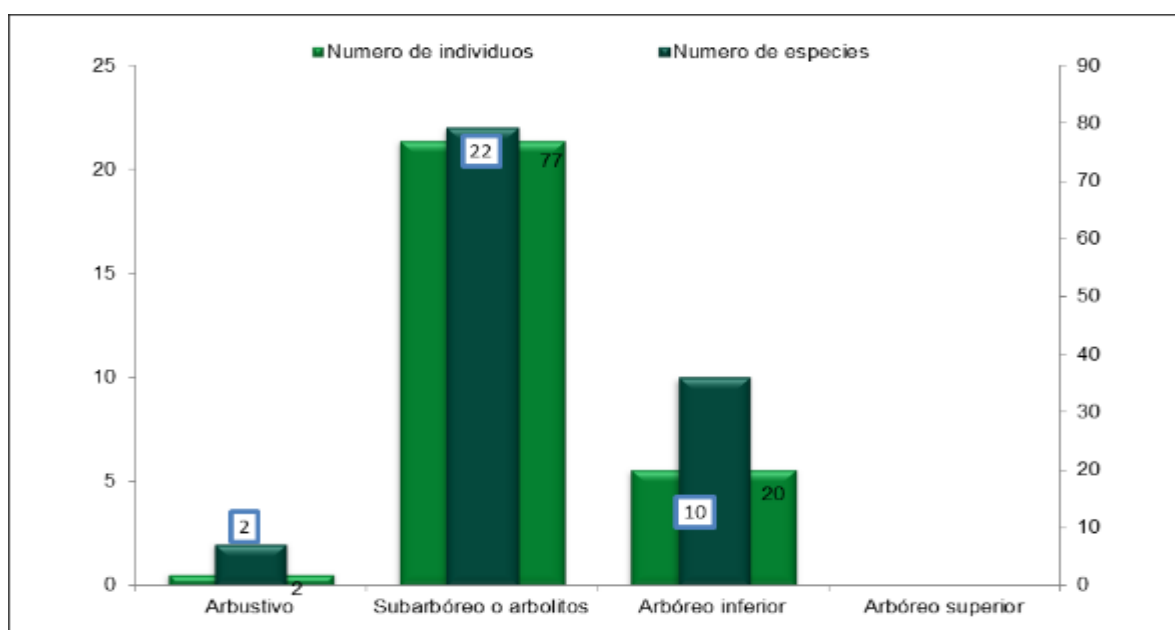


Figura 11-200 Estratificación en la cobertura Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (25.25% - 25 individuos), así mismo se encontró que el 50% de los individuos (49 individuos) poseen tendencia al agrupamiento, por último, 25.25% de los individuos (25) se ubican en el grado de agregación como especies agrupadas

Tabla 11-147 Distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Oroboma Azonal Subandino Catatumbo

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD OBSERVADA	DENSIDAD ESPERADA	GRADO DE AGREGACIÓN	CLASIFICACIÓN
			(Do)	(De)	(Ga)	
Persea caerulea	4	13,33	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Urera caracasana	4	13,33	0,13	0,14	0,93	Especies Dispersas
Cupania latifolia	3	10,00	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas
Myrsine coriacea	2	6,67	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Alchornea sp	2	6,67	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Ficus obtusifolia	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Manguifera indica	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Guateria cestrifolia	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Vismia baccifera	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Clusia multiflora	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
citrus x aurantium	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Toxicodendron striatum	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Croton pungens	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Acalypha macrostachya	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Montanoa quadrangularis	1	3,33	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Heliocarpus americanus	13	33,33	0,43	0,41	1,07	Especies con Tendencia Agrupamiento
Dendropanax arboreus	8	20,00	0,27	0,22	1,20	Especies con Tendencia Agrupamiento
Inga psittacorum	3	6,67	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia havanensis	12	23,33	0,40	0,27	1,51	Especies con Tendencia Agrupamiento
Croton hibicifolius	9	16,67	0,30	0,18	1,65	Especies con Tendencia Agrupamiento
Zanthoxylum rhoifolium	2	3,33	0,07	0,03	1,97	Especies con Tendencia Agrupamiento
Chrysophyllum argenteum	19	26,67	0,63	0,31	2,04	Especies Agrupadas
Senna robiniifolia	8	10,00	0,27	0,11	2,53	Especies Agrupadas

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se identificaron siete (7) clases diamétricas como se observa en la **Figura 11-201**, mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores. La clase VII no presentó individuos probablemente por el aprovechamiento selectivo.

Tabla 11-148 Estructura diamétrica fustales – Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,14	I	48	51,61
0,14	0,18	II	24	25,81
0,18	0,22	III	8	8,60
0,22	0,27	IV	10	10,75
0,27	0,31	V	4	4,30
0,31	0,35	VI	4	4,30
0,35	0,39	VII	0	0,00
0,39	0,43	VIII	1	1,08
TOTAL			99	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

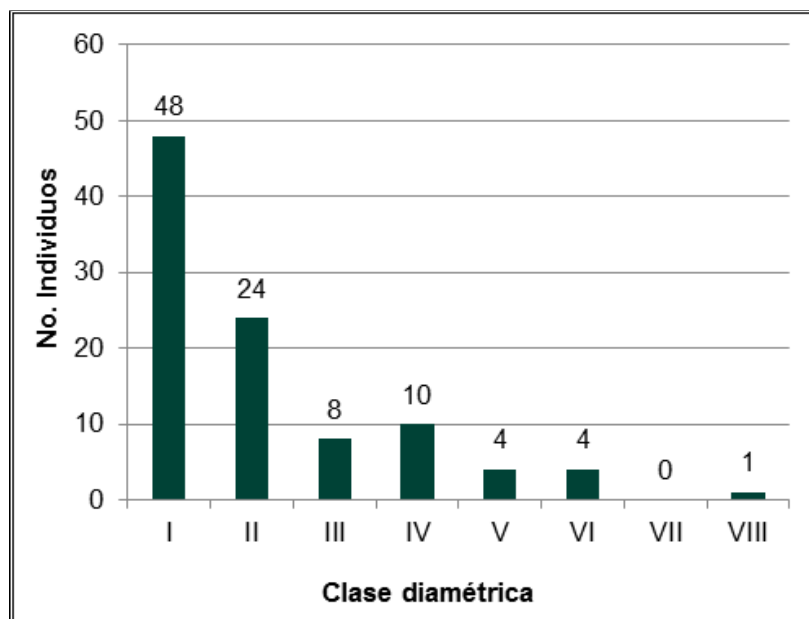


Figura 11-201 Distribución diamétrica Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Composición de la regeneración natural Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Para la regeneración natural del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se encontraron 91 individuos (28 en estado latizal y 63 en estado brinzal) distribuidos en 17 familias y 20 especies.

Tabla 11-149 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
Euphorbiaceae	Croton hibicifolius	Mosquero	2
	Alchornea grandiflora	No registra	5
Meliaceae	Trichilia havanensis	Palomito	10
Moraceae	Ficus obtusifolia	Uvo	2
Myrtaceae	Psidium guajava	Guayabo	1
	Syzygium jambos	Pomarroso	3
Piperaceae	Piper aduncum	Cordoncillo	12
	Piper hispidum	Cordoncillo4	10
Sapindaceae	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	16
Urticaceae	Urera caracasana	Ortigo hembra	3
Urticacea	Urera baccifera	Ortigo	1
Lauraceae	Persea caerulea	Curomacho/Aguacatillo	2
Leguminosae	Senna bacillaris	Frijolito	1
Araliaceae	Dendropanax arboreus	Matapalo/Candilero	1
Salicaceae	Salix humboldtiana	sauce playero	4
Sapotaceae	Chrysophyllum argenteum	Caimito	4
Solanaceae	Acnistus arborescens	Totoco	5
Clusiaceae	Clusia multiflora	Tampaco	5
Cannabaceae	Trema micrantha	Trema micrantha	2
Acanthaceae	Trichanthera gigantea	Yatago/Madreagua	2
Total			91

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-150 Índices de diversidad Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	16
Especies	23
Individuos	99
Coeficiente de mezcla	1:2
Dominancia de Simpson	0,90
Shannon_Wiener	2,64
Margalef	4,78

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Análisis ecosistema Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

El ecosistema Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, tiene un área de 15,02 ha para compensar por el proyecto. Su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico mostró que el índice de Margalef arrojó un valor de 7,8, infiriéndose que la cobertura presenta alta diversidad de especies ya que es un resultado que se acerca mucho a 5, límite que refleja una alta heterogeneidad según Margalef. Se aprecia también que la probabilidad de que dos individuos muestreados al azar pertenezcan a la misma especie es del 90% según el índice de Simpson. Por lo anterior, se infiere que el bosque presenta una composición heterogénea en un proceso de sucesión intermedia.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte medio donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas entre 5 y 12 m, en donde los estratos que predominan se constituyen dentro de la parte subarbórea del bosque, en el cual no se registró ningún individuo en el estrato arbóreo superior, esto por las características naturales del ecosistema estudiado pues es un bosque secundario en proceso de sucesión. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las dinámicas antrópicas como talas selectivas en este ecosistema para el cual se hallan individuos agrupados en las clases diamétricas I, II y III, además no existen individuos dentro de la clase diamétrica VII.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Vegetación Secundaria Alta del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo son *Chrysophyllum argenteum*, *Heliocarpus americanus*, *Trichilia havanensis*, *Dendropanax arboreus* y *Croton hibicifolius*, presentando valores equitativos entre los tres parámetros que evalúa el IVI. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura *Chrysophyllum argenteum* (Caimito) de requerimientos altos de luz solar, por lo que se evidencia la intervención que ha tenido el ecosistema.

En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Cupania latifolia*, la cual fue la especie más abundante (16 individuos), correspondiendo a una especie de tipo heliofito muy frecuente en bordes de bosques y en bosques de tipo secundario.

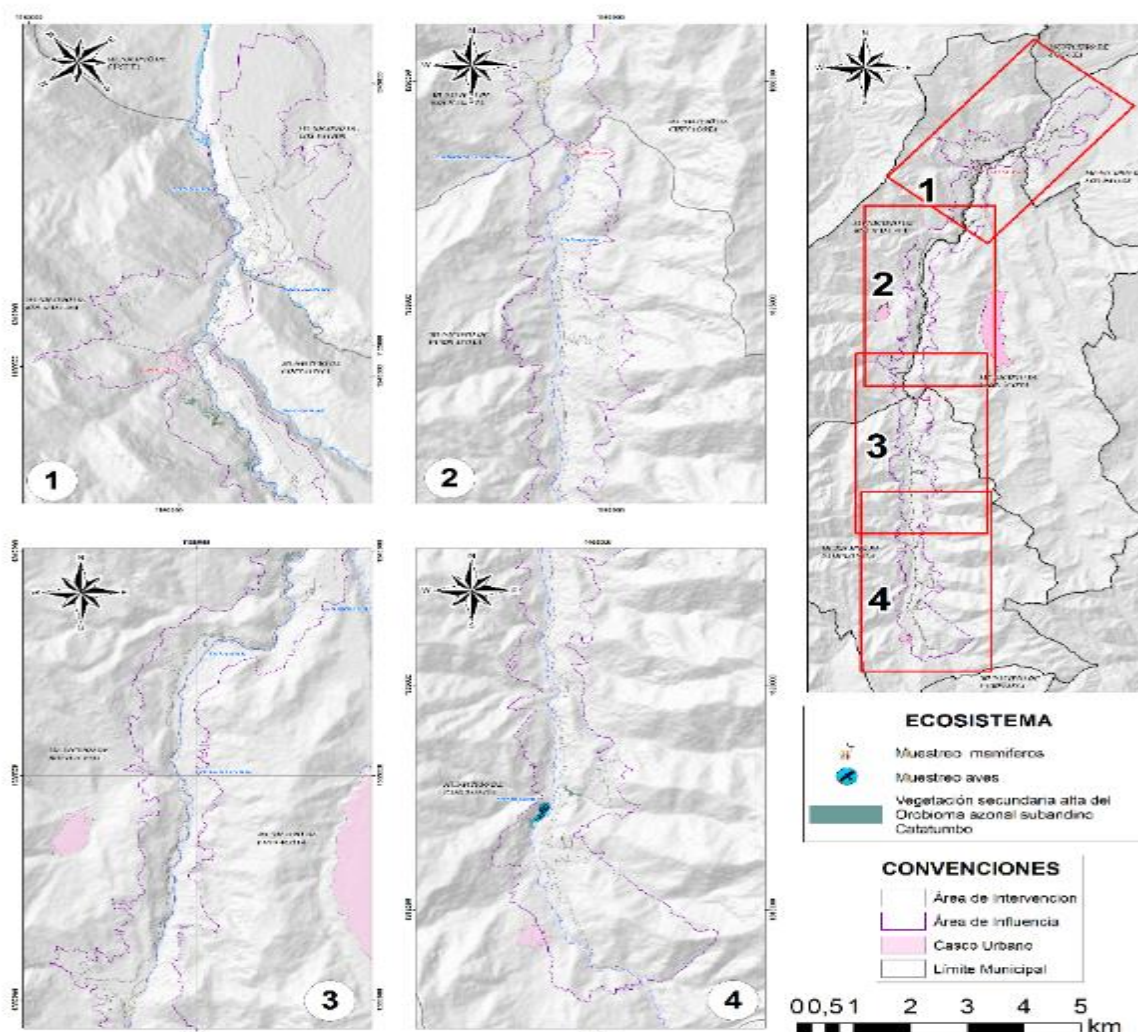


Figura 11-202 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para la vegetación secundaria alta (**Tabla11-151**), se identificó una especie de mamífero lo que corresponde al 0,5% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron siete individuos, distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Esta especie fue registrada durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla11-151 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia total	Abundancia relativa	Grupo trófico
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	3	0,15	Omn

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-152 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índices	Vsa
Taxa S	1
Individuals	3
Dominance D	1
Shannon H	0
Simpson 1-D	0
Margalef	0
Equitability J	
Fisher alpha	0,5252

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-152**, para la Vegetación secundaria alta solamente se registró una especie *Didelphis marsupialis* con tres individuos, por lo anterior no es posible realizar un análisis de diversidad robusto, puesto que con la información actual los resultados obtenidos asumirían una dominancia alta por parte de una sola especie y una diversidad baja.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de Vegetación secundaria alta del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de la especie registrada, la cual pertenece al estrato: arbóreo/arbustivo/suelo (Arbo/Arb/S) con el 100% de las especies, sin embargo, se esperarían encontrar otras especies haciendo uso de los nichos ofrecidos en los demás estratos de la vegetación arbórea.

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el

caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de Vegetación secundaria alta se usó una categoría: Omnívoros (Omn).

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. Este gremio estuvo representado por la especie *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

○ Composición y riqueza

Para el bosque denso bajo de tierra firme (**Tabla 11-151**), se identificaron 32 especies de aves, además se registraron 61 individuos distribuidos en 13 familias y seis órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-153 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
TINAMIFORMES	Tinamidae	Crypturellus soui	O	2	0,1	Gra /Fru/ Ins
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	2	0,1	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Piaya cayana	O	2	0,1	Ins
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	1	0,05	Ins /Car
PICIFORMES	Picidae	Picumnus squamulatus	O/C	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Thamnophilidae	Thamnophilus doliatus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Cranioleuca subcristata	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	4	0,2	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Camptostoma obsoletum	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia chiriquensis	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Empidonax alorum	O	1	0,05	Ins /Fru /Nec
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Megarynchus pitangua	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tolmomyias flaviventris	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	4	0,2	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Ramphocelus dimidiatus	O/C	4	0,2	Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara girella	O	1	0,05	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis palmarum	O	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Cissopis leverianus	O	2	0,1	Gra/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Coereba flaveola	O/C	3	0,15	Nec/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanicollis	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus tristriatus	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga fusca	O	1	0,05	Ins/ Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992). En el presente ecosistema este orden presentó ocho familias y 27 especies. Los demás órdenes presentaron una familia y una especie (**Figura 11-203**).

Dentro del orden Passeriformes, la familia que presentó la mayor riqueza fue Tyrannidae (Atrapamoscas), de la cual se registraron ocho especies y 17 registros. Dentro de este orden también se destacan Thraupidae (Tangaras), con siete especies y 15 registros (**Figura 11-203**).

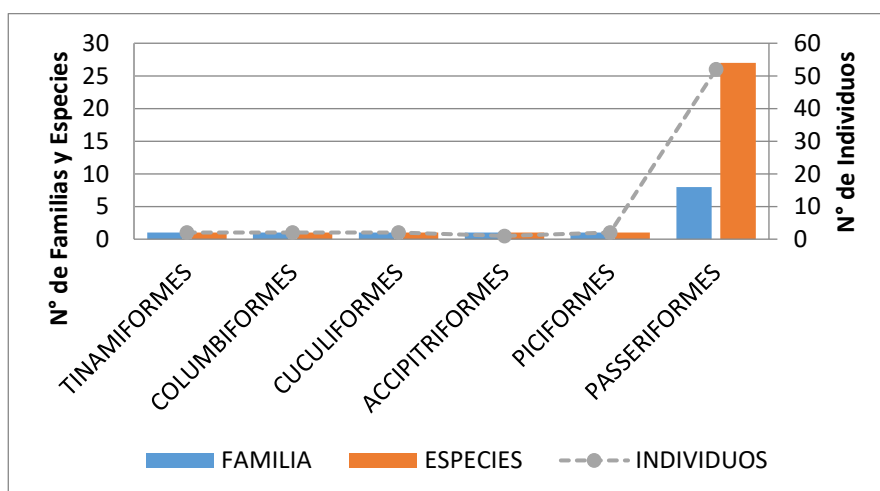


Figura 11-203 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-154 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Vsa
Taxa S	27
Individuals	52
Dominance D	0,0466
Shannon H	3,175
Simpson 1-D	0,9534
Margalef	6,58
Equitability J	0,9632
Fisher alpha	22,62

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-152**, para la vegetación secundaria alta se registraron 27 especies y 52 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,0466, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9632 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores altos para Shannon con un valor de 3,175, Margalef con un valor de 6,58 y alpha de Fisher con un valor de 22,62, concordando con lo esperado.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme del orobioma azonal subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005).

El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las

restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (37%), seguido de las especies de hábitos de dosel/sotobosque (Do/Sb) (18%), dosel/medio (Do/M) (15%), y dosel/medio/sotobosque (Do/M/Sb) (11%). Por último, los hábitos restantes estuvieron representados por menos del 7% (**Figura 11-204**).

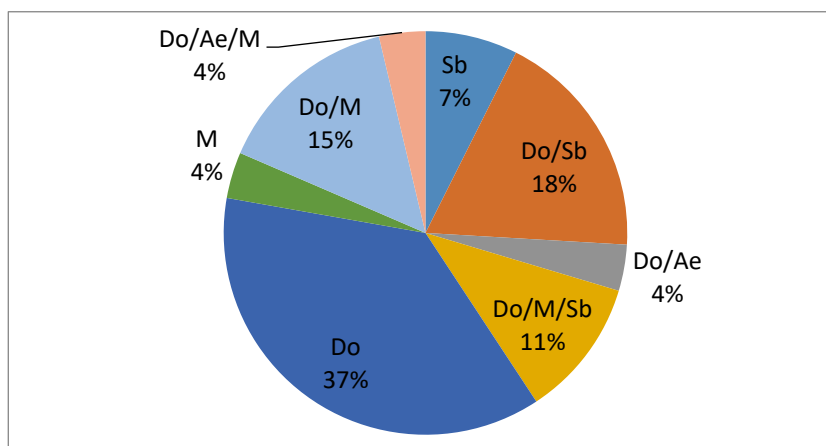


Figura 11-204 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Como se presenta en la **Figura 11-205**, para el ecosistema de vegetación secundaria alta se usaron seis categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carnívoro (Car) y Nectarívoro (Nec).

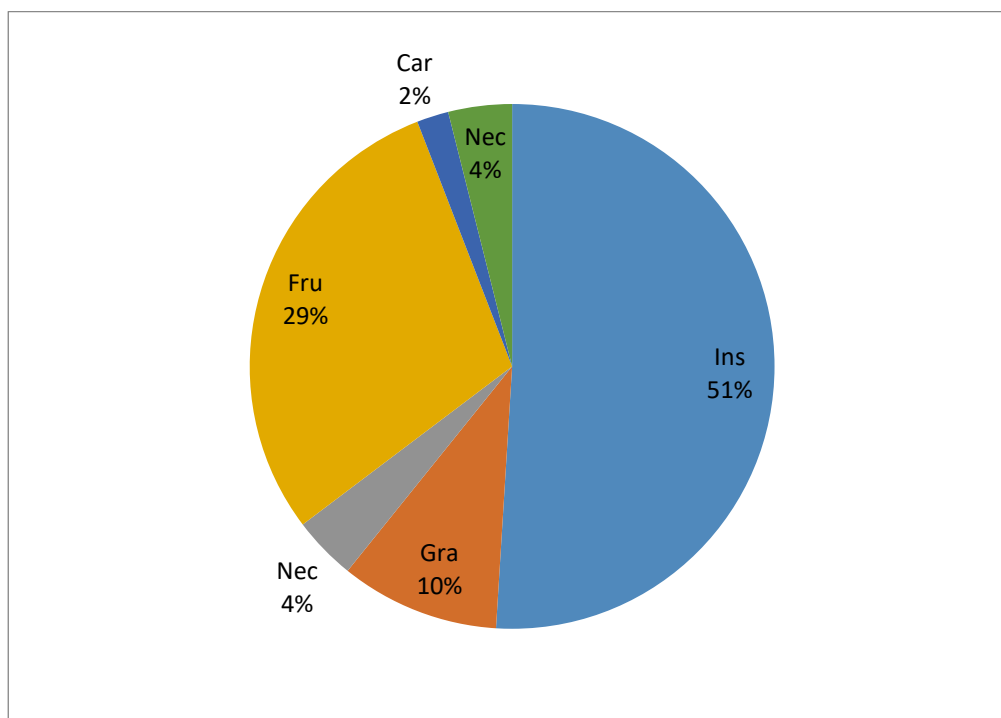


Figura 11-205 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos. Algunas de las especie registrada fueron: Megarynchus pitangua, Tolmomyias flaviventris y Tyrannus melancholicus

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este

tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Algunas de las especies registradas fueron: *Crypturellus soui*, *Atalotriccus pilaris* y *Elaenia flavogaster*.

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo. Algunas de las especies registradas fueron: *Leptotila verreauxi* y *Cissopis leverianus*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.13 Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar (Fotografía 11-33), en la Fotografía se observa la vista general de la cobertura vegetal del ecosistema y la **Figura 11-206** contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-33 Cobertura vegetal representativa del ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

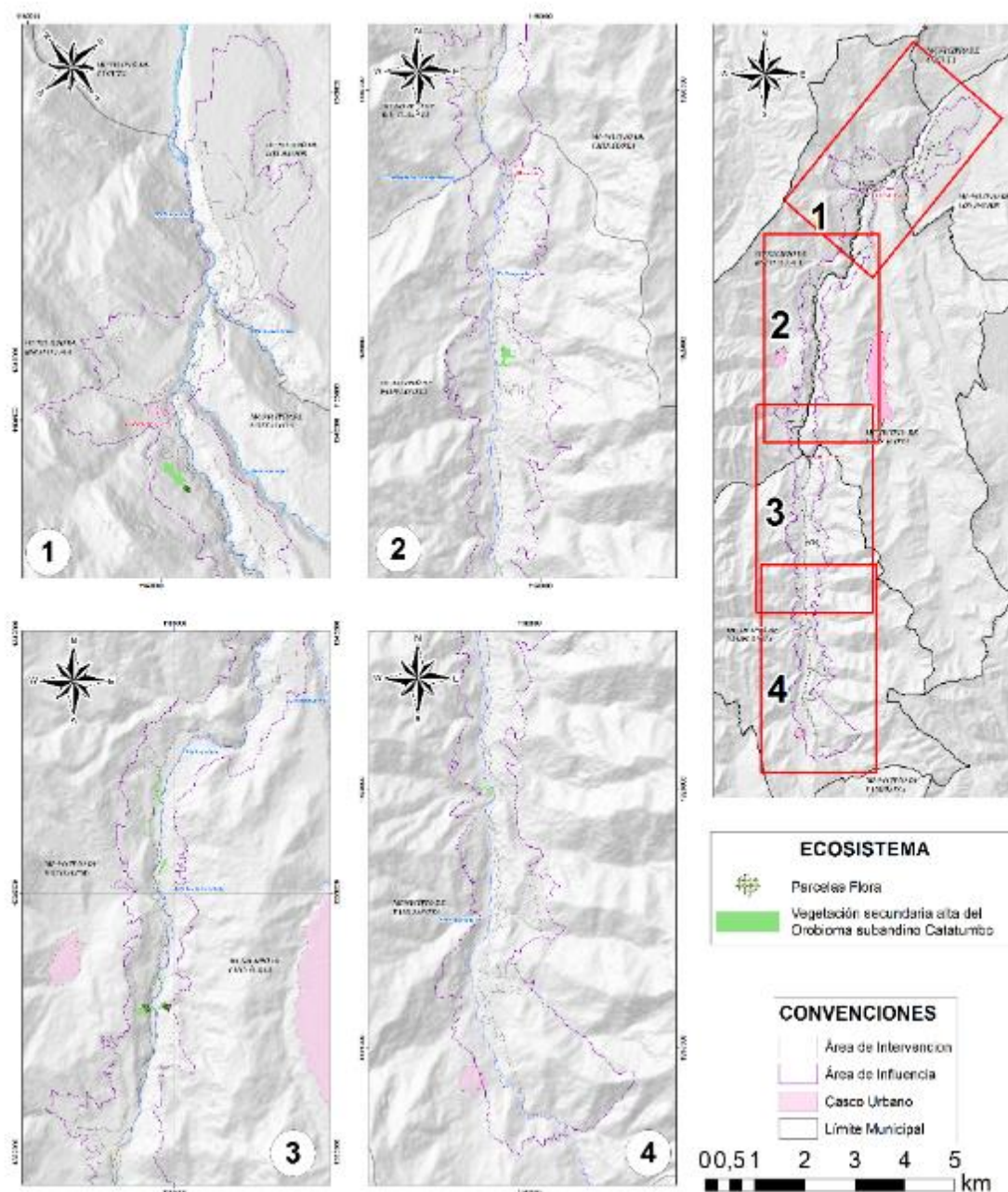



Figura 11-206 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Para la Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información

 Unión Vial Río Pamplonita <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

se analizaron los individuos en estado fustal (DAP \geq 10cm) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Tabla 11-155 Ubicación unidades de muestreo forestal vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	M1	1159863,07	1332791,39	1159817,32	1332804,29
	M2	1159434,00	1332764,00	1159406,00	1332808,00
	M3	1161666,00	1341011,00	1161672,04	1340970,24

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 20 familias, 32 géneros los cuales están representadas por 33 especies y 130 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-156**, la familia con mayor número de individuos es Leguminosae con 35 individuos, los cuales pertenecen a siete especies, donde Senegalia multipinnata es la más abundante con 12 individuos, seguida por las familias Meliaceae y Moraceae cada una con 21 y 19 individuos correspondientes a tres y dos especies, le sigue en orden de abundancia la familia Malvaceae con 15 individuos.

Tabla 11-156 Composición florística Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos
ACANTHACEAE	Trichanthera	Trichanthera gigantea	Yatago/Madreagua	1
ANACARDIACEAE	Astronium	Astronium graveolens	Gusanero	6
	Spondias	Spondias mombin	Hobo	3
ANNONACEAE	Guatteria	Guatteria cestrifolia	Loro/Loro amarillo	1
ARALIACEAE	Dendropanax	Dendropanax arboreus	Matapalo/Candilero	1
BIGNONIACEAE	Handroanthus	Handroanthus chrysanthus	Cañahuate	1
	Tabebuia	Tabebuia sp	No registra	1
BORAGINACEAE	Cordia	Cordia alliodora	Moncoro/Pardillo	3
CELASTRACEAE	Maytenus	Maytenus longipes	No registra	2
EUPHORBIACEAE	Acalypha	Acalypha macrostachya	Vara Negra	1
	Alchornea	Alchornea sp	No registra	1
LEGUMINOSAE	Senegalia	Senegalia multipinnata	Carisencio	12
	Inga	Inga densiflora	Guamo	5
		Inga vera	Guamo capero	1

Familia	Género	Nombre Científico	Nombre Común	No. Individuos
	Platymiscium	Platymiscium hebestachyum	Roble maria	2
	Erythrina	Erythrina poeppigiana	Ceibo/Anaco	2
	Pterocarpus	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	8
	Machaerium	Machaerium capote	Yuco/Yuquero/Yuca	5
LAURACEAE	Nectandra	Nectandra acutifolia	Loro baboso	1
MALPIGHIACEAE	Bunchosia	Bunchosia argentea	Naranjuelo	1
MALVACEAE	Guazuma	Guazuma ulmifolia	Guacimo	15
	Cedrela	Cedrela odorata	Cedro/Cedro rosado	1
MELIACEAE	Guarea	Guarea kunthiana	Trompillo	12
	Trichilia	Trichilia hirta	Huesito	8
	Ficus	Ficus habrophylla	Uvón	1
MORACEAE	Brosimum	Brosimum alicastrum	Guaimaro	18
MYRTACEAE	Myrcia	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	7
POLYGONACEAE	Triplaris	Triplaris americana	Vara santa	4
	Esenbeckia	Esenbeckia pentaphylla	No registra	1
RUTACEAE	Zanthoxylum	Zanthoxylum rhoifolium	Tachuelo	2
SAPINDACEAE	Cupania	Cupania latifolia	Arévalo/Guacharaco	1
SAPOTACEAE	Pouteria	Pouteria sp	No registra	1
URTICACEAE	Cecropia	Cecropia peltata	Yarumo/Guarumo	1
Total				130

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal del Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

Tabla 11-157 Parámetros estructurales Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	IVI (%)
					Subparcelas donde aparece			
Acalypha macrostachya	1	0,77	0,04	0,75	1	3,33	1,15	2,67
Alchornea sp	1	0,77	0,01	0,20	1	3,33	1,15	2,12
Astronium graveolens	6	4,62	0,07	1,28	5	16,67	5,75	11,64
Brosimum alicastrum	18	13,85	0,36	6,58	8	26,67	9,20	29,62
Bunchosia argentea	1	0,77	0,01	0,16	1	3,33	1,15	2,08
Cecropia peltata	1	0,77	0,04	0,67	1	3,33	1,15	2,59
Cedrela odorata	1	0,77	0,15	2,68	1	3,33	1,15	4,60
Cordia alliodora	3	2,31	0,09	1,61	2	6,67	2,30	6,22

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	#	Fa	Fr (%)	I V I (%)
					Subparcelas donde aparece			
Cupania latifolia	1	0,77	0,01	0,26	1	3,33	1,15	2,17
Dendropanax arboreus	1	0,77	0,01	0,18	1	3,33	1,15	2,10
Erythrina poeppigiana	2	1,54	1,03	18,81	2	6,67	2,30	22,64
Esenbeckia pentaphylla	1	0,77	0,04	0,71	1	3,33	1,15	2,63
Ficus habrophylla	1	0,77	0,06	1,07	1	3,33	1,15	2,99
Guarea kunthiana	12	9,23	0,28	5,18	6	20,00	6,90	21,31
Guateria cestriifolia	1	0,77	0,01	0,22	1	3,33	1,15	2,14
Guazuma ulmifolia	15	11,54	0,66	12,01	9	30,00	10,34	33,90
Handroanthus chrysanthus	1	0,77	0,01	0,27	1	3,33	1,15	2,19
Inga densiflora	5	3,85	0,38	6,85	5	16,67	5,75	16,44
Inga vera	1	0,77	0,02	0,33	1	3,33	1,15	2,25
Machaerium capote	5	3,85	0,09	1,56	2	6,67	2,30	7,70
Maytenus longipes	2	1,54	0,04	0,79	2	6,67	2,30	4,63
Myrcia popayanensis	7	5,38	0,10	1,88	7	23,33	8,05	15,31
Nectandra acutifolia	1	0,77	0,02	0,28	1	3,33	1,15	2,20
Platymiscium hebestachyum	2	1,54	0,04	0,70	2	6,67	2,30	4,54
Pouteria sp	1	0,77	0,01	0,24	1	3,33	1,15	2,16
Pterocarpus acapulcensis	8	6,15	0,12	2,18	3	10,00	3,45	11,79
Senegalia multipinnata	12	9,23	1,04	18,91	8	26,67	9,20	37,33
Spondias mombin	3	2,31	0,12	2,17	1	3,33	1,15	5,63
Tabebuia sp	1	0,77	0,24	4,28	1	3,33	1,15	6,20
Trichanthera gigantea	1	0,77	0,03	0,56	1	3,33	1,15	2,48
Trichilia hirta	8	6,15	0,24	4,35	4	13,33	4,60	15,10
Triplaris americana	4	3,08	0,08	1,49	3	10,00	3,45	8,02
Zanthoxylum rhoifolium	2	1,54	0,04	0,80	2	6,67	2,30	4,64
Total	130	100	5	100	87	290	100	300

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, se estima una densidad de 433 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 130 individuos en 0,3 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la Figura 11-37 , para el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies más abundantes fueron: Brosimum alicastrum con el 13,85%, equivalente a 18 individuos, seguida por Guazuma ulmifolia con el 11,54% equivalente a 15 individuos, Guarea kunthiana y Croton hibiscifolius con el 9,23%, equivalente a 12 individuos cada uno.

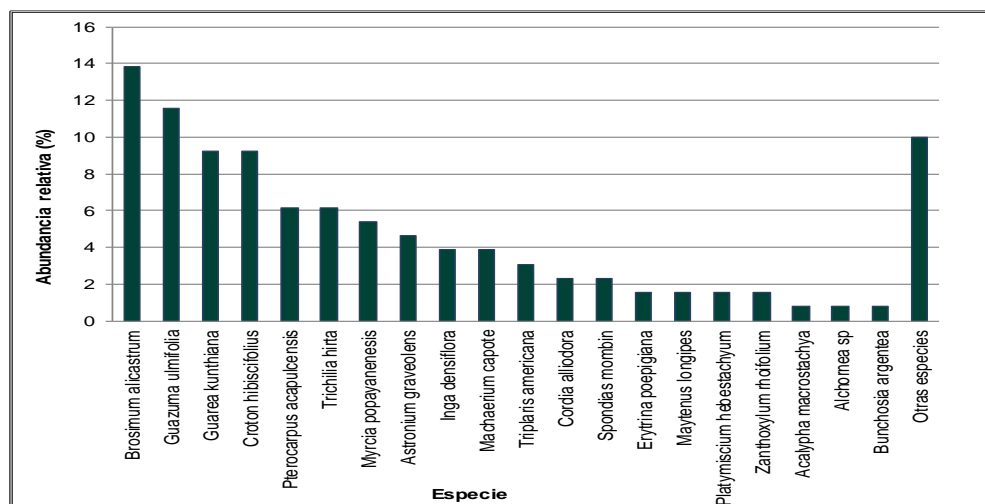


Figura 11-207 Abundancia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, las especies que ocupan mayor espacio corresponden a Senegalia multipinnata y Erythrina poeppigiana con el 18,91%, seguida por Guazuma ulmifolia con el 12,01%, en cuarto lugar se encuentra Croton hibiscifolius con el 6,85%. Las restantes 25 especies presentan valores inferiores al 5% de dominancia relativa.

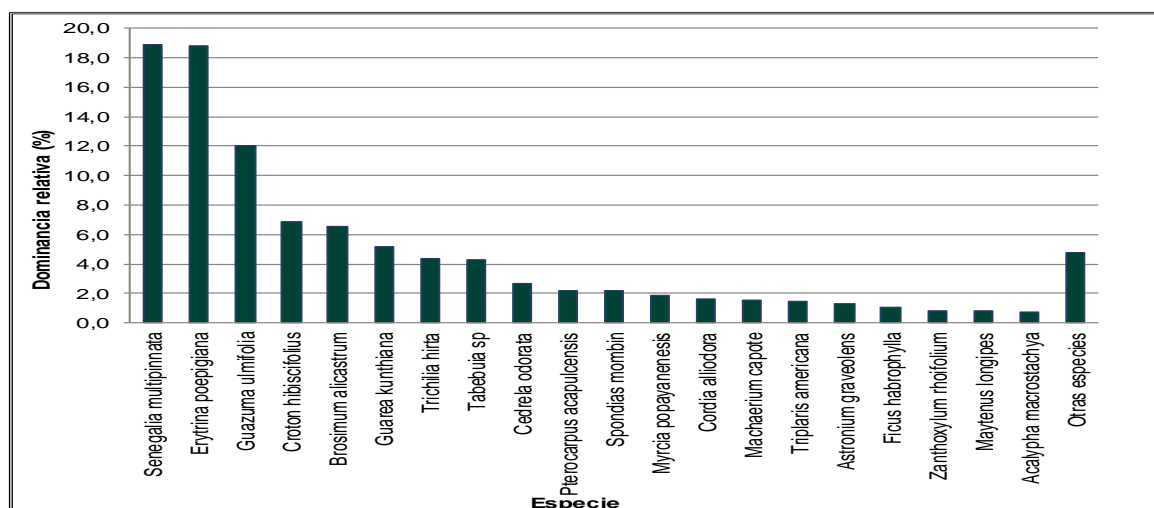


Figura 11-208 Dominancia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019.

Frecuencia

Las especies que se encuentran con mayor frecuencia en esta cobertura son: *Guazuma ulmifolia* con una representatividad del 10,34%, *Brosimum alicastrum* y *Senegalia multipinnata* con 9,20% cada una, mientras que las otras especies (13 especies restantes) presentan un valor de 14,94%, lo que indica que su presencia es poco frecuente dentro de esta cobertura, resultado que confirma que estas especies presentan una menor adaptabilidad a las condiciones del entorno, que les ofrece esta cobertura.

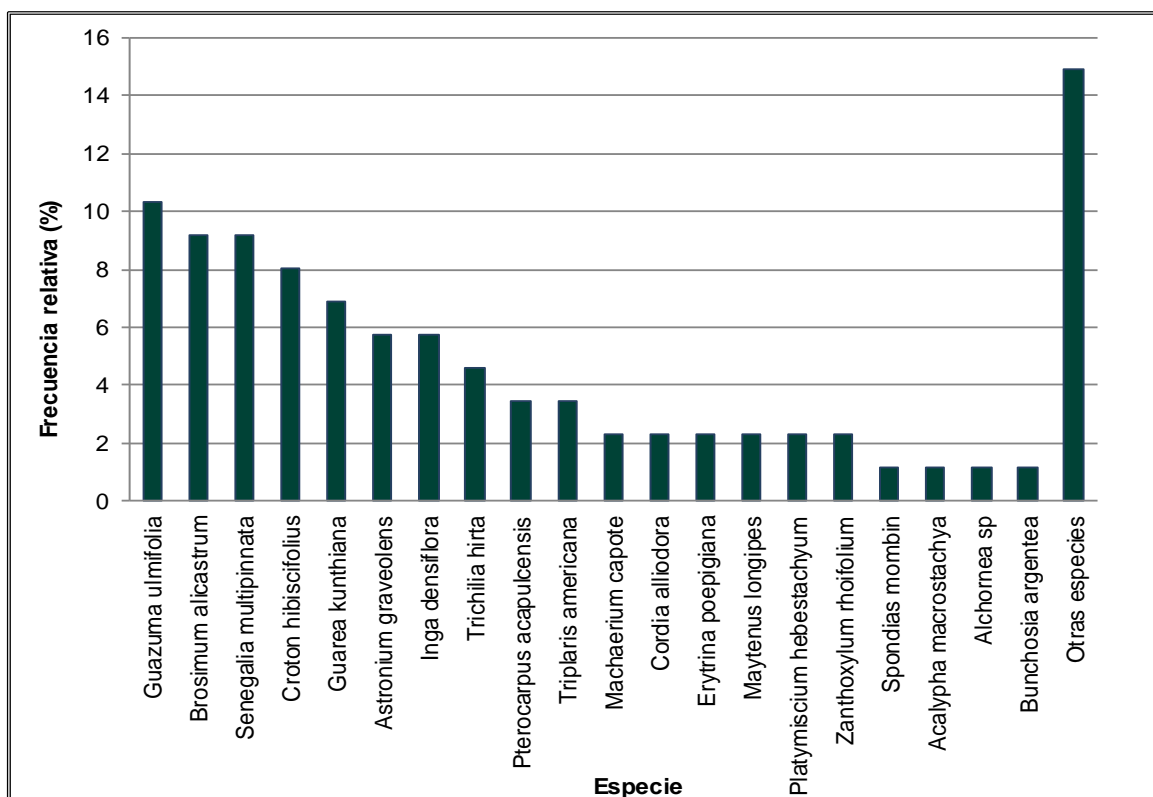


Figura 11-209 Frecuencia relativa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia cuatro (4) especies pertenecen a la clase II –Poco frecuente: *Guazuma ulmifolia*, *Senegalia multipinnata*, *Brosimum alicastrum* y *Myrcia popayanensis*; las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

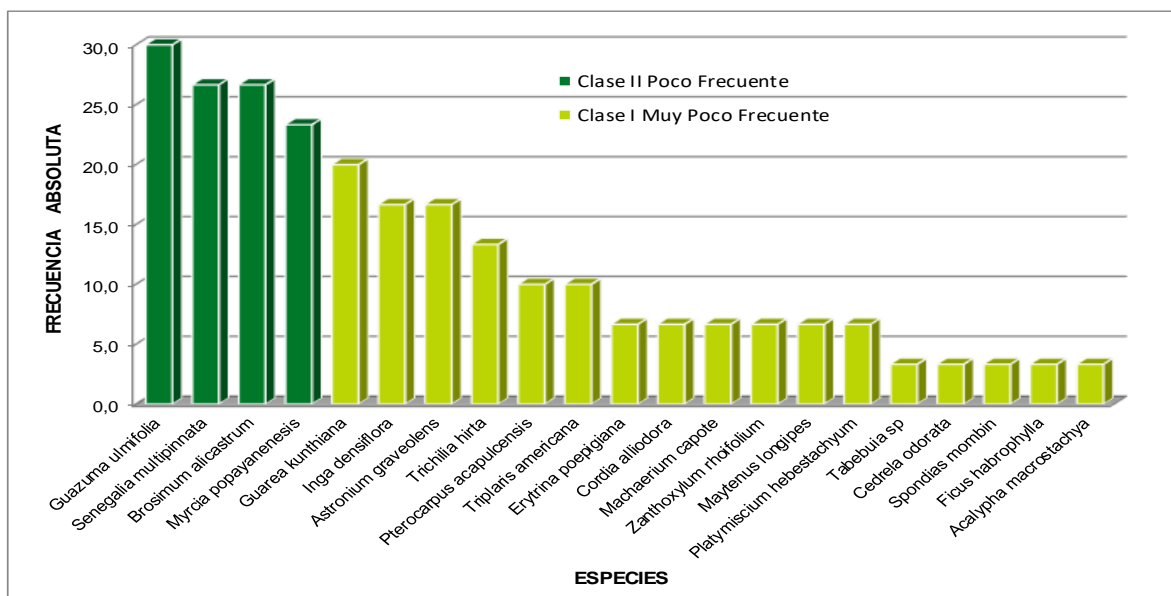


Figura 11-210 Clases de frecuencia Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

En la **Figura 11-211**, se observa el índice de valor de importancia para la comunidad vegetal en mención, en donde a través de este parámetro se estimó el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo alcanzado fue de 37,33%, alcanzado por la especie *Senegalia multipinnata* arrojando los más altos valores en dominancia, en lo referente a la frecuencia indica una distribución con tendencia agregada. Este comportamiento es un indicador de las condiciones que dieron origen a la vegetación secundaria del área, pues esta cobertura está limitada a aquellas zonas donde por pendiente y accesibilidad se realizó aprovechamiento selectivo que con el paso del tiempo origina que en ella se dejen los individuos más grandes. En la cobertura también se destacan especies como *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Erythrina poeppigiana* y *Guarea kunthiana*.

Las perturbaciones sufridas a causa de la extracción selectiva en estos bosques, hace que aunque mucha vegetación original es destruida, queda otra parte que permite que el bosque se recupere por rebrote y germinen semillas presentes en el suelo, bajo estas condiciones la sucesión secundaria suele saltar las fases tempranas y de una vez entra en fases de desarrollo con composición y estructura similares a la vegetación del bosque original.

Acorde a los resultados expuestos en la **Figura 11-211**, la tendencia de la comunidad vegetal es a la heterogeneidad puesto que el peso ecológico que arroja la barra de otras especies, garantizará en un futuro que en función del tiempo la estructura y riqueza de este tipo de cobertura vegetal será más compleja y diversa.

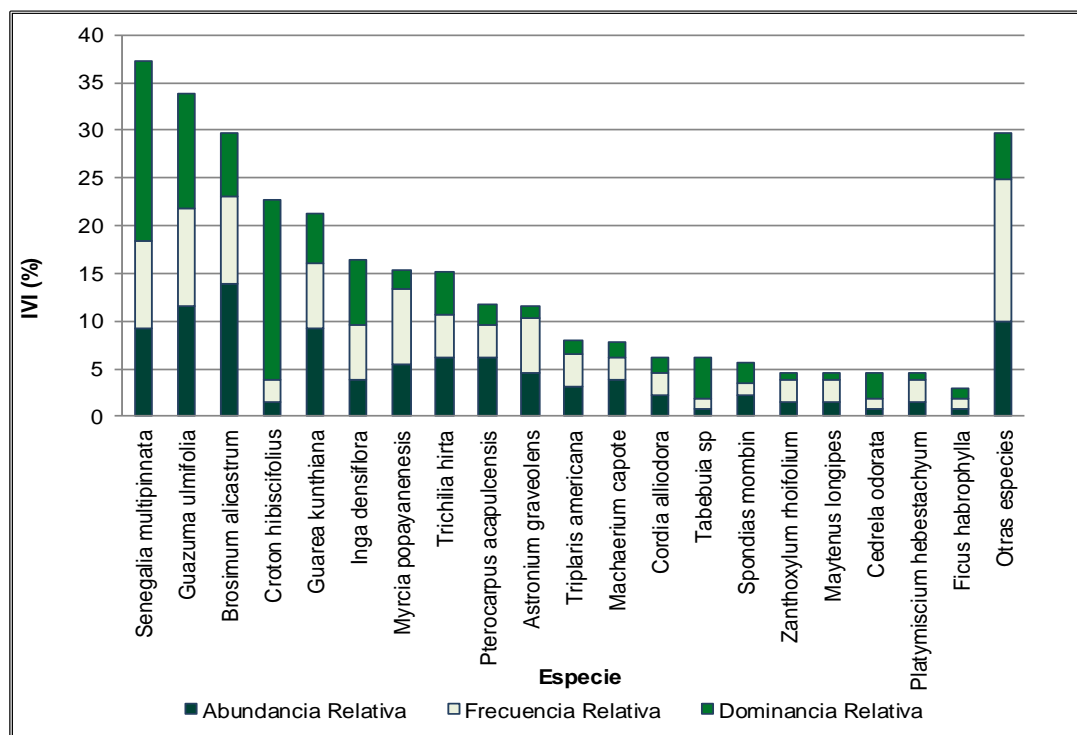


Figura 11-211 Índice de Valor de Importancia Vegetación secundaria alta del Oroboma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

La distribución de los individuos en el diagrama de dispersión de Ogawa se observa en la **Figura 11-212** en donde no se evidencia una estratificación, por la tendencia rectilínea de la nube de puntos lo que estaría representado en una vegetación con características de heterogeneidad producto de la recuperación de la misma. En la vegetación estudiada se distingue un estrato continuo y uno discontinuo representado por los individuos emergentes, que superan los 20 metros de altura.

El estrato Arbóreo inferior presenta un buen desarrollo al presentar una alta abundancia de individuos lo que indica la competencia de las especies por alcanzar mayor energía, en esta cobertura las especies presentan estrategias en donde su arquitectura se adapta para tomar la mayor cantidad de energía, ejemplo de esto son las copas amplias, la bifurcación de ramas en los puntos de mayor disponibilidad de energía entre otros.

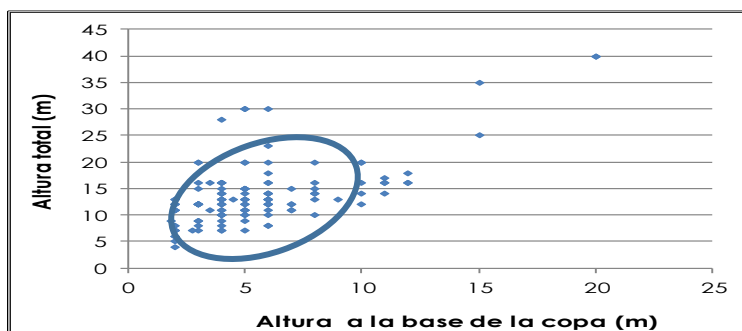


Figura 11-212 Diagrama de Ogawa Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose los cuatro (4) estratos, siendo el estrato subarbóreo, es decir, árboles entre 5 y 12 metros de altura y el arbóreo inferior árboles entre 12 y 25 metros los que presentan más abundancia con una representatividad del 43,17% y 43,88% (60 y 61 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la **Figura 11-213**, seguido por el estrato arbóreo superior con el 5,04% (7 individuos) y el arbustivo, con árboles entre 1,5 y 5 m de altura, con el 1,44% (4 individuos), este comportamiento al igual que el observado en el diagrama de Owaga indica que esta es una cobertura de porte medio que ha estado expuesta a la tala selectiva de individuos pues el estrato superior solo lo representan tres (3) especies y siete (7) individuos.

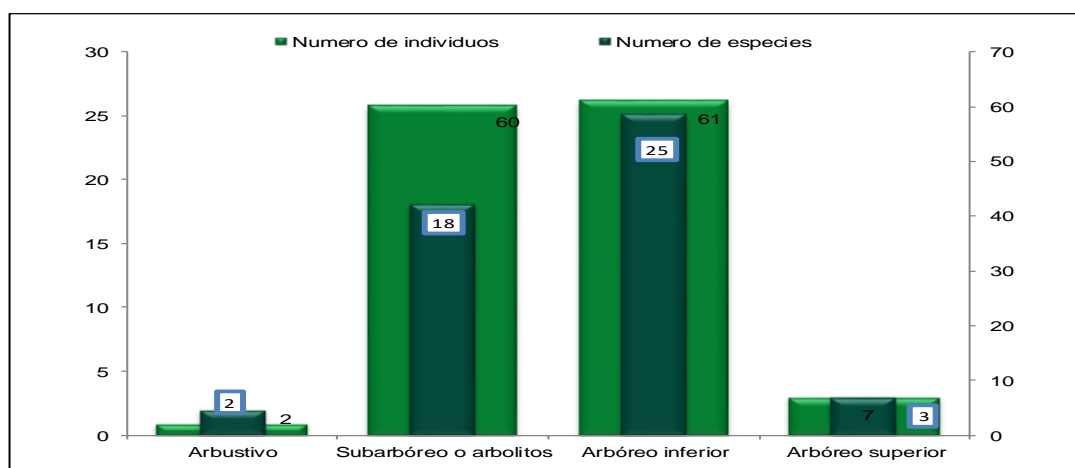


Figura 11-213 Estratificación en la cobertura Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran con tendencia al agrupamiento (60% - 78 individuos) sin embargo es el grupo menos diverso pues lo representan ocho (8) especies, le sigue la tendencias dispersos (27,69% - 36 individuos y 22 especies) y solo hay tres especies con tendencia agrupada representadas en 16 individuos

Tabla 11-158 Distribución espacial de las especies en el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

Especie	N a	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
<i>Myrcia popayanensis</i>	7	23,333	0,23	0,27	0,88	Especies Dispersas
<i>Inga densiflora</i>	5	16,667	0,17	0,18	0,91	Especies Dispersas
<i>Erythrina poeppigiana</i>	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
<i>Maytenus longipes</i>	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
<i>Tabebuia</i> sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Cedrela odorata</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Ficus habrophylla</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Acalypha macrostachya</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Esenbeckia pentaphylla</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Cecropia peltata</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Trichanthera gigantea</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Inga vera</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Nectandra acutifolia</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Cupania latifolia</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Pouteria</i> sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Guateria cestriifolia</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Alchornea</i> sp	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Dendropanax arboreus</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Bunchosia argentea</i>	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
<i>Astronium graveolens</i>	6	16,667	0,20	0,18	1,10	Especies con Tendencia Agrupamiento
<i>Triplaris americana</i>	4	10,000	0,13	0,11	1,27	Especies con Tendencia Agrupamiento
<i>Senegalia multipinnata</i>	12	26,667	0,40	0,31	1,29	Especies con Tendencia Agrupamiento
<i>Guazuma ulmifolia</i>	15	30,000	0,50	0,36	1,40	Especies con Tendencia Agrupamiento
<i>Cordia alliodora</i>	3	6,667	0,10	0,07	1,45	Especies con Tendencia Agrupamiento

Especie	N a	Fa	Do	De	Ga	Clasificación
Guarea kunthiana	12	20,000	0,40	0,22	1,79	Especies con Tendencia Agrupamiento
Trichilia hirta	8	13,333	0,27	0,14	1,86	Especies con Tendencia Agrupamiento
Brosimum alicastrum	18	26,667	0,60	0,31	1,93	Especies con Tendencia Agrupamiento
Machaerium capote	5	6,667	0,17	0,07	2,42	Especies Agrupadas
Pterocarpus acapulcensis	8	10,000	0,27	0,11	2,53	Especies Agrupadas
Spondias mombin	3	3,333	0,10	0,03	2,95	Especies Agrupadas
Convenciones: Na: Número de Arboles por especie Fa: Frecuencia absoluta De: Densidad esperada Do: Densidad observada Ga: Grado de agregación						

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

Para el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumboso identificaron ocho (8) clases diamétricas como se observa, mostrando una distribución en forma de J invertida indica que la mayoría de individuos se concentran en las primeras clases con tendencia a la disminución en clases superiores. La clase I concentra el 68,46% del total de individuos inventariados dentro de la muestra, presentando diámetros muy bajos, los cuales indican un estado sucesional joven en donde todavía predominan especies heliófitas con crecimientos en altura exponencial y bajo a nivel diamétrico; la ausencia o baja representación de individuos en las clases V a VIII es evidencia de la marcada extracción forestal que tuvo la cobertura. La vegetación de mayor porte arbóreo solamente registra el 0,77% del total.

Tabla 11-159 Estructura diamétrica fustales – Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,20	I	89	68,46
0,20	0,30	II	28	21,54
0,30	0,41	III	5	3,85
0,41	0,51	IV	3	2,31
0,51	0,61	V	2	1,54
0,61	0,71	VI	2	1,54
0,71	0,81	VII	0	0,00
0,81	0,92	VIII	1	0,77
TOTAL			130	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

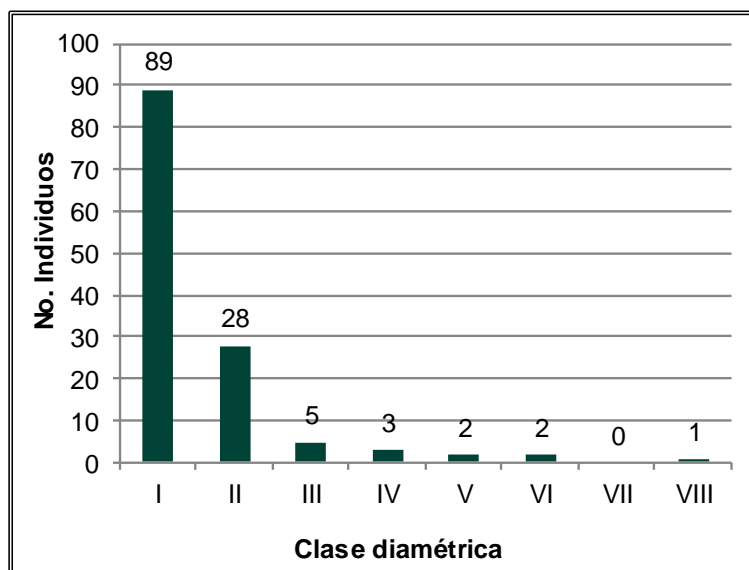


Figura 11-214 Distribución diamétrica Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

Composición de la regeneración natural Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

Para la regeneración natural del Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumboso encontraron 165 individuos (30 en estado latizal y 135 en estado brinzal) distribuidos en ocho (8) familias y 16 especies.

Tabla 11-160 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
ARALIACEAE	Dendropanax arboreus	Matapalo/Candilero	3
LEGUMINOSAE	Pterocarpus acapulcensis	Tecon	3
	Senna robiniiifolia	Alcaparro	4
	Senegalia multipinnata	Carisencio	106
	Platymiscium hebestachyum	Roble maria	1
	Maclura tinctoria	Dinde/Moral	1
MORACEAE	Brosimum alicastrum	Guaimaro	9
MYRTACEAE	Myrcia popayanensis	Sururo/Sururillo	2
	Syzygium jambos	Pomarroso	1
PIPERACEAE	Piper aduncum	Cordoncillo	16

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos
	Piper marginatum	Cordoncillo2	4
	Piper arboreum	Cordoncillo3	4
POLYGONACEAE	Triplaris americana	Vara santa	5
RUTACEAE	Citrus x sinensis	Naranja	1
	Urera baccifera	Ortigo	4
URTICACEA	Urera caracasana	Ortigo hembra	1
Total			165

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef.

Tabla 11-161 Índices de diversidad Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo

Parámetro ó índice	Arbustal denso alto del Orobioma Azonal Subandino Catatumbo
Familias	20
Especies	33
Individuos	130
Coeficiente de mezcla	1:4
Dominancia de Simpson	0,068
Shannon Wiener	2,993
Margalef	6,574

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

El coeficiente de mezcla nos indica que por cada cuatro individuos hay una especie nueva, generando mayor riqueza en un área menor

El índice de equidad de Shannon- Weaver muestra que del total de especies halladas en campo, tienden a ser no similares en términos de abundancia, indicando que la cobertura presenta una alta diversidad con un valor de 2,99, siendo este el 85,6% de la máxima diversidad que se podría obtener de acuerdo a este índice. Este índice

Por otro lado, el índice de Simpson indica que la comunidad tiene una alta diversidad y baja dominancia producto de la dinámica sucesional en el que se encuentra ya que al estar en una sere secundaria y ser sometida a diferentes perturbaciones existe una alta tasa de reclutamiento de especies. Este deriva de la teoría de probabilidades, midiendo la

probabilidad de que dos individuos de la misma comunidad, tomados al azar, sean de la misma especie, su valor puede variar entre 0 y 1. En general, para esta cobertura la probabilidad de presentarse esta situación es de 0,06. En cuanto al índice Margalef que relaciona el número de especies de acuerdo al número total de individuos, cuando tiende a cero (0) indica que solo hay una especie en la unidad muestreada, es decir, que se presenta mayor homogeneidad de la muestra. Para los fustales inventariados dentro de esta cobertura, el índice de Margalef obtuvo un resultado de 6,57; indicando que la vegetación de la zona tiene una tendencia de diversidad alta.

Análisis ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo.

La Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo, es un ecosistema con una diversidad alta, en el cual se hallaron 130 individuos fustales en 20 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

La interacción del hombre con áreas intervenidas determina el tipo recuperación que se pueda dar, pues debido al flujo de material genético proveniente de coberturas aledañas o material latente en el suelo, si se deja sin intervención, el área sufre un proceso de recolonización, donde los diversos tipos de vegetación como las herbáceas, arbustos y especies arbóreas en edades juveniles interactúan y activan los mecanismos sucesionales, con el fin de ir remediando la afectación a la estructura arbórea preexistente y crear un microclima adecuado y facilitador de los procesos ecológicos

Esta cobertura está representada por zonas en las que la vegetación estuvo sometida a procesos de intervención humana. Por lo tanto en algunos casos se ubica en zonas donde se realizaron talas selectivas, pero se dejaron remanentes que aseguraran la permanencia del recurso y facilitaran su recuperación. Además evidencia una alta importancia constituyendo un ecosistema estratégico al jugar un papel fundamental en la protección del recurso hídrico y al ser fuente de alimento de las especies de fauna.

En esta cobertura la vegetación presenta una estructura fisionómica de estadios mesoseriales sometidos a disturbios en el pasado afectando nichos de regeneración de las especies dominantes y codominantes que en este caso están representadas en los cuatro estratos definidos

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo son *Senegalia multipinnata*, *Guazuma ulmifolia*, *Brosimum alicastrum*, *Erythrina poeppigiana*, *Guarea kunthiana*, *Inga densiflora*. La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura fue *Senegalia multipinnata* la cual es una especie de bosques secundarios.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Vegetación secundaria alta del Orobioma Subandino Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee

un porte medio-alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen alturas de 13 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, indicando que la mayoría de los individuos se concentran en las clases inferiores, lo cual es coherente con la distribución de alturas en donde pocos individuos y especies logran estar en diferentes estratos.

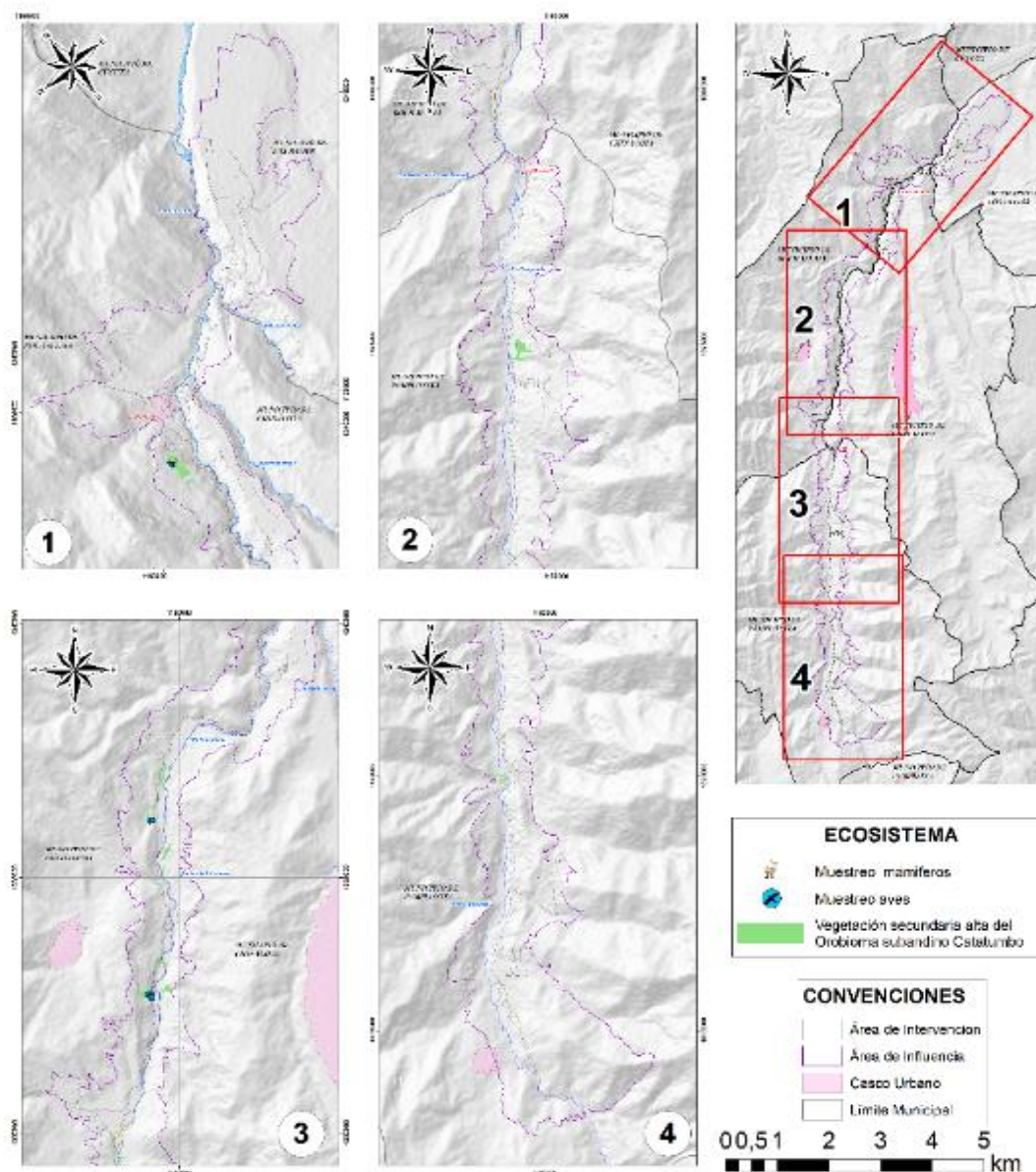


Figura 11-215 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para la vegetación secundaria alta (**Tabla 11-151**), se identificaron seis especies de mamíferos lo que corresponde al 2% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron siete individuos, distribuidos en dos familias y dos órdenes taxonómicos. Esta especie fue registrada durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla 11-162 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	9	0,45	Omn
CINGULATA	Dasypodidae	Dasypus novemcinctus	R	1	0,05	Ins
PILOSA	Myrmecophagidae	Tamandua mexicana	R	1	0,05	Ins
RODENTIA	Dasypodidae	Dasypus punctatus	R	2	0,1	Fru
	Sciuridae	Sciurus granatensis	O/R/CT	1	0,05	Fru
CARNIVORA	Procyonidae	Potos flavus	O	1	0,05	Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El orden que presenta mayor riqueza en el área de compensación fue Rodentia con dos familias y dos especies, los órdenes Didelphimorphia, Cingulata, Pilosa y Carnivora se encuentran representados por una familia y una especie (**Figura 11-216**). Es importante mencionar que el orden Rodentia, aunque es el que mayor riqueza presenta, tiene una baja abundancia comparado con los inventarios de fauna hechos para Colombia y para este tipo de ecosistema.

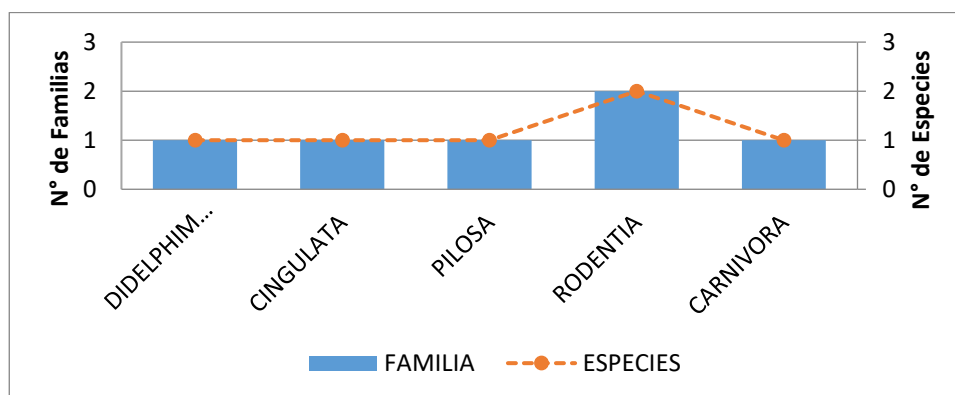


Figura 11-216 Número de familias y especies por orden de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ **Diversidad**

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-163 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índice	Vsa
Taxa S	6
Individuals	15
Dominance D	0,3956
Shannon H	1,297
Simpson 1-D	0,6044
Margalef	1,846
Equitability J	0,724
Fisher alpha	3,706

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-152**, para la Vegetación secundaria alta se registraron seis especies y 15 individuos. Con los datos anteriores se pudieron obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,3956, el cual es un valor bajo para este índice, mostrando que en este ecosistema no existe dominancia de unas pocas

especies, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,724 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores bajos Shannon con un valor de 1,297, Margalef con un valor de 1,846 y alpha de Fisher con un valor de 3,706, contrario a lo esperado. Sin embargo, lo anterior está relacionado con el bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de Vegetación secundaria alta del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, las especies registradas se catalogan en cuatro estratos: arbustivo/sotobosque con el 50% de las especies, seguido del estrato arbóreo con el 17%, el estrato arbustivo con el 17% de las especies y el estrato arbóreo/arbustivo/sotobosque con el 16% de las especies (**Figura 11-217**).

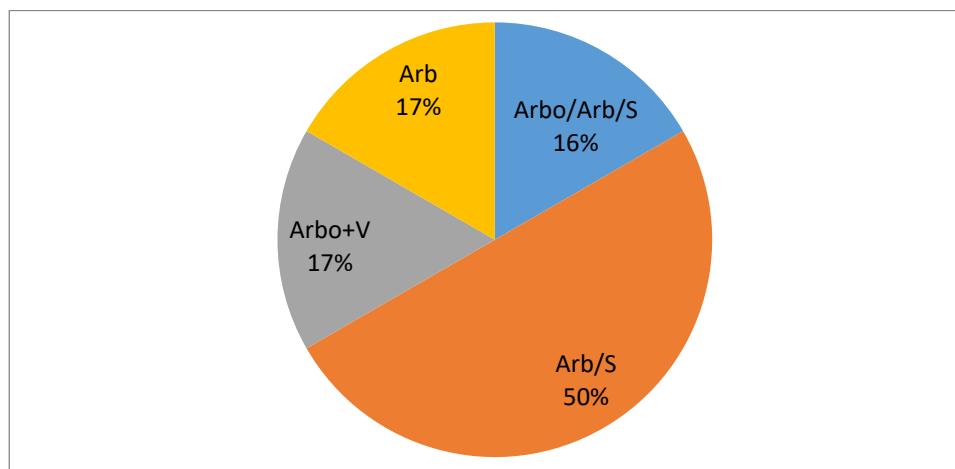


Figura 11-217 Estrato de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueden corresponder a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica

(Simberloff, 1991). Para el ecosistema de Vegetación secundaria alta se usó una categoría: Omnívoros (Omn).

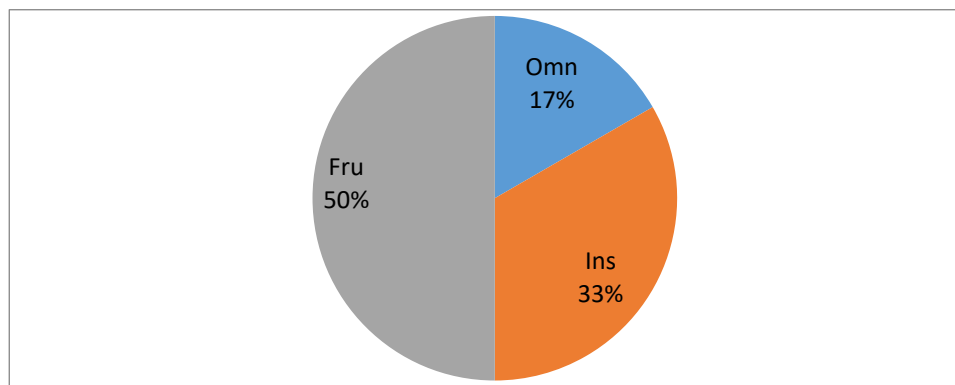


Figura 11-218 Gremio trófico de los mamíferos registrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frugívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987). Las especies registradas fueron: *Dasyprocta punctata*, *Sciurus granatensis* y *Potos flavus*.

Insectívoros: A este grupo pertenecen los mamíferos que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos, pero en el caso de los miembros de la familia Dasypodidae (Armadillos) son animales de tamaño medio, los cuales dependen de conseguir una gran cantidad de insectos para mantener sus requerimientos nutricionales y por eso consumen insectos sociales como hormigas y termitas que presentan una gran biomasa en los ecosistemas donde se encuentran estas especies. La especie registrada fue: *Dasybus novemcinctus* y *Tamandua mexicana*.

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019)

–1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

○ Composición y riqueza

Para la vegetación secundaria alta, se identificaron 21 especies de aves, además se registraron 40 individuos distribuidos en nueve familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-164 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Columbina talpacoti	O	2	0,1	Gra / Ins
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Cathartes aura	O	2	0,1	Cñ
CATHARTIFORMES	Cathartidae	Coragyps atratus	O	9	0,45	Cñ
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	2	0,1	Ins /Car
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Leptodon cayanensis	O	1	0,05	Ins /Car
FALCONIFORMES	Falconidae	Milvago chimachima	O	1	0,05	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	2	0,1	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Pitangus sulphuratus	O	3	0,15	Omn
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	O	2	0,1	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia frantzii	O	1	0,05	Ins /Fru/ Nec
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Legatus leucophaius	O	1	0,05	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiodynastes maculatus	O	1	0,05	Omn
PASSERIFORMES	Corvidae	Cyanocorax affinis	O	4	0,2	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	1	0,05	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara cyanea	O	1	0,05	Fru /Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara gyrola	O	1	0,05	Fru
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara vitriolina	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	2	0,1	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Coereba flaveola	O/C	1	0,05	Nec/ Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Cardinalidae	Piranga rubra	O	1	0,05	Ins/ Fru
PASSERIFORMES	Parulidae	Basileuterus culicivorus	O/C	1	0,05	Ins/ Fru

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

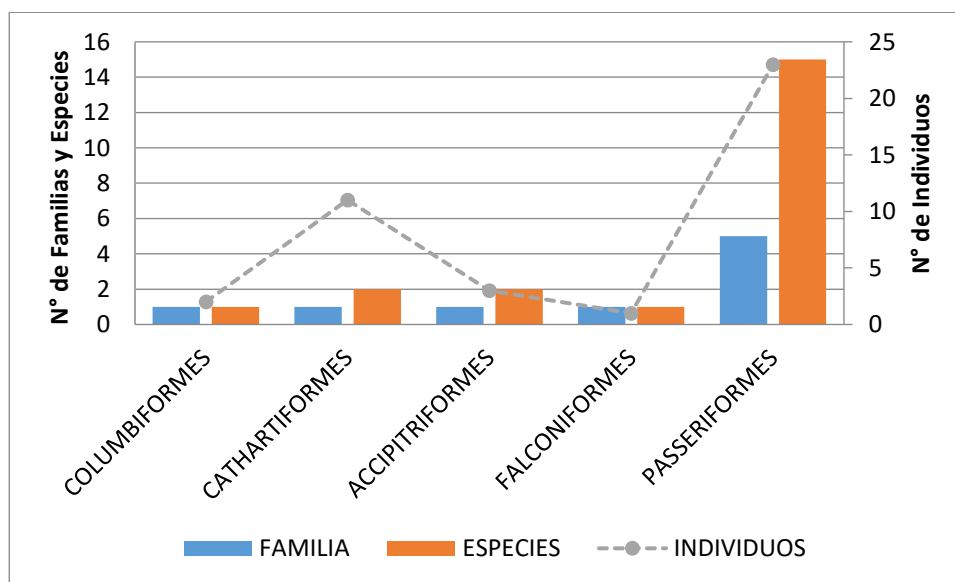


Figura 11-219 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ **Diversidad**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-165 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Vsa
Taxa S	21
Individuals	40
Dominance D	0,08875
Shannon H	2,766
Simpson 1-D	0,9112
Evenness e ^H /S	0,7565
Menhinick	3,32
Margalef	5,422
Equitability J	0,9084
Fisher alpha	17,87
Berger-Parker	0,225

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Para la vegetación secundaria alta se registraron 21 especies y 40 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,08875, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,9084 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores altos para Shannon con un valor de 2,766, Margalef con un valor de 5,422 y alpha de Fisher con un valor de 17,87, concordando con lo esperado.

○ **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

● **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de vegetación secundaria alta del orobioma subandino catatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005).

El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel (Do) (43%).

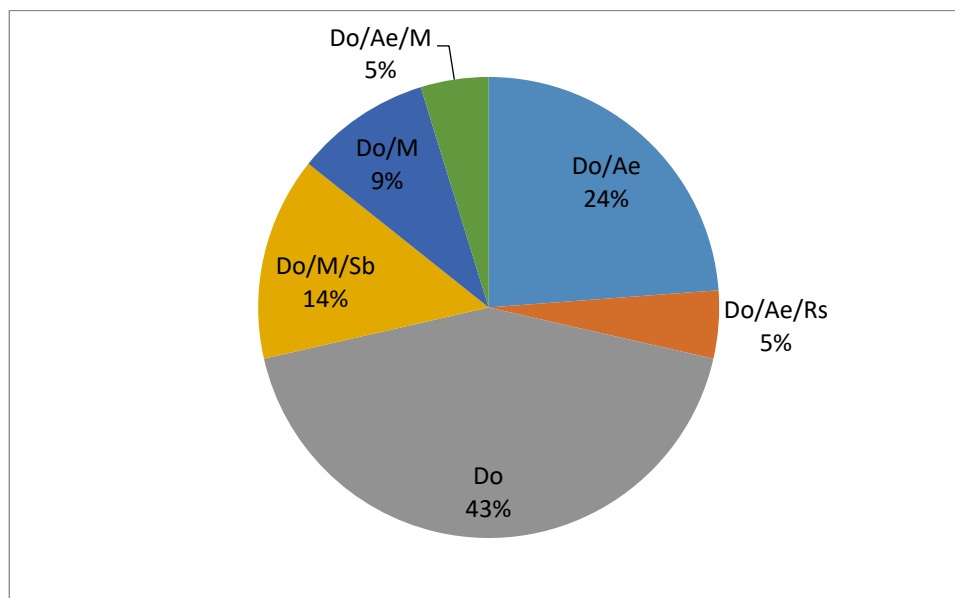


Figura 11-220 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de vegetación secundaria alta se usaron siete categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carnívoro (Car), Carroñero (Cñ) y Nectarívoro (Nec).

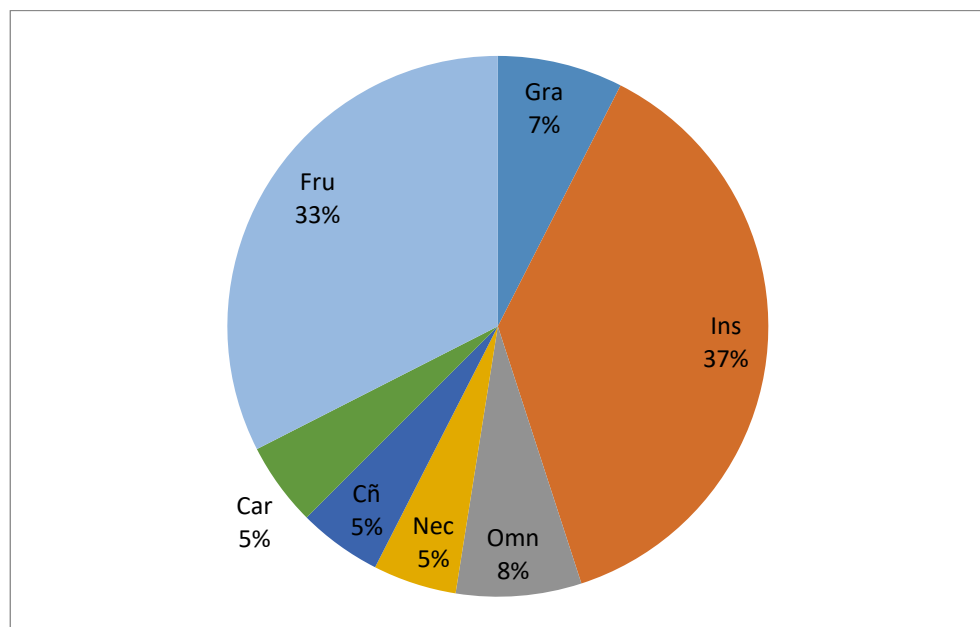


Figura 11-221 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

11.2.2.7.9.14 Vegetación secundaria alta del del Zonobioma tropical alternohigrico Catatumbo

Se presenta la caracterización biótica del ecosistema equivalente a compensar, en la Fotografía 11-34 y Fotografía 11-35 la vista general del ecosistema y la Figura 11-222 contiene la ubicación de las parcelas temporales de muestreo del componente flora.



Fotografía 11-34 Vista general de la
vegetación presente en el ecosistema
Vegetación secundaria alta del Zonobioma
tropical alternohigróico Catatumbo



Fotografía 11-35 Vista general de la
vegetación presente en el ecosistema
Vegetación secundaria alta del Zonobioma
tropical alternohigróico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

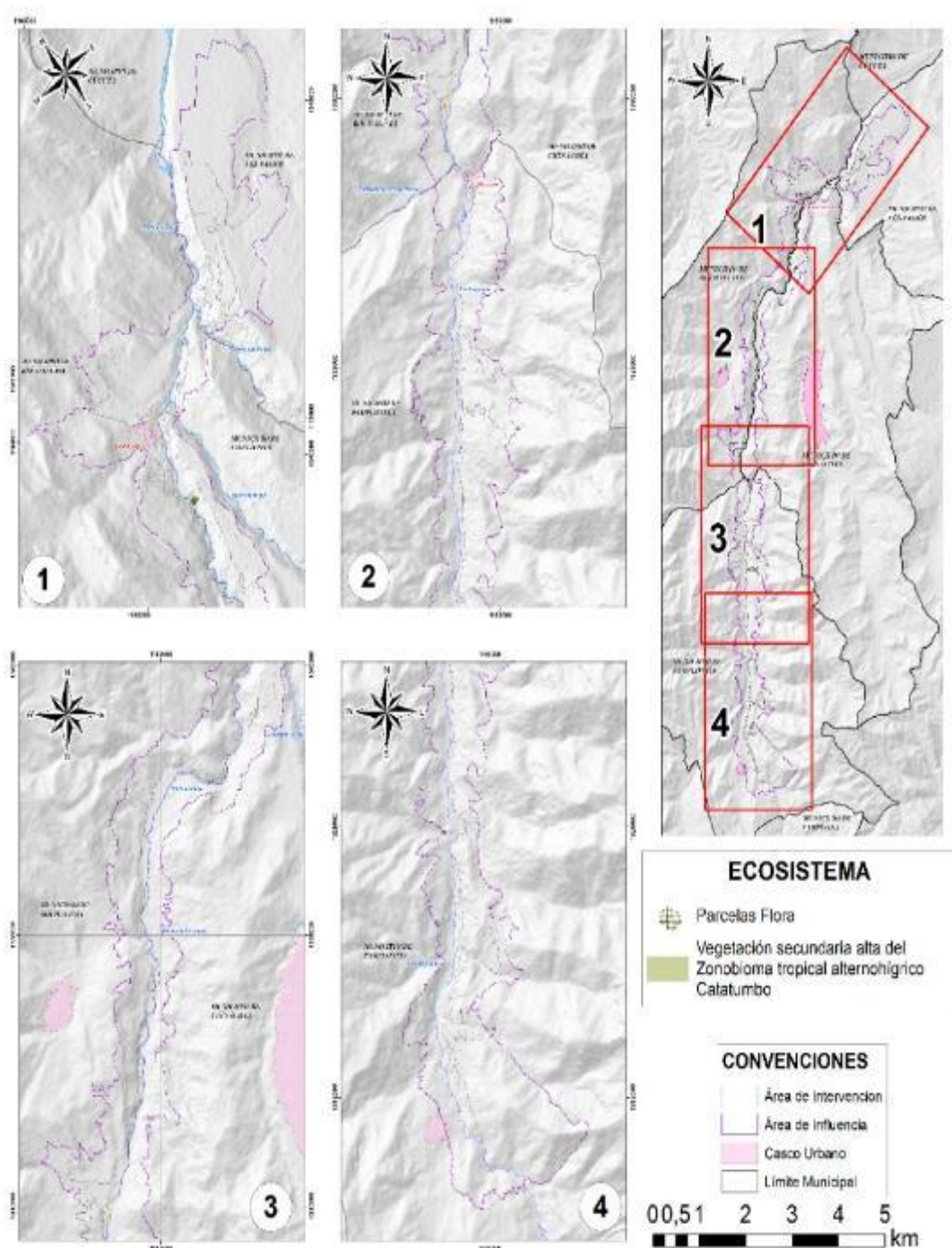


Figura 11-222 Muestreo de flora en el ecosistema Vegetación secundaria alta del del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Para la Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo se establecieron tres (3) unidades de muestreo forestal (parcelas) de 0,1 ha cada una, con dicha información se analizaron los individuos en estado fustal ($DAP \geq 10\text{cm}$) y la regeneración natural. Las coordenadas de las unidades de muestreo establecidas se presentan en la siguiente Tabla.

Ecosistema	Código unidad de muestreo	Coordenadas Planas Magna Sirgas Origen Bogotá			
		Inicio		Fin	
		Este	Norte	Este	Norte
Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	N1	1162218,70	1340863,20	1162172,42	1340873,59
	N2	1162027,18	1342405,28	1162013,14	1342319,17

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición florística

De acuerdo con las unidades de muestreo establecidas en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Altermohigrico Catatumbo, para el estrato fustal se encontraron 13 familias, las cuales están representadas por 16 géneros, 17 especies y 36 individuos.

Como se muestra en la **Tabla 11-166**, la familia con mayor número de individuos es Meliaceae con 10 individuos reunidos en 1 especie Cedrela odorata (Cedro/Cedro rosado), seguida por la familia Malvaceae con 3 individuos correspondientes a la especie Guazuma ulmifolia (Guacimo) y por la familia Leguminosae con 2 árboles.

Tabla 11-166 Composición florística Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Altermohigrico Catatumbo

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Cedrela odorata	Cedrela	MELIACEAE	Cedro/Cedro rosado	10
Persea americana	Persea	LAURACEAE	Persea americana	4
Senna silvestris	Senna	FABACEAE	No registra	3
Guazuma ulmifolia	Guazuma	MALVACEAE	Guacimo	3
Senna robiniiifolia	Senna	FABACEAE	Alcaparro	2
Handroanthus ochraceus	Handroanthus	BIGNONIACEAE	No registra	2
Syzygium jambos	Syzygium	MYRTACEAE	Pomarroso	2
Zanthoxylum rhoifolium	Zanthoxylum	RUTACEAE	Tachuelo	1
Mangifera indica	Mangifera	ANACARDIACEAE	Mango	1
Cordia alliodora	Cordia	CORDIACEAE	Moncoro/Pardillo	1

Nombre Científico	Género	Familia	Nombre Común	No. Individuos
Cecropia peltata	Cecropia	URTICACEAE	Yarumo/Guarumo	1
Citrus x limon	Citrus	RUTACEAE	Citrus x limon	1
Melicoccus bijugatus	Melicoccus	SAPINDACEAE	Mamón/Mamoncillo	1
Psidium guajava	Psidium	MYRTACEAE	Guayabo	1
Trichanthera gigantea	Trichanthera	ACANTHACEAE	Yatago/Madreagua	1
Manguifera indica	Mangifera	ANACARDIACEAE	Mango	1
Trophis racemosa	Trophis	MORACEAE	No registra	1
Total				36

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal de la Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, se realizó con base en índices que muestran la presencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema, se determinó la abundancia, la frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Tabla 11-167 Parámetros estructurales Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Nombre Científico	Aa	Ar (%)	Da	Dr (%)	# Subparcelas donde aparece	Fa	Fr (%)	I V I (%)
Cedrela odorata	10	27,78	1,69	56,56	7	23,33	25,00	109,34
Persea americana	4	11,11	0,11	3,57	2	6,67	7,14	21,82
Senna silvestris	3	8,33	0,22	7,23	1	3,33	3,57	19,13
Guazuma ulmifolia	3	8,33	0,36	11,98	3	10,00	10,71	31,02
Senna robinifolia	2	5,56	0,02	0,62	2	6,67	7,14	13,31
Syzygium jambos	2	5,56	0,02	0,66	2	6,67	7,14	13,35
Handroanthus ochraceus	2	5,56	0,09	2,96	1	3,33	3,57	12,09
Mangifera indica	1	2,78	0,02	0,59	1	3,33	3,57	6,94
Manguifera indica	1	2,78	0,20	6,57	1	3,33	3,57	12,92
Trophis racemosa	1	2,78	0,04	1,46	1	3,33	3,57	7,81
Cordia alliodora	1	2,78	0,02	0,76	1	3,33	3,57	7,11
Psidium guajava	1	2,78	0,01	0,27	1	3,33	3,57	6,62
Citrus x limon	1	2,78	0,02	0,57	1	3,33	3,57	6,92
Cecropia peltata	1	2,78	0,04	1,31	1	3,33	3,57	7,66
Trichanthera gigantea	1	2,78	0,09	2,88	1	3,33	3,57	9,23
Zanthoxylum rhoifolium	1	2,778	0	1,581	1	3,333	3,571	7,93
Melicoccus bijugatus	1	2,778	0	0,427	1	3,333	3,571	6,78
TOTAL	36	100	93	100		100	100,00	300,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Densidad

La densidad equivale a la cantidad de individuos que se encuentran por unidad de área, para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, se estima una densidad de 180 individuos fustales por hectárea, partiendo de un inventario de 19 individuos en 0,2 ha inventariadas.

Abundancia

La abundancia se refiere al tamaño de la población de una especie respecto al total de individuos de un ecosistema y se expresa en términos relativos, como se muestra en la **Figura 11-223**, para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, las especies más abundantes fueron: *Cedrela odorata* (cedro) con el 27,77% equivalente a 10 individuos, seguida por *Persea americana* (Aguacate) con el 11,11% equivalente a 4 individuos y por *Senna silvestris* (Alcaparro) con el 8,33%, equivalente a 3 individuos.

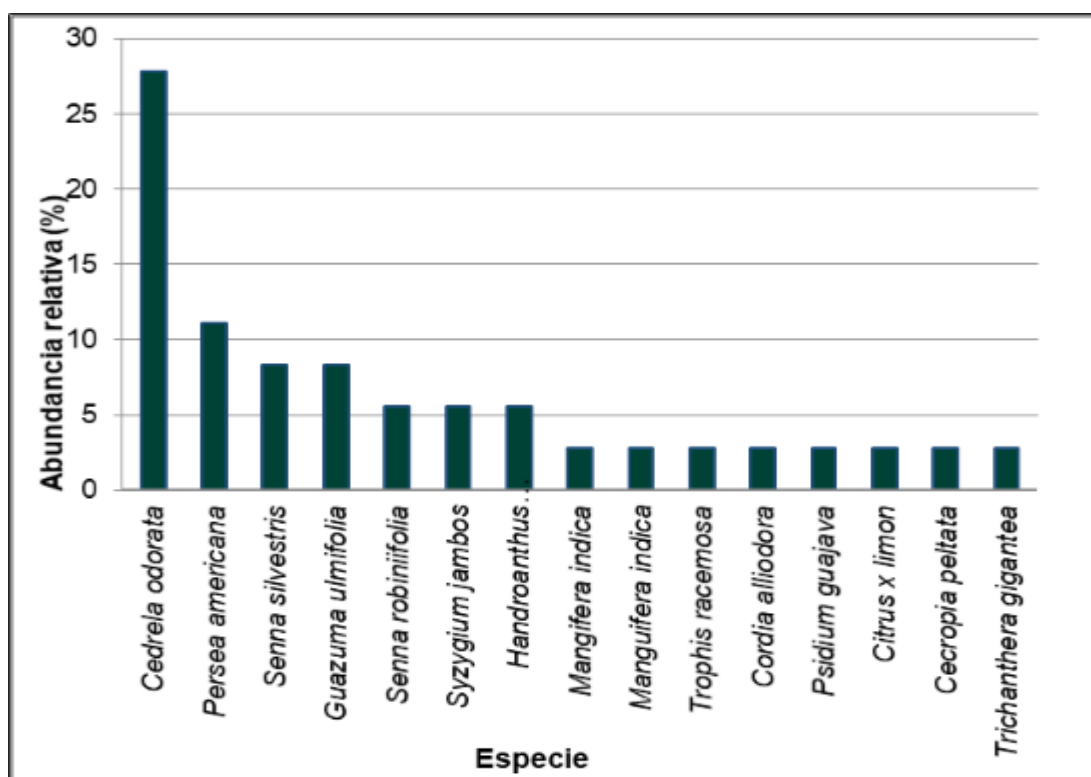


Figura 11-223 Abundancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Dominancia

La dominancia se refiere al espacio que ocupan las especies en el suelo del bosque, esta se mide proyectando el área basal a 1,30 cm y se expresa en valores relativos. Para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, la especie que ocupa mayor espacio corresponde a *Cedrela odorata* (cedro) con el 56,56%, seguida por *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 11,97% y por *Senna silvestris* (Alcaparro), con el 7,22%.

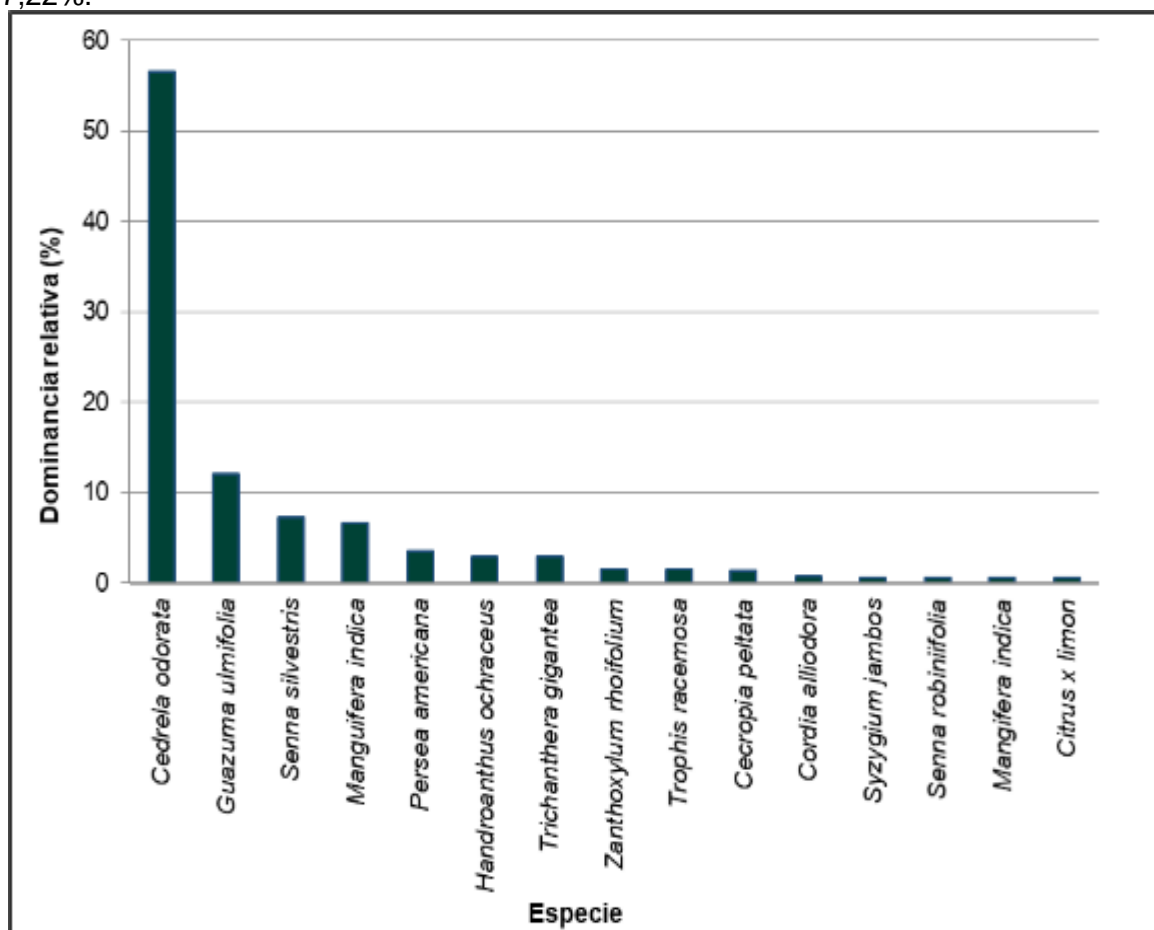


Figura 11-224 Dominancia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Frecuencia

La frecuencia se define como la presencia o ausencia de una especie determinada en el total de subparcelas evaluadas, expresada en términos relativos (Melo, 2000). En el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, se establecieron en total 20 subunidades de muestreo o subparcelas, en las cuales la especie que presenta una distribución más amplia corresponde a *Cedrela odorata* (cedro) con el 25%, seguida por *Guazuma ulmifolia* (Guacimo) con el 10,71% y *Persea americana* (Aguacate) con el 7,14%

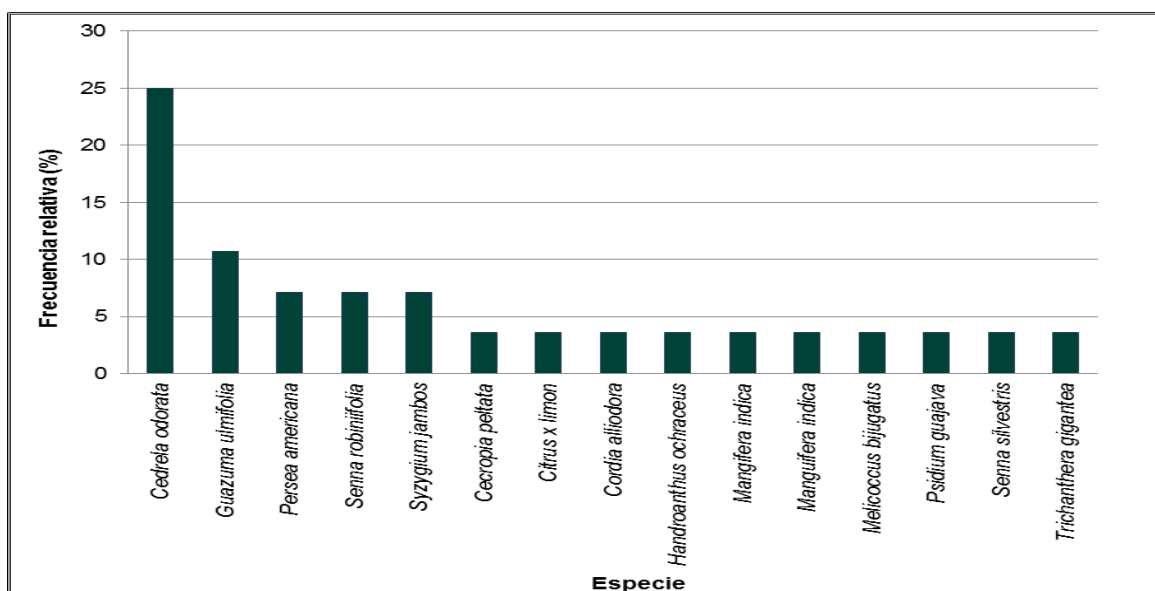


Figura 11-225 Frecuencia relativa Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo con las clases de frecuencia tres, (1) especies pertenecen a la clase II- Poco Frecuente Cedrela odorata (cedro), las especies restantes, pertenecen todas a la clase de frecuencia I – Muy Poco frecuente; la baja frecuencia de la mayoría de las especies se relaciona con la diversidad de especies encontradas en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo.

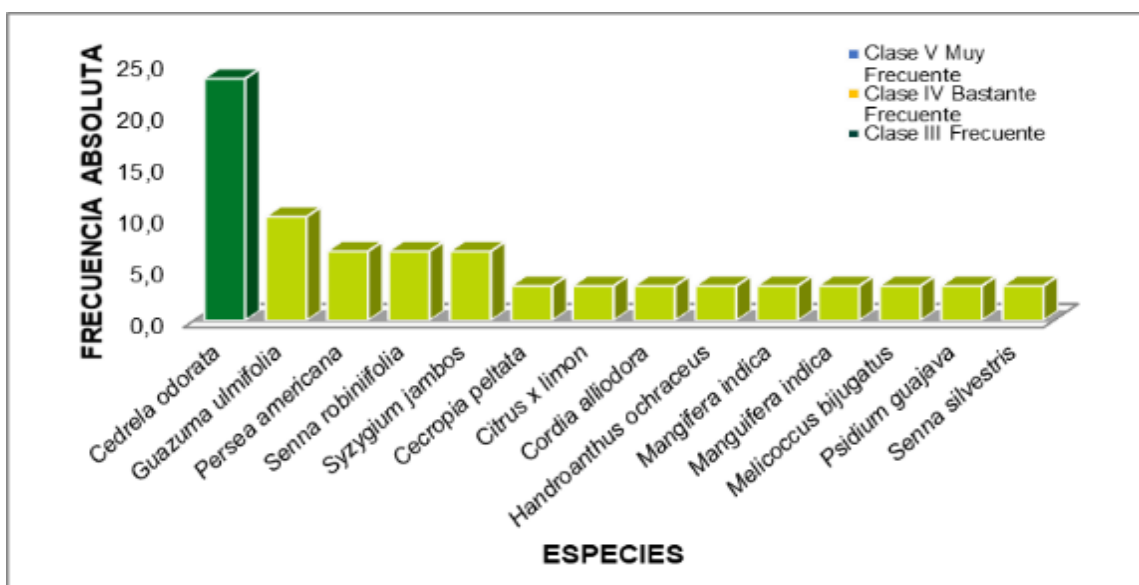


Figura 11-226 Clases de frecuencia Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Índice de Valor de Importancia (IVI)

El Índice de valor de importancia es el resultado de la sumatoria de los parámetros de la estructura horizontal, es decir la abundancia, dominancia y frecuencia en valores relativos, este índice permite determinar la importancia o peso ecológico que cada especie tiene en la superficie del ecosistema. En el caso del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, las especies con mayor peso ecológico son: Cedrela odorata (cedro) con 109,34%, seguida por Guazuma ulmifolia (Guacimo) con el 31,02% y Persea americana (Aguacate) con el 21,82%.

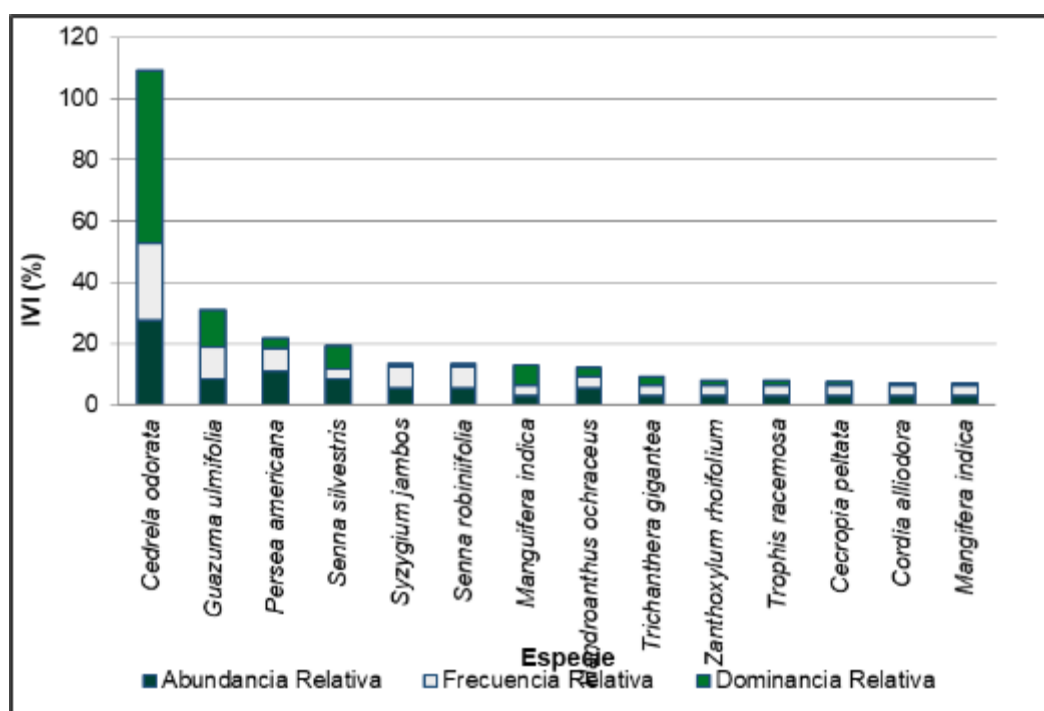


Figura 11-227 Índice de Valor de Importancia Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Estructura vertical

La estructura vertical hace referencia a la distribución de los elementos vegetales o masa boscosa dentro del ecosistema, específicamente la disposición en el espacio aéreo, es decir entre la superficie del ecosistema y el dosel (Romero, 2008).

Diagrama de Ogawa

El diagrama propuesto por Ogawa (1965), corresponde a una gráfica cartesiana donde las coordenadas de cada árbol están determinadas a partir de las variables de altura total para

el eje “y” y de altura comercial en el eje “x”, con el cual es posible diferenciar la presencia de estratos en el bosque (Melo, 2003). En la **Figura 11-228**, se muestra el diagrama de Ogawa para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, en donde la dispersión de los puntos presenta estratificación, en el estrato inferior que correspondería a bosques con alto grado de perturbacion o sucesiones tempranas, observándose que la mayoría de los individuos poseen alturas totales entre 5 m y 15 m y alturas comerciales entre 2 m y 10 m.

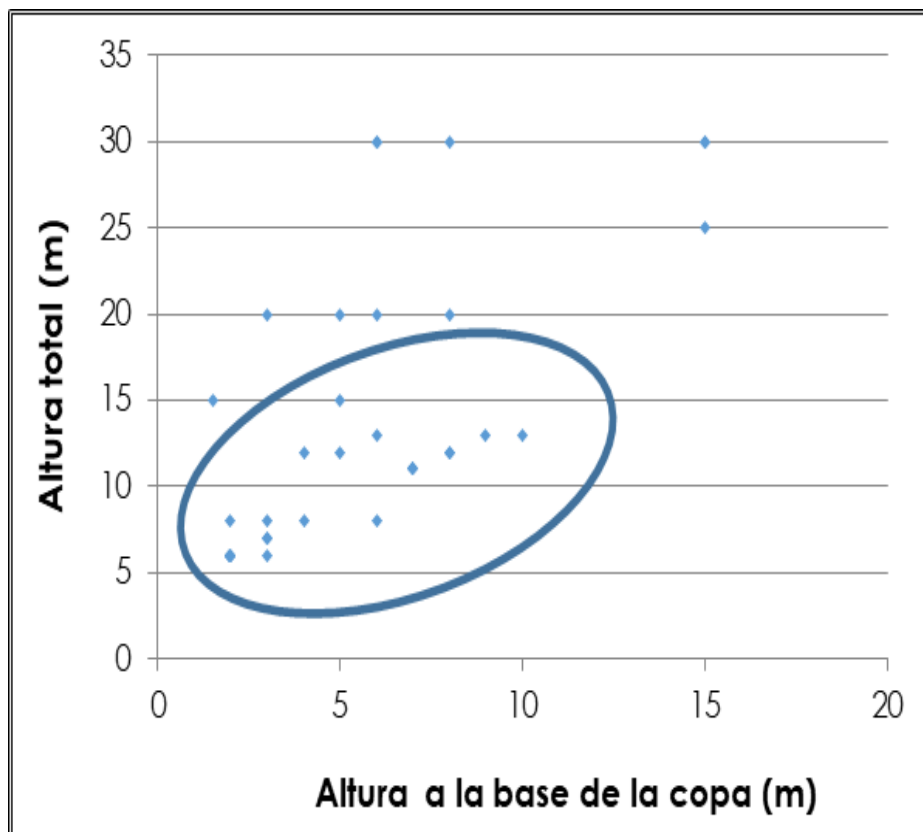


Figura 11-228 Diagrama de Ogawa del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Estratificación

Para determinar la distribución vertical de los individuos en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo, se tuvieron en cuenta los estratos sociológicos de acuerdo con la altura total (arbustivo, subarbóreo o arbolitos, arbóreo inferior y arbóreo superior), propuestos por Rangel & Lozano (1986), identificándose cuatro (4) estratos, siendo el estrato Arboreo superior, es decir, árboles mayores a 25 metros de altura el que presenta menor abundancia con una representatividad del 13,88% (5 individuos) del total de individuos, tal como se observa en la Figura 11-229, seguido por el

estrato arbóreo inferior con el 27,77% (10 individuos); por su parte, el estrato subarboreo o arbolito presenta mayor representatividad con 58,33% (21 individuos).

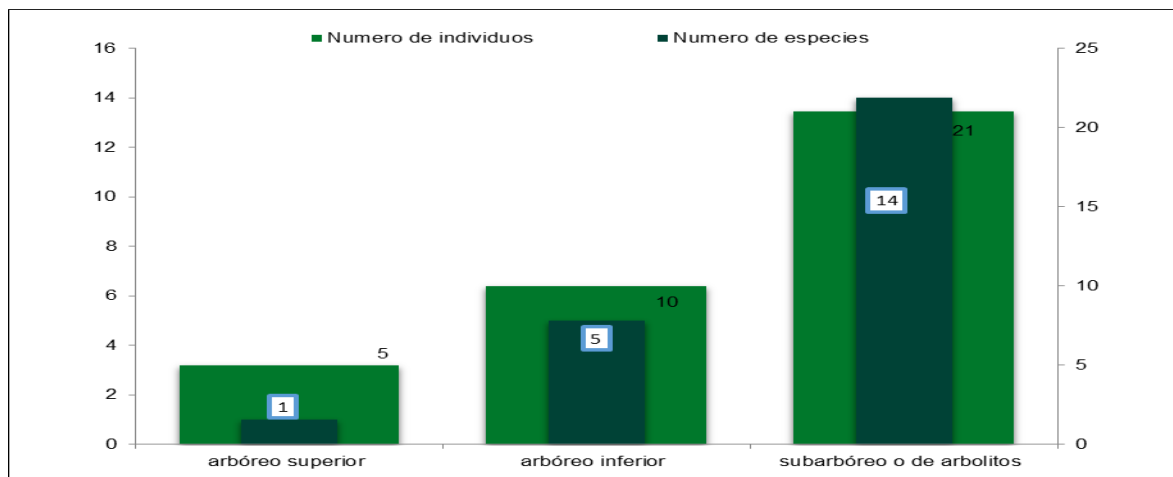


Figura 11-229 Estratificación en la cobertura Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Distribución espacial de las especies fustales en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

Con base en los grados de agregación, los resultados obtenidos para determinar la distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo arrojan que la mayoría de individuos se encuentran dispersos (58,33% - 21 individuos), así mismo se encontró que el 30,55% de los individuos (11 individuos) poseen tendencia al agrupamiento, por ultimo 11,11% (4 individuos) corresponden a especies agrupadas, lo cual indica que existe un factor importante edáfico o fisionómico que está determinando su tendencia al agrupamiento

Tabla 11-168 Distribución espacial de las especies en el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrico Catatumbo

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	DENSIDAD ESPERADA (De)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Cecropia peltata	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cedrela odorata	10	23,333	0,33	0,27	1,25	Especies con Tendencia Agrupamiento
Citrus x limon	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Cordia alliodora	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Guazuma ulmifolia	3	10,000	0,10	0,11	0,95	Especies Dispersas

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	FRECUENCIA ABSOLUTA (%)	DENSIDAD OBSERVADA (Do)	DENSIDAD ESPERADA (De)	GRADO DE AGREGACIÓN (Ga)	CLASIFICACIÓN
Handroanthus ochraceus	2	3,333	0,07	0,03	1,97	Especies Dispersas
Mangifera indica	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Manguifera indica	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Agrupadas
Melicoccus bijugatus	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies con Tendencia Agrupamiento
Persea americana	4	6,667	0,13	0,07	1,93	Especies Dispersas
Psidium guajava	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Senna robiniiifolia	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Senna silvestris	3	3,333	0,10	0,03	2,95	Especies Agrupadas
Syzygium jambos	2	6,667	0,07	0,07	0,97	Especies Dispersas
Trichanthera gigantea	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Trophis racemosa	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas
Zanthoxylum rhoifolium	1	3,333	0,03	0,03	0,98	Especies Dispersas

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Distribución por clase diamétrica

La distribución diamétrica es el resultado de agrupar los individuos arbóreos en intervalos de diámetros normales (Melo, 2003), considerándose cada 10 cm de DAP. Para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo se identificaron siete (6) clases diamétricas como se observa, mostrando una distribución en forma de J invertida, por lo cual se infiere que se trata de una cobertura natural disetánea, donde la mayoría de individuos se concentran en las clases diamétricas menores.

Tabla 11-169 Estructura diamétrica fustales – Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

INTERVALO		CLASE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	%
lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)			
0,10	0,20	I	14	5,04
0,20	0,30	II	10	3,60
0,30	0,39	III	4	1,44
0,40	0,49	IV	3	1,08
0,49	0,59	V	3	1,08
0,59	0,69	VI	0	0,00
0,69	0,79	VII	2	0,72
TOTAL			36	100,00

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

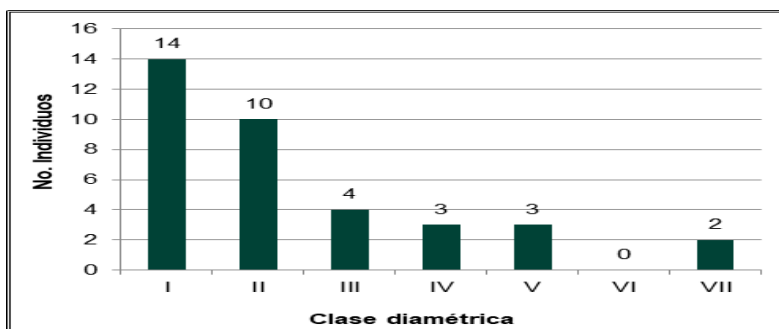


Figura 11-230 Distribución diamétrica Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Regeneración natural Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

A continuación, se presenta el análisis de la regeneración natural para el Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

Composición de la regeneración natural Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

Para la regeneración natural del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo se encontraron 15 individuos (8 en estado latizal y 5 en estado brinzal) distribuidos en 7 familias y 8 especies.

Tabla 11-170 Composición florística de la regeneración natural en Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical Alternohigrical Catatumbo

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	No. Individuos
LEGUMINOSAE	Gliricidia	Gliricidia sepium	3
	Senna	Senna silvestris	3
MALVACEAE	Guazuma	Guazuma ulmifolia	3
MELIACEAE	Cedrela	Cedrela odorata	1
MORACEAE	Trophis	Trophis racemosa	2
PIPERACEAE	Piper	Piper hispidum	1
RUTACEAE	Zanthoxylum	Zanthoxylum rhoifolium	1
SAPINDACEAE	Melicoccus	Melicoccus bijugatus	1
Total general			15

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Índices de diversidad.

Los índices evaluados están basados en dos (2) componentes, la riqueza (número de especies) y la abundancia (número de individuos de una (1) sola especie); en la evaluación de la alfa diversidad se usaron índices que responden a la riqueza de especies y a la distribución de los individuos entre las especies; la estimación se realizó a través de diferentes índices como Shannon- Wiener, Simpson, Coeficiente de mezcla y Margalef

Tabla 11-171 Índices de diversidad Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

Parámetro ó índice	Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo
Familias	13
Especies	17
Individuos	36
Coeficiente de mezcla	1:2
Dominancia de Simpson	0,93
Shannon_Wiener	2,99
Margalef	4,46

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Análisis ecosistema Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo

El ecosistema Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo presenta 7,74 ha a compensar por las intervenciones del proyecto, teniendo en cuenta con lo anterior, se efectuó su caracterización en las áreas propuestas para la compensación del medio biótico, encontrándose que es un ecosistema con una diversidad baja, en el cual se hallaron 36 individuos en 13 familias, así mismo, se identificó en cuanto a su composición y estructura que ha estado sometido a la extracción selectiva de especies, de tal manera que en él se han venido talado aquellas especies que representan una mayor importancia para los pobladores en términos económicos o que tienen usos maderables específicos.

De acuerdo con la caracterización florística realizada las especies más importantes del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo son Persea americana Mill (Aguacate), Guazuma ulmifolia Lam (Guácimo) y Cedrela odorata (Cedro). La especie de mayor importancia ecológica en esta cobertura Cedrela odorata (Cedro), Especie heliofita durable además de pionera muy abundante en la vegetación secundaria de distintas coberturas. Frecuente en los estratos superiores y en lugares de pastoreo (potreros), cafetales y cacaotales. Apetecida por su valor maderable se usa en la construcción, la carpintería y ebanistería fina.

Por otra parte, en cuanto a la estructura vertical del Vegetación Secundaria Alta del Zonobioma Tropical AlternoHigrico Catatumbo se determinó que se trata de un ecosistema que posee un porte alto donde la mayoría de individuos fustales que lo componen poseen

alturas entre superiores a 7 y con emergentes de alturas superiores a 15 m. La distribución por clases diamétricas tiene forma de J invertida, lo que confirma las intervenciones en este ecosistema para el cual se hallan individuos solamente en las clases diamétricas I y II. En cuanto a la regeneración natural se destaca la presencia de la especie *Gliricidia sepium* Kunth ex Steud. (Matarratón), la cual, presentó una gran abundancia, correspondiendo a una especie de tipo pionera con amplio uso en postes y cercas vivas, potencial en zonas con intervención antropica.

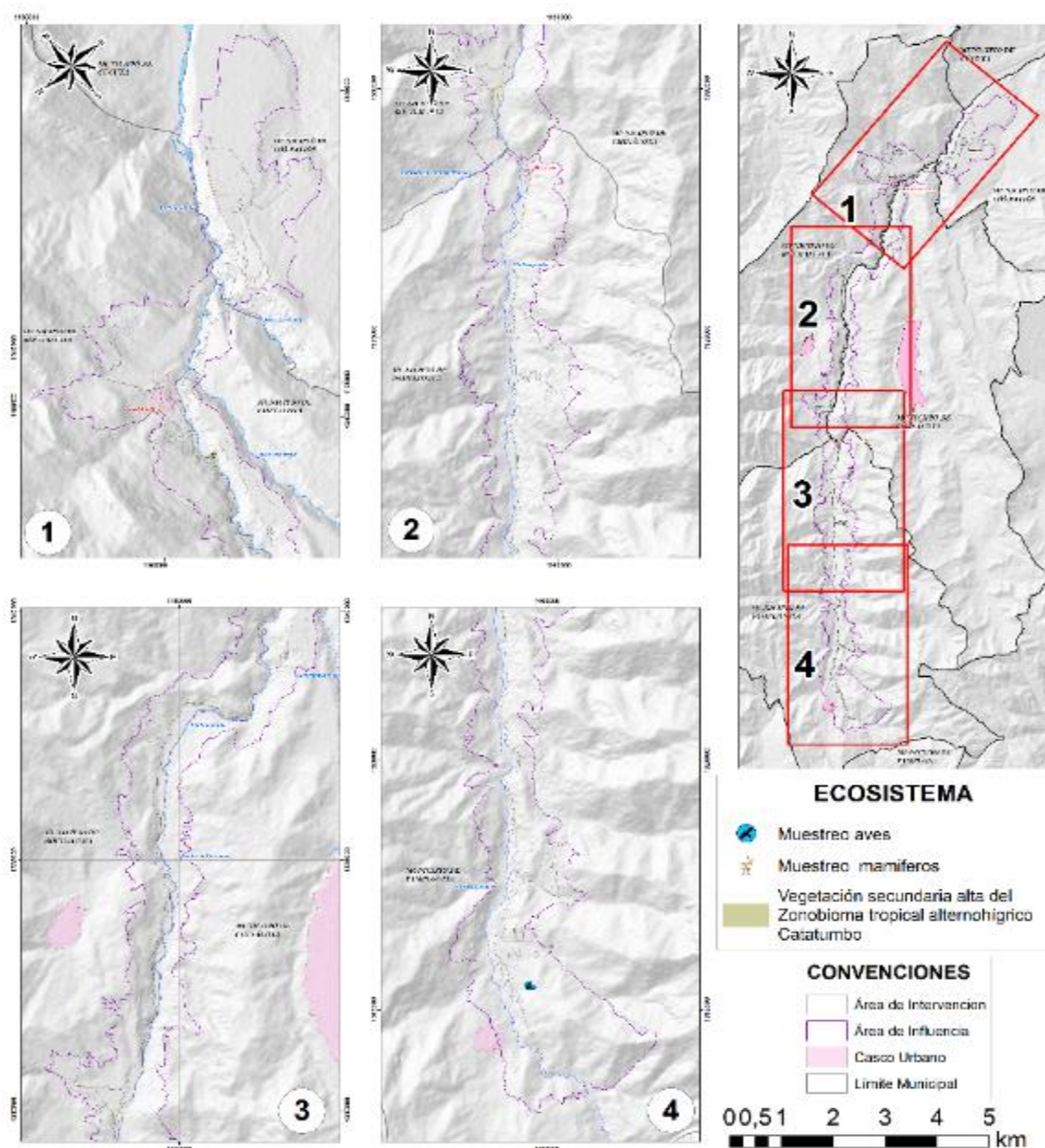


Figura 11-231 Muestreo de fauna en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical aternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Mamíferos (Voladores y no voladores)

○ Composición y riqueza

Para la vegetación secundaria alta (**Tabla11-151**), se identificó una especie de mamífero lo que corresponde al 0,5% de los mamíferos registrados para el país según lo descrito por Solari et al., (2014). Además, se registraron ocho individuos, distribuidos en una familia y un orden taxonómico. Esta especie fue registrada durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación, cámaras trampa, trampas Sherman, redes de niebla y rastros. La nomenclatura y clasificación taxonómica se siguió de acuerdo a Wilson & Reeder (2005).

Tabla1.11-172 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los mamíferos registrados dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Didelphis marsupialis	O/R/CT	8	0,4	Omn

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ Diversidad

La diversidad es la variedad de especies existentes dentro de una misma región o hábitat; los factores que determinan la diversidad de especies son complejos. La diversidad de especies no presenta una distribución homogénea a nivel global, por el contrario, en la actualidad se han identificado 34 puntos calientes en un área que representa solamente el 2.3% de la superficie terrestre, además se encuentran asociadas a un gran número de especies que no ocurren en ninguna otra parte del planeta, también se encuentran la mitad de las especies de plantas del mundo y el 42% de todas las especies de vertebrados terrestres. Además en estas zonas se encuentra el hogar del 75% de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos amenazados del planeta (WWF, 2016).

Tabla 11-173 Índices de diversidad alfa para la comunidad de mamíferos en el área de compensación

Índice	Vsa
Taxa S	1
Individuals	8
Dominance D	1
Shannon H	0
Simpson 1-D	0
Margalef	0

Equitability J	0
Fisher alpha	0,3017

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como se observa en la **Tabla 11-152**, para la Vegetación secundaria alta se registró una especie y ocho. No obstante al tratarse de una sola especie no es posible calcular de forma adecuada los índices de diversidad. Sin embargo, para el análisis actual el índice de dominancia fue de 1, el cual es un valor alto, mostrando que en este ecosistema existe dominancia de una sola especie, así mismo el índice de equitabilidad fue bajo con un valor de 0 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad como se mencionó anteriormente no fue posible calcularlos debido al bajo número de especies registradas en campo para este ecosistema.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Los mamíferos tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de Vegetación secundaria alta del zonobioma tropical alternohigrócatatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de mamíferos. Sin embargo, los bajos números de especies registradas está relacionado con las condiciones climáticas presentadas durante la etapa de campo no favorecieron la detección de los mamíferos en particular de aquellas especies pertenecientes al orden Chiroptera.

Es importante mencionar que el uso de los ecosistemas por parte de los mamíferos está fuertemente relacionado con la disponibilidad de recursos y nichos que puedan ser explotados por los mismos, los cuales están relacionados en gran medida con la complejidad florística de cada ecosistema. Por lo anterior, aquellos ecosistemas intervenidos pueden actuar como barreras biológicas que impiden el acceso a recursos vitales como fuentes de alimentación, refugio y zonas de apareamiento sobre todo en especies sensibles a la fragmentación como es el caso del orden Primates.

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, los mamíferos pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, la especie registrada se catalogan en un estrato: arbóreo/arbustivo/sotobosque con el 100% de las especies del ecosistema. La distribución vertical de sustratos para la toma y uso de recursos en los mamíferos hace que las especies tengan diferentes amplitudes de estrato; por tanto pueden caminar horizontalmente, trepar hacia diferentes niveles en los troncos, o simplemente volar en el caso de los Quirópteros entre el sotobosque o dosel. Las especies arbóreas y de dosel pueda que correspondan a las más estrictas limitándose a algunos primates y murciélagos como los de la familia Vespertilionidae donde su área de actividad se encuentra en estratos altos (Sánchez-Palomino et al. 1993, Kalko 1998, Velásquez 2009), u otros Insectívoros aéreos que vuelan a nivel del dosel o con mayor frecuencia, por encima de éste de forma similar a las golondrinas.

La estratificación de la fauna silvestre y en particular de la mastofauna, responde a patrones de adaptación física a la vida en las diferentes coberturas vegetales y según las condiciones que éstas presentan, la competencia entre los mamíferos por recursos ha forzado la existencia de dietas especializadas, así como también el desarrollo de ingeniosas estrategias defensivas ante los depredadores, de ahí que cada animal en su nicho sobrevive gracias a su ventaja sobre las demás especies para encontrar alimento, protección y subsistencia.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Los mamíferos usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de Vegetación secundaria alta se usó una categoría: Omnívoros (Omn).

Omnívoros: A este grupo pertenecen las especies más generalistas que suelen buscar alimento en cualquier parte y son altamente adaptables a ecosistemas muy intervenidos; no obstante es común encontrarlos asociados a ecosistemas con alto disturbio. En ambientes naturales consumen desde frutos y semillas, hasta insectos o animales pequeños incluso en descomposición. La única especie registrada para este gremio trófico fue: *Didelphis marsupialis*.

- **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron mamíferos clasificados como amenazados, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019)

–1), el Libro rojo de los mamíferos de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Aves

○ Composición y riqueza

Para el bosque denso bajo de tierra firme, se identificaron 23 especies de aves, además se registraron 44 individuos distribuidos en 13 familias y cinco órdenes taxonómicos. Todas las especies fueron registradas durante la etapa de campo, mediante las diferentes técnicas de registro como transectos de observación y redes de niebla. También se observa el método de registro y parámetro ecológicos que definen aspectos etológicos de las especies registradas.

Tabla 11-174 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de las aves registradas dentro del área de compensación

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
COLUMBIFORMES	Columbidae	Leptotila verreauxi	O/C	4	0,2	Gra /Ins
CUCULIFORMES	Cuculidae	Crotophaga ani	O	1	0,05	Omn
CUCULIFORMES	Cuculidae	Piaya cayana	O	1	0,05	Ins
ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Rupornis magnirostris	O	1	0,05	Ins /Car
STRIGIFORMES	Strigidae	Megascops choliba	O	1	0,05	Car /Ins
PASSERIFORMES	Thamnophilidae	Thamnophilus doliatus	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Furnariidae	Synallaxis albescens	O	3	0,15	Ins
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Atalotriccus pilaris	O	5	0,25	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Elaenia flavogaster	O	1	0,05	Ins /Fru/ Gra
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Myiozetetes cayanensis	O	1	0,05	Ins /Fru
PASSERIFORMES	Tyrannidae	Zimmerius chrysops	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Pipridae	Cercomacra tyrannina	O	1	0,05	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Cyclarhis gujanensis	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Vireonidae	Hylophilus flavipes	O	2	0,1	Ins
PASSERIFORMES	Troglodytidae	Icterus chrysater	O/C	5	0,25	Ins
PASSERIFORMES	Turdidae	Turdus ignobilis	O	1	0,05	Fru /Ins

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	TIPO DE REGISTRO	ABUNDANCIA TOTAL	ABUNDANCIA RELATIVA	GRUPO TRÓFICO
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator striatipectus	O/C	1	0,05	Fru/ Gra/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara heinei	O	2	0,1	Fru /Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Tangara vitriolina	O/C	1	0,05	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Thraupis episcopus	O/C	3	0,15	Fru/ Ins
PASSERIFORMES	Thraupidae	Saltator maximus	O	2	0,1	Fru/Her/ Ins
PASSERIFORMES	Parulidae	Geothlypis philadelphia	O	1	0,05	Ins/ Her
PASSERIFORMES	Parulidae	Setophaga pitiayumi	O	2	0,1	Ins

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Como era de esperar, el orden Passeriformes fue el de mayor riqueza en la zona, por ser el grupo más diversificado de aves en el planeta, abarcando alrededor del 60% de toda la avifauna existente; Este orden representa el 55% de la avifauna nacional, con 1033 especies de presencia confirmada que se distribuyen en 32 familias (Salaman et al. 2009). Las aves de este orden son consideradas como un importante componente de la dinámica y conservación de los ecosistemas naturales gracias a su papel en el control de poblaciones de insectos, la dispersión de semillas y la polinización (Kattan y Serrano citado por Medina et al. 1992).

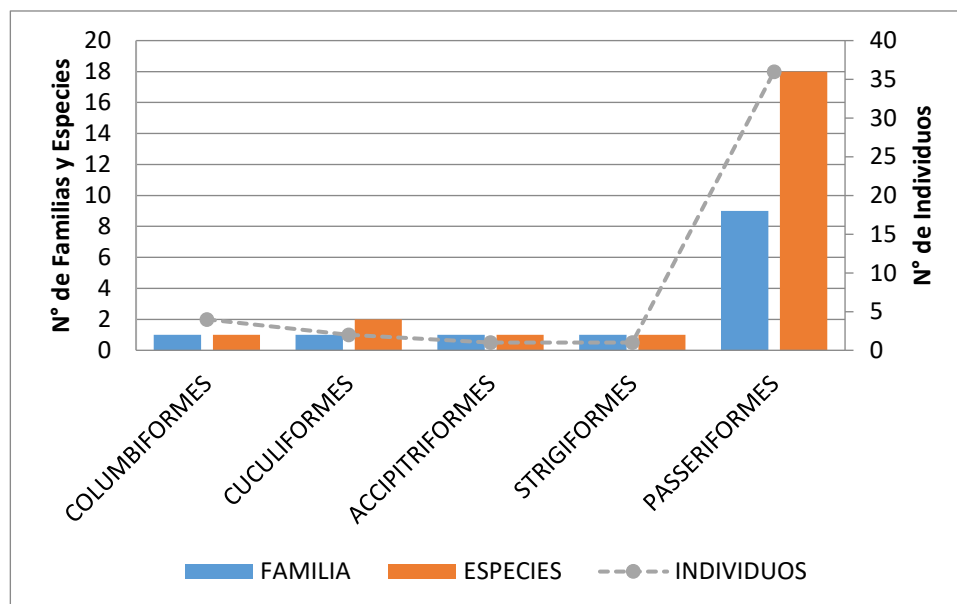


Figura 11-232 Número de familias y especies por orden de las aves registradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

○ **Diversidad**

La biodiversidad es considerada una propiedad emergente de las comunidades biológicas, cuya pérdida genera importantes consecuencias a nivel ecosistémico, tales como la disminución de la productividad, estabilidad, y susceptibilidad a invasiones, por lo que su medición es fundamental para determinar el estado de un ecosistema.

La diversidad de especies puede dividirse en tres componentes que se definen a diferentes escalas espaciales, la diversidad alfa se refiere al número de especies en una muestra o lugar, mientras que la diversidad beta es el recambio espacial de la composición de especies entre varias muestras o lugares, y la diversidad gamma es la diversidad total de especies en todas las muestras o en una determinada región o paisaje (Herzog & Kattan 2011).

Tabla 11-175 Índices de diversidad alfa para la comunidad de aves en el área de compensación

Índices	Vsa
Taxa S	23
Individuals	44
Dominance D	0,06198
Shannon H	2,954
Simpson 1-D	0,938
Evenness e ^{H/S}	0,8336
Menhinick	3,467
Margalef	5,814
Equitability J	0,942
Fisher alpha	19,45
Berger-Parker	0,1136

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Para la vegetación secundaria alta se registraron 23 especies y 44 individuos. Con los datos anteriores se pudo obtener los valores de los índices de diversidad. El índice de dominancia fue de 0,06198, el cual es un valor bajo del índice, indicando que en este ecosistema no existe dominancia de una especie y que todas tienen la misma probabilidad de ocurrencia, así mismo el índice de equitabilidad fue alto con un valor de 0,942 reforzando los resultados del índice de dominancia.

En cuanto a los índices de diversidad se observan valores altos para Shannon con un valor de 2,954, Margalef con un valor de 5,814 y alpha de Fisher con un valor de 19,45, concordando con lo esperado.

- **Relación ecológica de las aves con los ecosistemas**

- **Hábitat**

Las aves tienen rangos de desplazamiento variables que pueden abarcar desde áreas pequeñas hasta áreas muy grandes que incluyen diversos hábitats. El área de compensación, está conformada por una gran variedad de ecosistemas, no obstante en el actual análisis se hará énfasis en el ecosistema de vegetación secundaria alta del zonobioma tropical alternohigrócatatumbo. No obstante, se menciona que el número de especies haciendo uso de este ecosistema podría aumentar considerablemente ya que la composición florística de este ecosistema ofrece una gran variedad de nichos y recursos para el sostenimiento de las poblaciones de aves.

La diversidad y calidad de los hábitats disponibles en un ecosistema, al igual que la biodiversidad, tienen una relación directa con su funcionalidad, debido a que éstos influyen fuertemente en la dinámica y viabilidad poblacional y por lo tanto determinan la persistencia de las especies en un ambiente dado (Hooper et al. 2005).

El hábitat de un ave puede ser descrito con base en las condiciones biofísicas y de la vegetación presentes en el área donde vive. Cada especie ha evolucionado dentro de las restricciones proporcionadas por su hábitat para producir los atributos de su historia de vida (como la fecundidad y longevidad) y las características ecológicas y comportamentales (como la distribución, dispersión y sistema de reproducción) que están íntimamente ligados a su hábitat; así mismo, los procesos ecológicos como la competencia y depredación, pueden variar de forma significativa entre diferentes tipos de hábitat (Crick 1992).

La Vegetación secundaria alta, a pesar de ser un ecosistema en sucesión presenta una composición florística con árboles de gran porte, se esperaría encontrar especies de hábitos restringidos y particulares del ecosistema, al igual que especies generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio.

- **Distribución vertical**

La estructura de la vegetación es importante en la determinación de la estructura y composición de las comunidades de aves mediante la disponibilidad de recursos alimenticios (Lambert 1992 en Lentijo & Kattan 2005). Así mismo Se ha observado que la diversidad de especies de aves aumenta con el porcentaje de cobertura de la vegetación y del incremento del número de estratos (Karr & Roth 1971).

Teniendo en cuenta la estructura del ecosistema, las aves pueden presentar preferencias por los diferentes estratos de la vegetación, en el caso de las especies registradas, en su mayoría son especies de dosel/Sotobosque (Do/Sb) (31%).

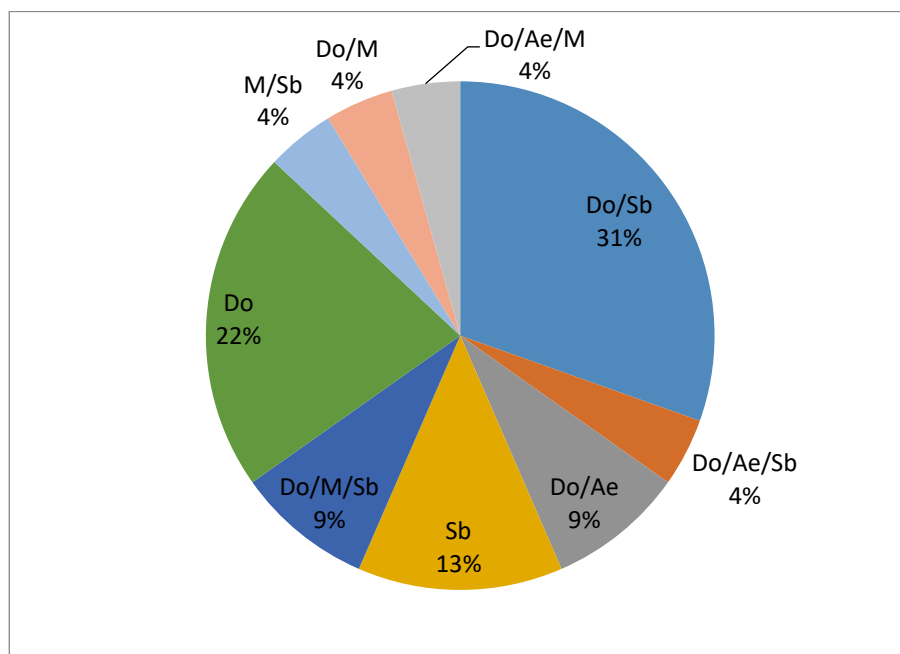


Figura 11-233 Estratificación de las aves del área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según (Pearson 1971), los estratos más utilizados por las aves son el sotobosque y el dosel y en estas coberturas tan intervenidas y con especies de amplia distribución se observó que la mayoría de las especies utilizaron todos los estratos, solamente algunas de hábitos restringidos de sotobosque fueron observadas asociadas a ese estrato.

- **Estructura trófica**

Un gremio trófico se entiende como un grupo de especies semejantes que explotan de manera similar una misma gama de recursos del medio (Castaño, 1998). Las aves usan una gran variedad de recursos alimenticios entre los que se encuentran partes vegetales como frutas, tallos, hojas, semillas, y néctar de flores; además de otros animales como insectos y especies de mayor tamaño como roedores, por lo cual se pueden encontrar en casi cualquier gremio trófico. Además, el análisis de los gremios es importante, para el análisis de las interacciones interespecíficas e intraespecíficas de los miembros de cada uno de los grupos. Estas interacciones se pueden analizar en dos sentidos, como competencia entre los miembros de un mismo gremio o como parte de la cadena trófica (Simberloff, 1991). Para el ecosistema de vegetación secundaria alta se usaron seis categorías: Insectívoros (Ins), Frugívoros (Fru), Omnívoros (Omn), Granívoro (Gra), Carnívoro (Car) y Herbívoro (Her).

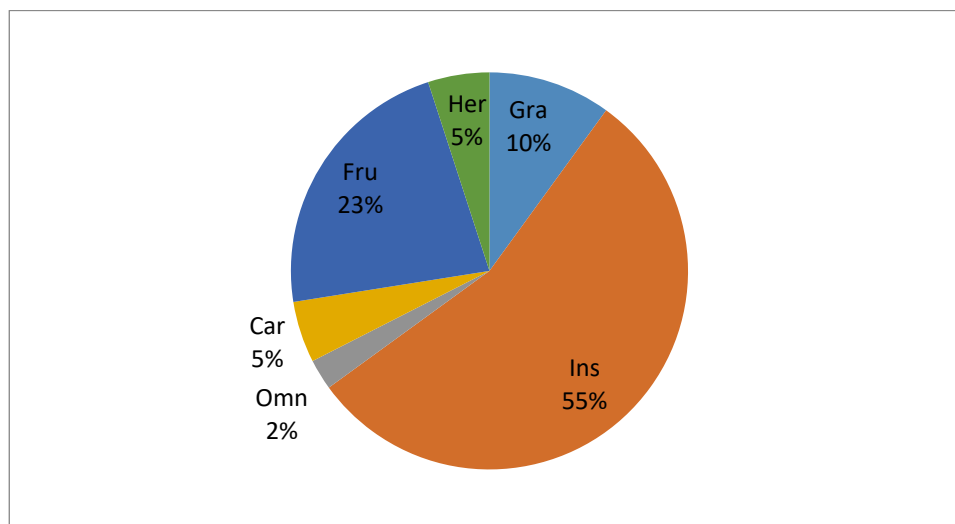


Figura 11-234 Grupos tróficos de las aves encontradas en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Insectívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de insectos, la mayoría de miembros de este gremio son de tamaño pequeño por lo cual sus requerimientos energéticos son bajos.

Frugívoros: A este grupo pertenecen las aves que se alimentan de frutos tanto carnosos como secos. La importancia de los miembros de este gremio radica en que al tener este tipo de dieta son dispersores de semillas, adicionalmente los diversos tipos de interacciones con plantas han sido de carácter coevolutivo hasta el punto que algunas especies de plantas dependen de una sola especie de dispersor para su sobrevivencia y viceversa (Flemming *et al.*, 1987).

Granívoro: A este grupo pertenecen aquellas aves que se alimentan de semillas de áreas de pastos, la mayoría de miembros de este grupo son de tamaño pequeño y forrajean a nivel del suelo.

○ **Especies de interés**

Para el área de compensación, no se registraron aves clasificadas como amenazadas, casi amenazados o con datos deficientes, a nivel global, según la IUCN (2019 –1), el Libro rojo de las aves de Colombia (2006) y la Resolución 1912 (2017). Tampoco se reportan especies endémicas o casi endémicas o en alguno de los apéndices CITES (2017).

Herpetofauna (Anfibios y Reptiles)

Con el fin de realizar la caracterización del grupo biológico de herpetos para los ecosistemas equivalentes a compensar, estos se analizan a nivel de biomas, pues la representatividad y esfuerzo de muestreo permiten analizar las variaciones específicas para las diferentes

especies encontradas en el área de estudio, las cuales fueron muy similares en cada uno de los ecosistemas caracterizados.

✓ **Orobioma Azonal Subandino Catatumbo**

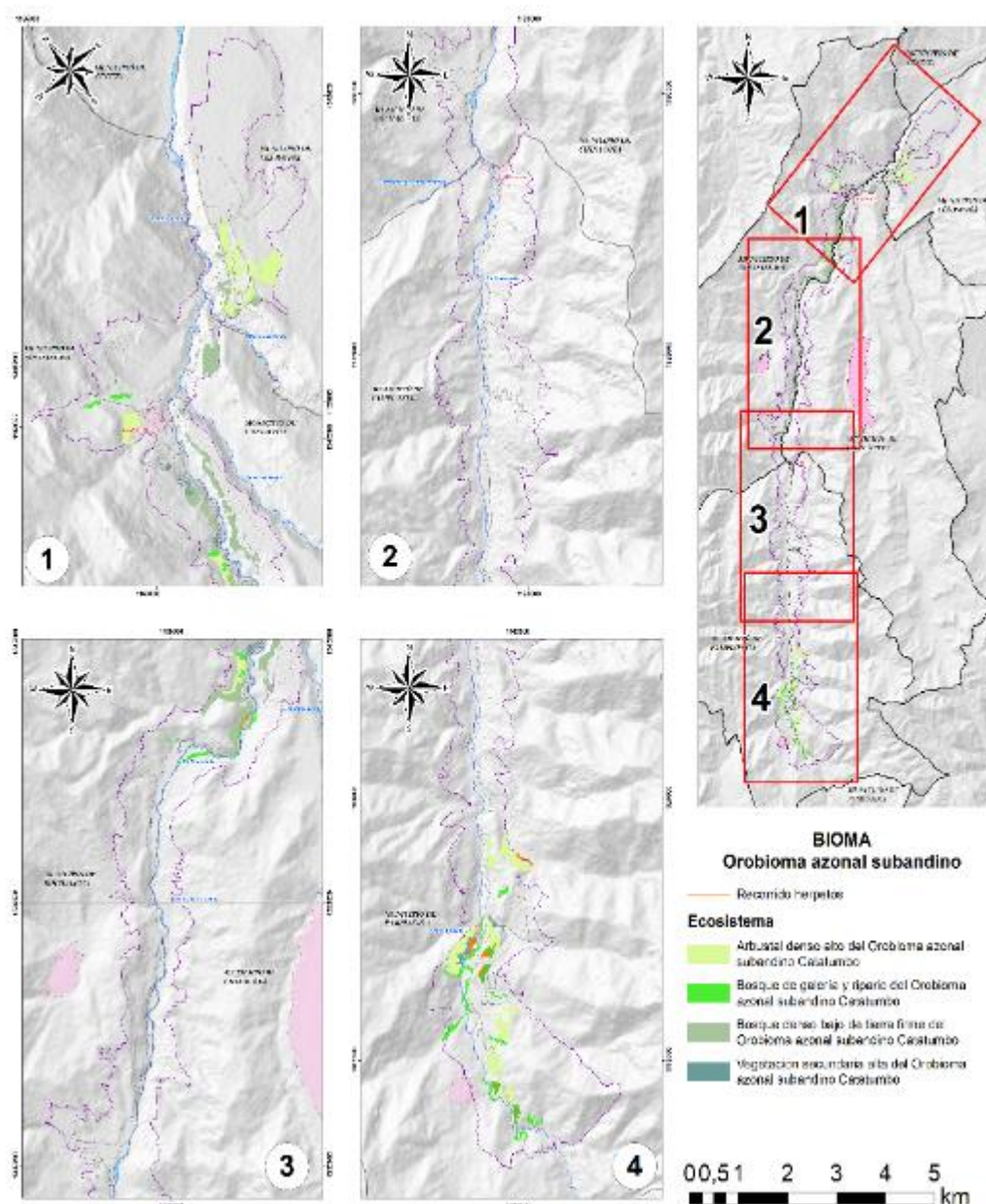


Figura 11-235 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Orobioma azonal subandino

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Representatividad del muestreo

○ Composición y riqueza

En la **Tabla 11-176**, se presenta el listado taxonómico de las especies de herpetos registradas para el Orobioma azonal subandino catatumbo del área de compensación. La composición de herpetos estuvo constituida por un total de cuatro especies (dos anfibios y dos reptiles), todas registradas mediante observación directa de los individuos.

Cabe mencionar que para el ecosistema de arbustal denso alto se registró una sola especie, al igual que para el ecosistema de bosque denso bajo de tierra firme. Mientras que, para el ecosistema de vegetación secundaria alta se registraron tres especies. En contraste para los ecosistemas de bosque de galería y ripario y bosque fragmentado con vegetación secundaria, no se registraron individuos.

Tabla 11-176 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia por ecosistema					Abundancia total	Abundancia relativa	Estrato	Grupo trófico	Actividad
				Arda	Bgr	Bdbtf	Bfvs	Vsa					
ANURA	Hylidae	<i>Boana xerophylla</i>	O	0	0	0	0	2	2	0,1	Ac/Sh	Ins	N
	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus colombiensis</i>	O	0	0	5	0	4	9	0,45	Ac/Sh	Ins	N
SQUAMATA	Sphaerodactylidae	<i>Gonatodes albogularis</i>	O	1	0	0	0	0	1	0,05	Ac/Sh	Ins	N
	Teiidae	<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	O	0	0	0	0	8	8	0,4	Sh	Ins	D

Tipo de registro: (O) Observado, **Ecosistema:** (Arda) Arbustal denso alto, (Bgr) Bosque de galería y ripario, (Bdbtf) Bosque denso bajo de tierra firme, (Bfvs) Bosque fragmentado con vegetación secundaria alta, (Vsa) Vegetación secundaria alta, **Estrato:** (Ac) Acuático, (Sh) Suelo-hojarasca, **Grupo trófico:** (Ins) Insectívoro, **Actividad:** (N) Nocturno, (D) Diurno.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según lo observado en la **Figura 11-222**, la familia con mayor riqueza fue Leptodactylidae, seguida por Teiidae, Hylidae y finalmente Sphaerodactylidae. La distribución y dominancia de las anteriores familias no es atípica dado que éstas constituyen los grupos de anfibios y reptiles predominantes en Colombia y Suramérica (Acosta-Galvis et. al, 2006).

Para el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo, algunos ecosistemas no cuentan con registro de especies, no obstante esto no quiere decir que los herpetos no hagan uso de este ecosistema. Lo anterior se encuentra relacionado con los hábitos de vida de cada una de las especies puesto que la detección de anfibios es más fácil en época de reproducción y en cuanto a los reptiles sus hábitos crípticos dificultan los encuentros; también puede

estar relacionado con las condiciones ambientales como fuertes lluvias y de larga duración, temperatura y humedad.

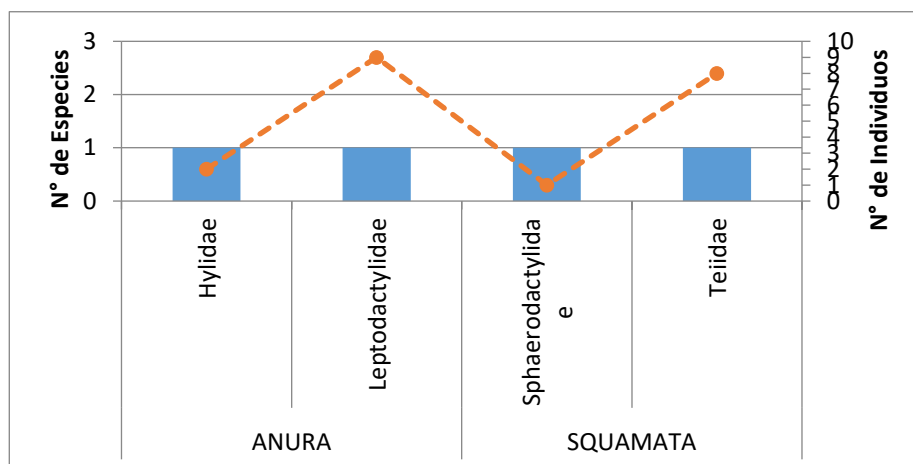


Figura 11-236 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

○ Diversidad

Al evaluar la diversidad alfa en los diferentes ecosistemas del Orobioma azonal subandino catatumbo, se tiene que la vegetación secundaria alta (Vsa) es el ecosistema que presenta la mayor diversidad, pues se registraron tres taxones y 14 individuos (**Tabla 11-177**). Es importante mencionar que por la falta de registros para los ecosistemas de bosque de galería y bosque fragmentado con vegetación secundaria no fue posible realizar el análisis de diversidad correspondiente.

Tabla 11-177 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda	Bdbtf	Vsa
Taxa S	1	1	3
Individuals	1	5	14
Dominance D	1	1	0,4286
Shannon H	0	0	0,9557
Simpson 1-D	0	0	0,5714
Margalef	0	0	0,7578
Equitability J	0	0	0,8699
Fisher alpha	0	0,3759	1,171
Ecosistemas: (Arda) Arbustal denso alto, (Bdbtf) Bosque denso bajo de tierra firme, (Vsa) Vegetación secundaria alta			

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

- ✓ Arbustal denso alto del Oroboma azonal subandino catatumbo.

Debido al registro de una sola especie con un solo individuo para este ecosistema, el análisis de la diversidad alfa de herpetos arroja dominancia por parte de una sola especie; sin embargo, por las condiciones ambientales al momento de hacer el muestreo se dificulta el encuentro de otros grupos más sensibles a esas condiciones. Por tanto, no se puede hablar de una dominancia absoluta por parte de *Gonatodes albogularis* y descartar la presencia de otras especies más sensibles.

- ✓ Bosque denso bajo de tierra firme del Oroboma azonal subandino catatumbo

Al igual que para el ecosistema anterior, para el bosque denso bajo de tierra firme se registró una especie con cinco individuos. Por lo tanto según los índices de diversidad se presenta dominancia de una especie *Leptodactylus colombiensis*. No obstante el alpha de Fisher arroja un valor de 0,3759.

- ✓ Vegetación secundaria alta del Oroboma azonal subandino catatumbo

Para este ecosistema se registraron tres especies con un total de 14 individuos, por lo tanto se puede considerar como el ecosistema más diverso del Oroboma azonal subandino catatumbo. Esto puede estar relacionado con la disponibilidad de un mayor número de hábitats que son utilizados por los herpetos al presentar una estructura florística más compleja en comparación con los otros ecosistemas.

El valor del índice de dominancia se puede considerar como bajo (0,4286), indicando una mayor diversidad de especies esperadas. En cuanto al índice de Shannon (0,9557) y el índice de Margalef (0,7578) los valores se consideran altos, esto concuerda con lo obtenido con el índice de dominancia los cuales se esperan que tengan valores inversamente proporcionales.

En cuanto al índice de equitabilidad (0,8699), también considerado como alto, se puede establecer que todas las especies que hagan uso del ecosistema tienen igual probabilidad de ser detectadas y que no existe dominancia por parte de una sola especie.

- **Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas**

- **Hábitat**

El ecosistema muestreado con mayor composición de herpetos, es la vegetación secundaria alta (Vsa) con registro de tres especies y 14 individuos, seguido por el bosque denso bajo de tierra firme con una especie y cinco individuos. Por último, se encuentra el arbustal denso con una especie y un individuo registrado. Los herpetos y sus historias de vida muestran que pueden tolerar ciertas variaciones, algunas veces drásticas como la ganadería y la agricultura extensiva (**Figura 11-237**).

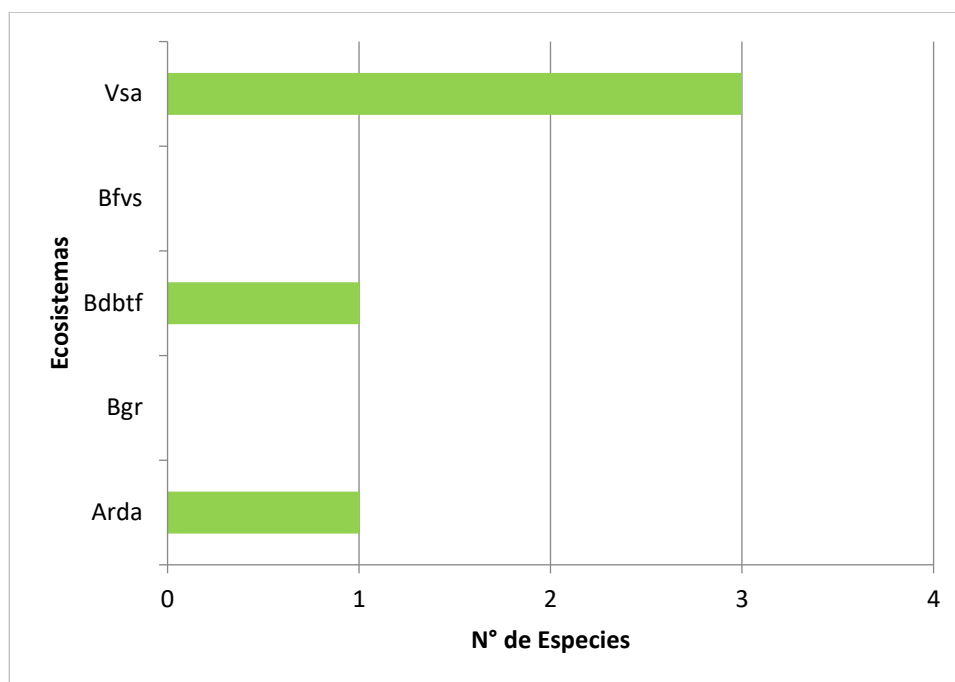


Figura 11-237 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

- ✓ Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino catatumbo.

Con los resultados obtenidos se evidencia que especies pequeñas como *G.albogularis*, prefieren hacer uso de vegetación de bajo porte, como la encontrada en el arbustal denso alto generalmente esta especie es encontrada en los troncos o hendiduras de los arbustos.

- ✓ Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino catatumbo

En el caso de los anfibios, los modos reproductivos confieren a las especies diferentes estrategias de tolerancia a ecosistemas transformados que están relacionados con la desecación y el uso de microhábitats. Por consiguiente las especies presentan posturas en masas gelatinosas que depositan en charcas temporales (agua estancada) o en nidos de espuma entre raíces frescas para su protección (refugio) contra la desecación y depredación, como es el caso de los leptodactilidos (Zug, 1979), por tal motivo la anurofauna que se distribuye verticalmente y en general las especies terrestres prefieren los elementos arbóreos por su estructura vertical.

La única especie reportada para este ecosistema fue *Leptodactylus colombiensis*, la cual además de ser terrestre, tienen hábitos trepadores y aprovechan los estratos medios tanto de borde como de interior de coberturas con distribución vertical que permiten aprovechar el carácter fitotelamata de algunas bromelias. Cabe mencionar que no se registraron

especies de reptiles asociadas a este ecosistema, sin embargo a causa de la estructura florística del mismo es muy probable que los reptiles hagan uso del mismo.

- ✓ Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino catatumbo

Los herpetos presentes en este ecosistema son los representantes de las familias Hylidae, Leptodactylidae y Teiidae, todas con preferencia por el estrato bajo de la vegetación, además, son conocidos por su agilidad y voracidad. Estos son usualmente hallados al borde de vegetación en proceso de sucesión, donde se refugian en las horas del día hacia el interior pero siempre cerca del borde desde donde se les escucha cantar. Los herpetos aquí encontrados pertenecen a familias que son las más representativas en términos de riqueza debido a una mayor capacidad de tolerancia al desarrollo rural.

• Distribución vertical

Con respecto a los anuros hílidos más abundantes, se evidencia que especies pequeñas como la rana (*Boana xerophylla*), hace uso de vegetación herbácea emergente, mientras que las especies más grandes como las representantes de la familia Leptodactylidae generalmente se encuentran en el sotobosque, al igual que las especies de reptiles de las familias Teiidae y Sphaerodactylidae. No obstante, las especies encontradas también hacen uso de ecosistemas acuáticos.

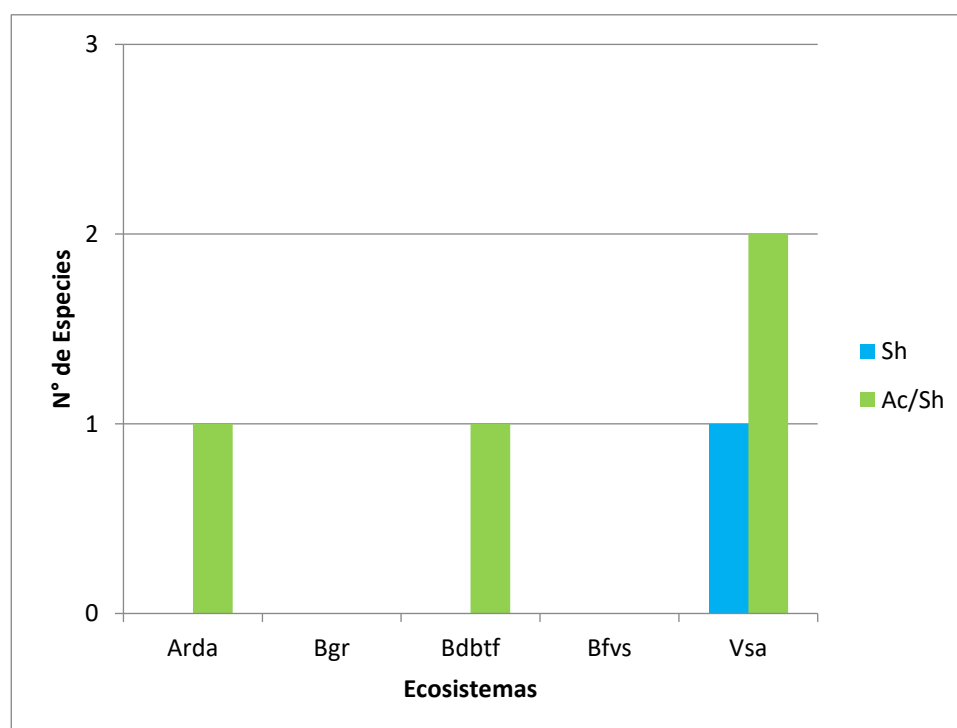


Figura 11-238 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

De acuerdo a la distribución vertical de los anfibios se puede inferir, que según los resultados, las especies más grandes ocupan el extremo vertical más bajos ya sea rasante y herbáceos o estratos medio/altos arbóreos; mientras que las especies con un menor peso corporal pueden establecerse en estratos herbáceos y/o arbustivos.

- **Estructura trófica**

Diversos reportes sobre la composición alimenticia de los herpetos indican que este grupo de vertebrados presentan dietas muy diversas que van desde insectívoros, carnívoros, herbívoros y omnívoros. No obstante, para el ecosistema Orobioma azonal subandino catatumbo solamente se registraron especies insectívoras.

Adicionalmente, se observó que la mayoría de las especies de herpetos encontradas se alimentan de hormigas (Hymenoptera), moscas (Diptera), termitas (Isoptera), cucarrones (Coleoptera) y arañas (Araneae) (Medina-Rangel, 2011). Para las especies de leptodactílidos que son propias de microhábitats más terrestres, muestran preferencias alimenticias por los ortópteros (saltamontes), y en menor medida termitas, hormigas y coleópteros.

Dentro de la cadena trófica los anfibios desempeñan labores como controladores biológicos de organismos transmisores de enfermedades para la salud humana (vectores de enfermedades) y cultivos (Lajmanovich, 2003). Igualmente, juegan un papel importante en el ciclaje de nutrientes y flujo de energía, ya que estos organismos constituyen el recurso alimenticio de muchas especies principalmente de serpientes, aves y tortugas ayudando a mantener el funcionamiento de los ecosistemas (Beard, 2002).

- **Especies de interés**

- **Amenazadas**

No se presentan especies de herpetos amenazados a nivel global según la IUCN (2019-1) y a nivel nacional según los libros rojos y la resolución 1912 de 2017, en el listado de especies registradas para el orobioma azonal subandino catatumbo mediante las técnicas y la metodología aplicada, sin embargo se resalta el rol ecológico como bioindicadores.

- **Endémicas y casi endémicas**

Se encontró una sola especie endémica de Colombia perteneciente al grupo de los anfibios para el orobioma azonal subandino catatumbo, a saber *Leptodactylus colombiensis*.

- **CITES**

No se presentan especies de herpetos calificados en alguno de los apéndices CITES (2017) para el orobioma azonal subandino catatumbo mediante las técnicas y la metodología aplicada.

➤ **Orobioma Subandino Catatumbo**

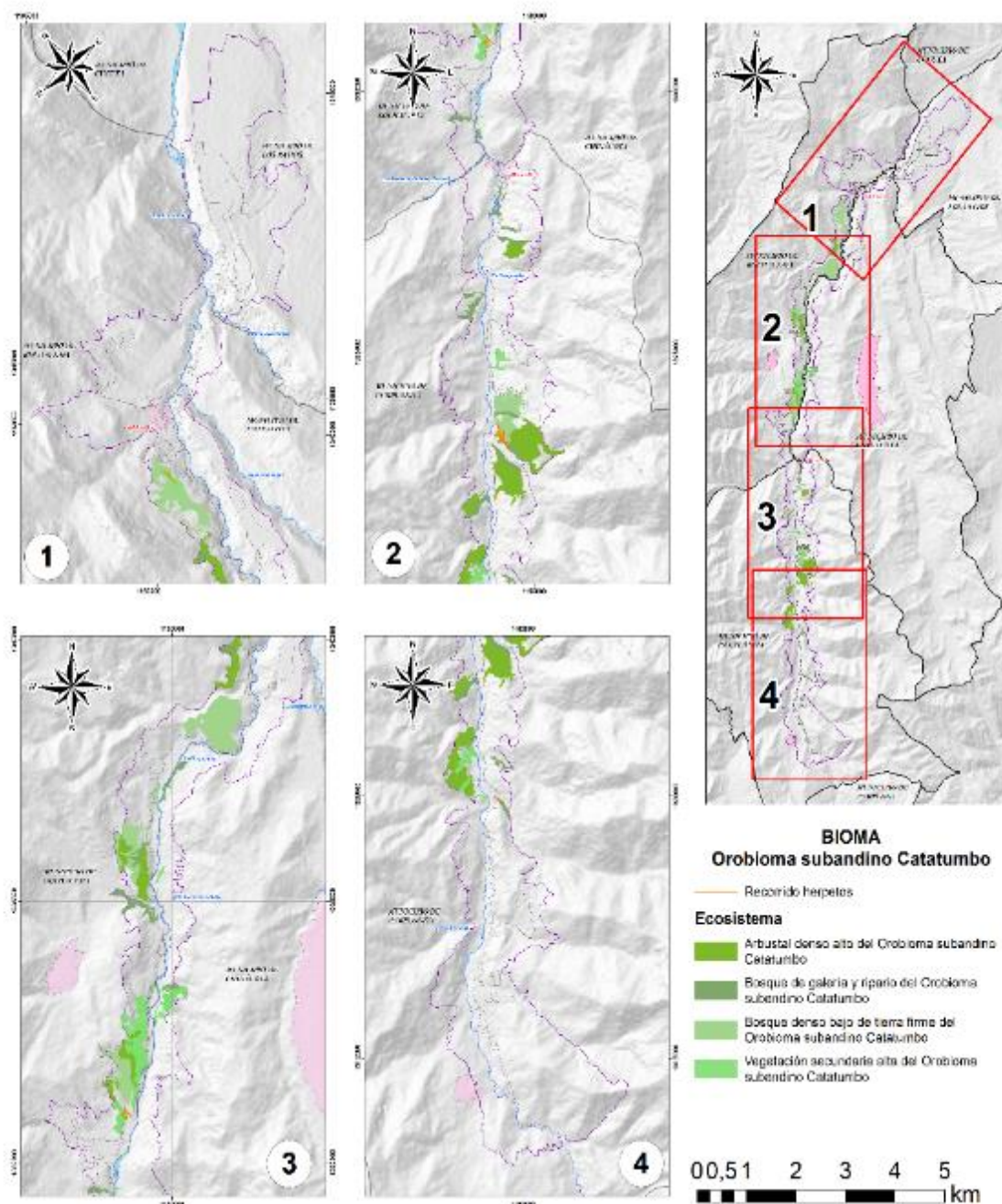


Figura 11-239 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Composición y riqueza

En la Tabla 11-178, se presenta el listado taxonómico de las especies de herpetos registradas para el Orobioma subandino catatumbo del área de compensación. La composición de herpetos estuvo constituida por un total de nueve especies (seis anfibios y tres reptiles), todas registradas mediante observación directa de los individuos.

Cabe mencionar que para el ecosistema de vegetación secundaria alta se registró una sola especie, mientras que para el ecosistema de arbustal denso alto se registraron tres especies y siete para el ecosistema de bosque de galería y ripario. En contraste para los ecosistemas de bosque fragmentado con vegetación secundaria y bosque denso bajo de tierra firme, no se registraron individuos.

Tabla 11-178 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Orobioma Subandino Catatumbo

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia por ecosistema					Abundancia total	Abundancia relativa	Estrato	Grupo trófico	Actividad
				Arda	Bgr	Bdbf	Bfvs	Vsa					
Anura	Hylidae	Boana xerophylla	O	0	1	0	0	0	1	0,05	Ac/Sh	Ins	N
	Bufonidae	Rhinella horribilis	O	2	3	0	0	0	5	0,25	Ac/Sh	Omn	N
	Leptodactylidae	Leptodactylus fuscus	O	0	1	0	0	0	1	0,05	Ac/Sh	Ins	N
		Leptodactylus poecilochilus	O	0	3	0	0	0	3	0,15	Sh	Ins	N
	Strabomantidae	Pristimantis frater	O	0	3	0	0	0	33	1,65	Ac/Sh	Ins	N
		Pristimantis gryllus	O	0	1	0	0	0	13	0,65	Ac/Sh	Ins	N
Squamata	Teiidae	Cnemidophorus lemniscatus	O	7	0	0	0	4	11	0,55	Sh	Ins	D
	Iguanidae	Iguana iguana	O	1	0	0	0	0	1	0,05	Sh/Ac/Arb	Her	D
	Corytophanidae	Basiliscus basiliscus	O	0	2	0	0	0	2	0,1	Ac	Omn	D

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Según lo observado en la **Figura 11-240**, la familia con mayor riqueza fue Strabomantidae con dos especies y 46 individuos, seguida Leptodactylidae con dos especies y cuatro individuos, Teiidae con una especie y 11 individuos y Bufonidae con una especie y cinco individuos, finalmente las familias restantes están representadas por una especie y un individuo. La distribución y dominancia de las anteriores familias no es atípica dado que éstas constituyen los grupos de anfibios y reptiles predominantes en Colombia y Suramérica (Acosta-Galvis et. al, 2006).

Para el Orobioma Subandino Catatumbo, algunos ecosistemas no cuentan con registro de especies, no obstante esto no quiere decir que los herpetos no hagan uso de este ecosistema. Lo anterior se encuentra relacionado con los hábitos de vida de cada una de las especies puesto que la detección de anfibios es más fácil en época de reproducción y en cuanto a los reptiles sus hábitos crípticos dificultan los encuentros; también puede estar relacionado con las condiciones ambientales como fuertes lluvias y de larga duración, temperatura, humedad y en general la disponibilidad de recursos, al momento de hacer el muestreo.

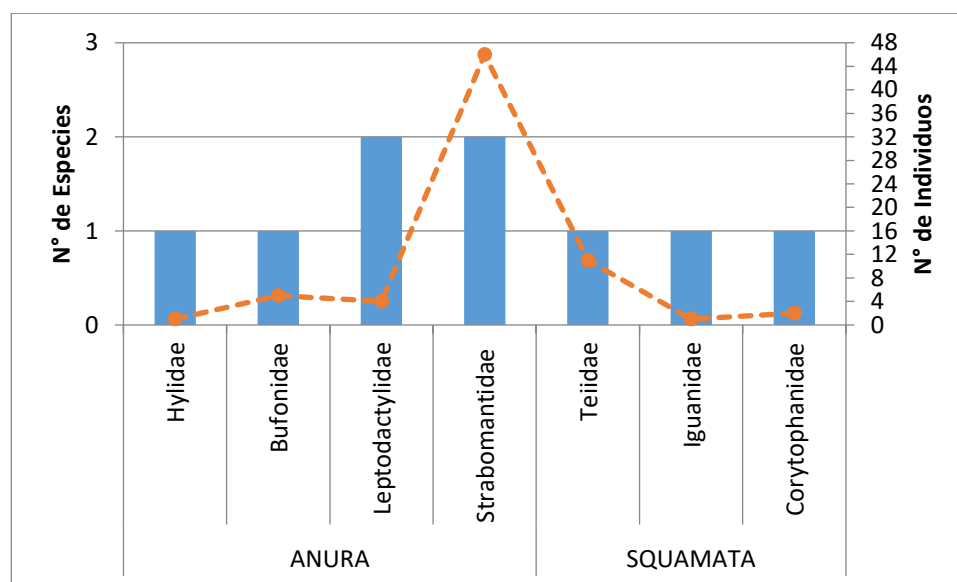


Figura 11-240 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Orobioma Azonal Subandino Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.AS., 2019

Diversidad

Al evaluar la diversidad alfa en los diferentes ecosistemas del Orobioma subandino catatumbo, se tiene que el bosque de galería y ripario (Bgr) es el ecosistema que presenta la mayor diversidad, pues se registraron siete taxones y 56 individuos, seguido del arbustal denso alto (Arda) con tres taxones y 10 individuos (**Tabla 11-179**). Es importante mencionar que por la falta de registros para los ecosistemas de bosque denso bajo de tierra firme y bosque fragmentado con vegetación secundaria no fue posible el cálculo de los índices de diversidad, ni el análisis correspondiente.

Tabla 11-179 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Orobioma Subandino Catatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda	Bgr	Vsa
Taxa S	3	7	1
Individuals	10	56	4

Índices	Arda	Bgr	Vsa
Dominance D	0,54	0,4088	1
Shannon H	0,8018	1,227	0
Simpson 1-D	0,46	0,5912	0
Margalef	0,8686	1,491	0
Equitability J	0,7298	0,6306	0
Fisher alpha	1,453	2,112	0,4279
Ecosistemas: (Arda) Arbustal denso alto, (Bgr) Bosque de galería y ripario, (Vsa) Vegetación secundaria alta			

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Arbustal denso alto del Orobioma subandino catatumbo.

Como se observa en la **Tabla 11-179**, y teniendo en cuenta los resultados de los índices de dominancia, diversidad y equitabilidad se puede inferir que el ecosistema no presenta dominancia por parte de una especie ($D=0,54$) puesto que el valor del índice es menor a 0,7. Además, la diversidad es alta según los índices de Shannon y Margalef ($H= 0,8018$ y $Mf= 0,8686$) con valores superiores a 0,5, no obstante el valor del alpha de Fisher (1,453) fue bajo.

En cuanto al índice de equitabilidad que es de 0,7298 se infiere que es medio, esto quiere decir que todas las especies de herpetos que hacen uso de los recursos ofrecidos por este ecosistema tienen igual probabilidad de ocurrencia. Con lo anterior se puede decir que este ecosistema se encuentra en buenas condiciones.

Bosque de galería y ripario del Orobioma subandino catatumbo

En la **Tabla 11-179**, se presentan los resultados del análisis de diversidad para el ecosistema y al analizar los resultados obtenidos para los índices de dominancia, diversidad y equitabilidad se puede inferir que el ecosistema es diverso y no presenta dominancia (0,4088) de especies, puesto que el valor del índice es menor a 0,5.

Los índices de diversidad Shannon (1,227) y Margalef (1,491), indican que el ecosistema se encuentra en buenas condiciones y que es capaz de mantener las comunidades de herpetos que allí se presenten. No obstante, el índice de equitabilidad (0,6306) es bajo indicando que aunque no se presenta dominancia por parte de una especie, no todas las especies que hagan uso del ecosistema tienen igual probabilidad de ocurrencia.

Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino catatumbo

Debido a que en este ecosistema solo se registró una especie y cuatro individuos, el análisis de la diversidad alfa de herpetos arroja dominancia por parte de una sola especie; sin embargo, por las condiciones ambientales al momento de hacer el muestreo se dificulta el encuentro de otros grupos más sensibles a esas condiciones. Por tanto no se puede hablar

de una dominancia absoluta por parte de *Cnemidophorus lemniscatus* y descartar la presencia de otras especies más sensibles sería erróneo.

Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas

Hábitat

El ecosistema muestreado con mayor composición de herpetos fue el bosque de galería y ripario (Bgr) con registro de siete especies y 56 individuos, seguido por el arbustal denso alto (Arda) con tres especies y 10 individuos. Por último, se encuentra la vegetación secundaria alta (Vsa) con una especie y cuatro individuos registrados. Los herpetos y sus historias de vida muestran que pueden tolerar ciertas variaciones algunas veces drásticas como la ganadería y la agricultura a gran escala (**Figura 11-241**).

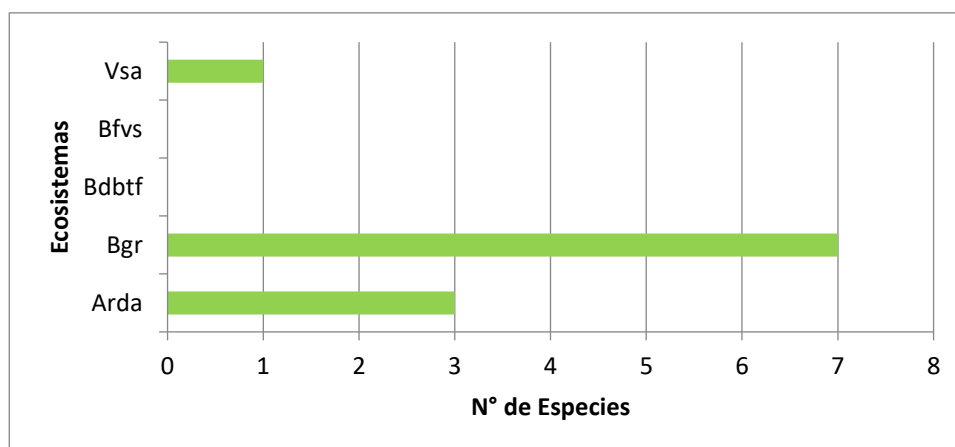


Figura 11-241 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Arbustal denso alto del Oroboma subandino catatumbo.

Al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio. Con los resultados obtenidos se evidencia que especies generalistas como *Rhinella horribilis*, *Cnemidophorus lemniscatus* e *Iguana iguana*, prefieren hacer uso de vegetación de bajo porte, como la encontrada en el arbustal denso alto.

Bosque de galería y ripario del Oroboma subandino catatumbo

El bosque de galería y ripario al ser un ecosistema natural con una mayor complejidad florística que ofrece una mayor variedad de recursos además de estar asociado a cuerpos de agua como caños o quebradas, es de esperar que tenga un mayor número de especies asciendo uso de sus recursos.

En el caso de los herpetos, los modos reproductivos confieren a las especies diferentes estrategias de tolerancia a ecosistemas transformados que están relacionados con la desecación y el uso de microhábitats. Por consiguiente las especies presentan estrategias para su protección (refugio) contra la desecación y depredación (Zug, 1979), por tal motivo los herpetos que se distribuyen verticalmente y en general las especies terrestres prefieren los elementos arbóreos por su estructura vertical.

Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino catatumbo

Para este ecosistema se registró una sola especie, perteneciente al grupo de los reptiles *Cnemidophorus lemniscatus*. Esta especie suele encontrarse en el estrato bajo del ecosistema vegetación secundaria alta, además, son conocidos por su agilidad al escapar.

Esta especie también se puede encontrar al borde de la vegetación en proceso de sucesión, donde se refugian en las horas del día hacia el interior pero siempre cerca del borde.

Distribución vertical

Con respecto a los anuros hílidos más abundantes (**Figura 11-242**), se evidencia que especies pequeñas como la rana (*Boana xerophylla*) y especies de la familia Strabomantidae (*Pristimantis frater* y *Pristimantis gryllus*), hacen uso de vegetación herbácea emergente y también de hábitats acuáticos permanentes o estacionales que se encuentran en los ecosistemas, mientras que las especies más grandes como las representantes de la familia Leptodactylidae generalmente se encuentran en el sotobosque, al igual que las especies de reptiles de las familias Teiidae, Iguanidae y Corytophanidae.

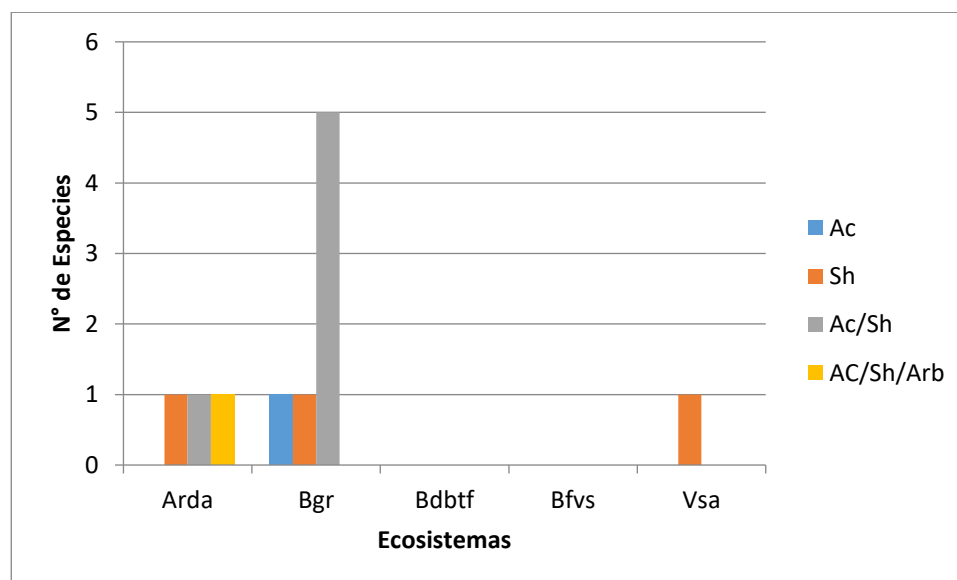


Figura 11-242 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo a la distribución vertical de los herpetos se puede inferir, que según los resultados, las especies más grandes ocupan el extremo vertical más bajos ya sea rasante y herbáceos o estratos medio/altos arbóreos; mientras que las especies con un menor peso corporal pueden establecerse en estratos herbáceos y/o arbustivos.

Estructura trófica

Diversos reportes sobre la composición alimenticia de los herpetos indican que este grupo de vertebrados presentan dietas muy diversas que van desde insectívoros, carnívoros, herbívoros y omnívoros. Sin embargo, se observó que la mayoría de las especies de herpetos encontradas se alimentan de hormigas (Hymenoptera), moscas (Diptera), termitas (Isoptera), cucarrones (Coleoptera) y arañas (Araneae) (Medina-Rangel, 2011).

Dentro de la cadena trófica los herpetos desempeñan labores como controladores biológicos de organismos transmisores de enfermedades para la salud humana (vectores de enfermedades) y cultivos (Lajmanovich, 2003). Igualmente, juegan un papel importante en el ciclaje de nutrientes y flujo de energía, ya que estos organismos constituyen el recurso alimenticio de muchas especies principalmente de serpientes, aves y tortugas ayudando a mantener el funcionamiento de los ecosistemas (Beard, 2002).

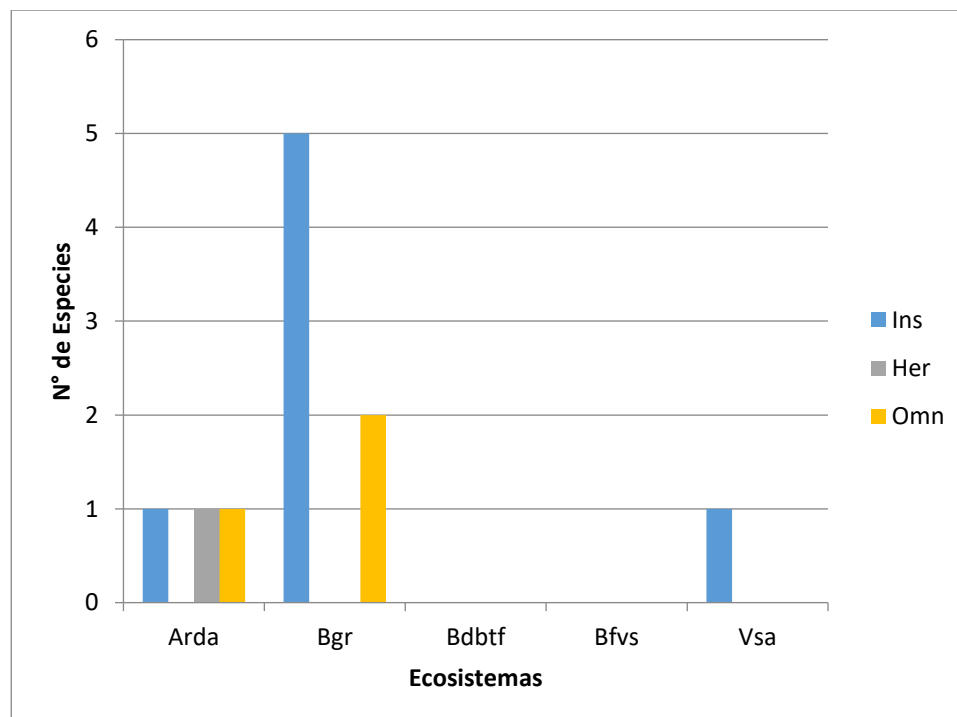


Figura 11-243 Grupos tróficos de los herpetos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El comportamiento de las ranas arborícolas, terrestres y en las especies de sapos es poco conocido en el país. Para el caso específico del estudio, se pudo establecer, que el 90% de los anfibios registrados presentan una dieta insectívora, adicional a esto, solo se reporta una especie con hábitos posiblemente omnívoros (*R.horribilis*).

Los miembros de la familia Hylidae del genero Boana puede presentar algún tipo de solapamiento de la dieta, sin embargo este es mínimo, debido principalmente al tamaño diferencial en las presas ingeridas entre las especies de diferentes tamaños corporales entre otros. Para las especies de leptodactílidos que son propias de microhábitats más terrestres, muestran preferencias alimenticias por los ortópteros (saltamontes), y en menor medida termitas y coleópteros.

En cuanto a los reptiles, se observó que la mayoría de los reptiles presentan una dieta amplia, que va desde hábitos carnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, así como carroñeros, no obstante, para el orobioma subandino catatumbo las especies registradas pertenecen a los gremios tróficos insectívoro, herbívoros y omnívoros. Algunos lagartos presentes en la zona de estudio que habitan en la hojarasca o en troncos, tienden a especializarse en artrópodos pequeños como termitas y cucarachas (*Cnemidophorus lemniscatus*).

Asimismo, algunos saurios como *Basiliscus basiliscus* exhibe una dieta omnívora, en la que incluye artrópodos, ranas, lagartos, hojas, y frutas, así como también carroña desempeñando funciones dentro de la cadena trófica como reciclador de nutrientes (Mcbrayer, 2002).

Especies de interés

Amenazadas

No se presentan especies de herpetos amenazados a nivel global según la IUCN (2019-1) y a nivel nacional según los libros rojos y la resolución 1912 de 2017, en el listado de especies registradas para el orobioma subandino catatumbo mediante las técnicas y la metodología aplicada, sin embargo la rana *Boana xerophylla* se encuentra catalogada como una especie con datos deficientes por la IUCN.

Endémicas y casi endémicas

Se encontró una sola especie endémica de Colombia perteneciente al grupo de los anfibios para el orobioma subandino catatumbo, a saber *Pristimantis frater*.

CITES

Según los apéndices CITES (2017), se registró una especie en el apéndice II, debido a que actualmente no se encuentra en peligro pero podría llegar a estarlo si no se controla su comercio, se trata de la iguana (*Iguana iguana*).

➤ **Zonobioma Tropical Alternohigróico Catatumbo**

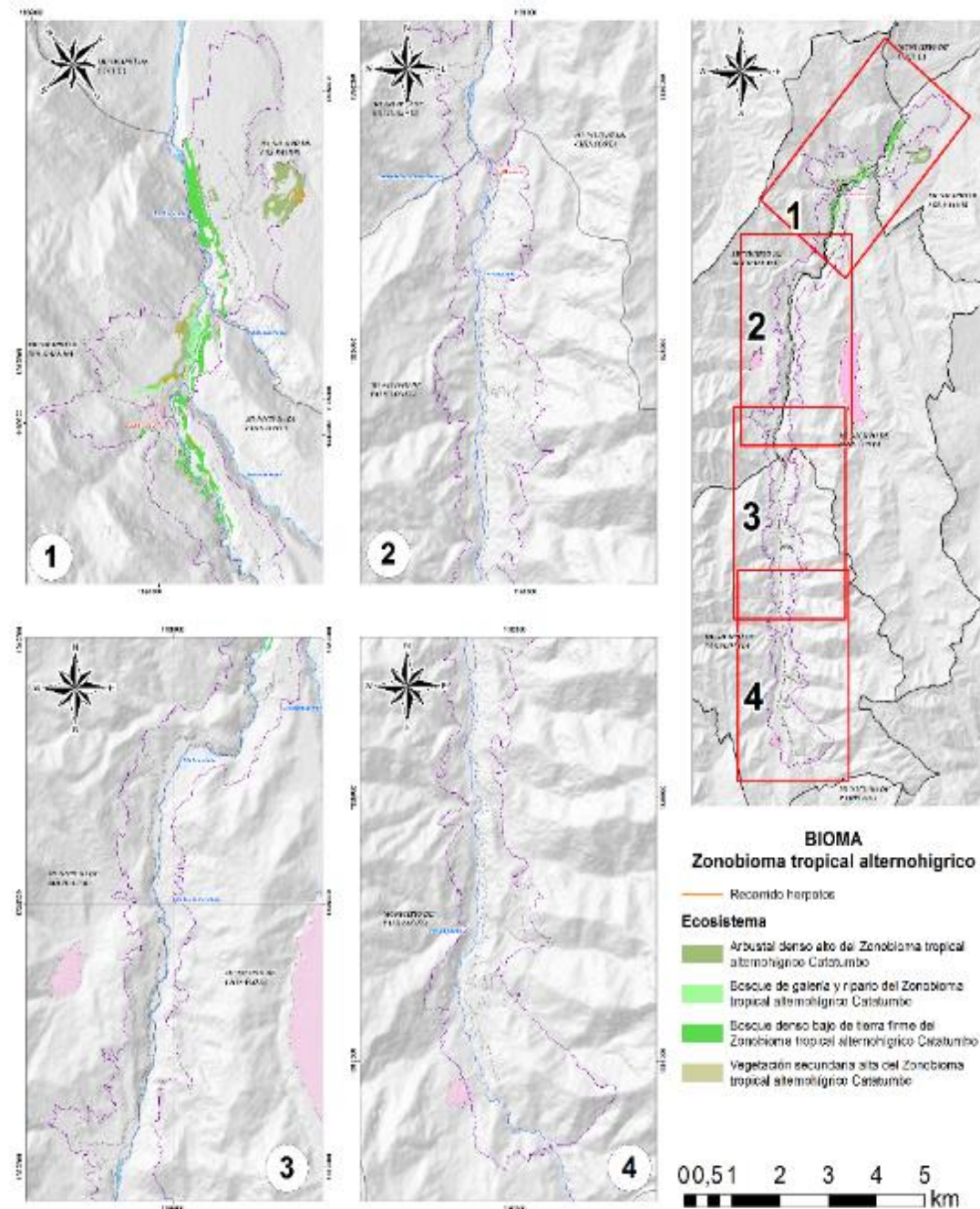


Figura 11-244 Muestreo del grupo biológico herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohigróico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Composición y riqueza

En la **Tabla 11-115**, se presenta el listado taxonómico de las especies de herpetos registradas para el Zonobioma Alternohigrico Catatumbo del área de compensación. La composición de herpetos estuvo constituida por un total de 21 especies (12 anfibios y nueve reptiles), todas registradas mediante observación directa de los individuos.

Cabe mencionar que para el ecosistema bosque denso bajo de tierra firme se registró una sola especie, mientras que para el ecosistema de arbustal denso alto se registraron 13 especies y 16 para el ecosistema de bosque de galería y ripario. En contraste para el ecosistema vegetación secundaria alta, no se registraron individuos.

Tabla 11-180 Listado taxonómico y parámetros ecológicos de los herpetos registrados dentro del área de compensación en el Zonobioma Alternohigrico Catatumbo

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia por ecosistema				Abundancia total	Abundancia relativa	Estrato	Grupo trófico	Actividad
				<L	m	M	>					
Anura	Hylidae	Boana xerophylla	O	1	2	0	0	3	0,15	Ac/Sh	Ins	N
		Dendropsophus microcephalus	O	0	3	0	0	3	0,15	Sh	Ins	N
		Scinax ruber	O	1	0	0	0	1	0,05	Ac	Ins	N
	Bufonidae	Rhinella horribilis	O	4	0	0	0	4	0,2	Ac/Sh	Om _n	N
		Rhinella humboldti	O	0	2	0	0	2	0,1	Sh	Om _n	N
	Leptodactylidae	Engystomops pustulosus	O	5	1	0	0	6	0,3	Ac/Sh	Ins	N
		Leptodactylus colombiensis	O	5	9	0	0	14	0,7	Ac/Sh	Ins	N
		Leptodactylus fuscus	O	0	2	0	0	2	0,1	Ac/Sh	Ins	N
		Leptodactylus insularum	O	4	0	0	0	4	0,2	Sh	Ins	N
	Strabomantidae	Pristimantis frater	O	0	5	0	0	5	0,25	Ac/Sh	Ins	N
		Pristimantis gryllus	O	0	3	0	0	3	0,15	Ac/Sh	Ins	N
Squamata	Dendrobatiidae	Aromobates aff. Saltuensis	O	9	14	0	0	23	1,15	Ac	Ins	N
	Colubridae	Chironius carinatus	O	1	0	0	0	1	0,05	Sh	Car	N
	Viperidae	Bothrops asper	O	1	0	0	0	1	0,05	Sh	Car	N
	Sphaerodactylidae	Gonatodes albogularis	O	7	4	0	0	11	0,55	Ac/Sh	Ins	N
	Teiidae	Cnemidophorus lemniscatus	O	17	26	2	0	45	2,25	Sh	Ins	D
	Phyllodactylidae	Thecadactylus rapicauda	O	0	1	0	0	1	0,05	Sh	Ins	N
	Dactyloidae	Anolis auratus	O	6	15	0	0	21	1,05	Sh	Ins	D
		Anolis tropidogaster	O	0	1	0	0	1	0,05	Sh	Ins	D

Orden	Familia	Especie	Tipo de registro	Abundancia por ecosistema				Abundancia total	Abundancia relativa	Estrato	Grupo trófico	Actividad
				A	B	M	V					
	Iguanidae	Iguana iguana	O	0	4	0	0	4	0,2	Sh/Ac /Arb	Her	D
	Corytophanidae	Basiliscus basiliscus	O	2	6	0	0	8	0,4	Ac	Om n	D

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Según lo observado en la **Figura 11-245**, la familia con mayor riqueza fue Leptodactylidae con cuatro especies y 26 individuos, seguida por Hylidae con tres especies y siete individuos, Bufonidae (dos especies y seis individuos), Strabomantidae (dos especies y ocho individuos) y Dactyloidae (dos especies y 22 individuos), finalmente las familias restantes están representadas por una especie. La distribución y dominancia de las anteriores familias no es atípica dado que éstas constituyen los grupos de anfibios y reptiles predominantes en Colombia y Suramérica (Acosta-Galvis et. al, 2006).

Para el Zonobioma tropical Alternohígrico Catatumbo, uno de los ecosistemas no cuentan con registro de especies, no obstante esto no quiere decir que los herpetos no hagan uso del mismo.

Lo anterior se encuentra relacionado con los hábitos de vida de cada una de las especies puesto que la detección de anfibios es más fácil en época de reproducción y en cuanto a los reptiles sus hábitos crípticos dificultan los encuentros; también puede estar relacionado con las condiciones ambientales como fuertes lluvias y de larga duración, temperatura, humedad y en general la disponibilidad de recursos, al momento de hacer el muestreo.

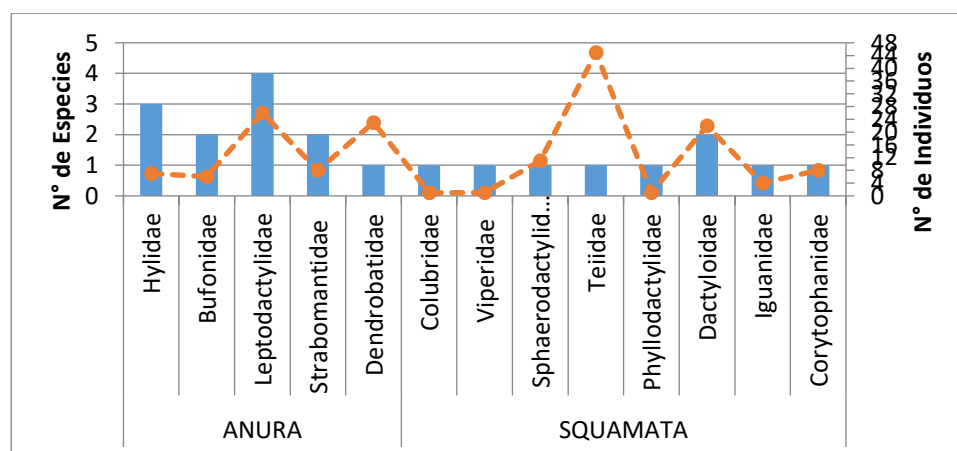


Figura 11-245 Número de individuos y especies para las familias de herpetos registrados en el área de compensación para el Zonobioma Tropical Alternohígrico Catatumbo

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Diversidad

Al evaluar la diversidad alfa en los diferentes ecosistemas del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo, se tiene que el bosque de galería y ripario (Bgr) es el ecosistema que presenta la mayor diversidad, pues se registraron 16 taxones y 98 individuos, seguido del arbustal denso alto (Arda) con 13 taxones y 63 individuos y el bosque denso bajo de tierra firme (Bdbtf) con un taxón y dos individuos (**Tabla 11-179**). Es importante mencionar que por la falta de registros para el ecosistema de vegetación secundaria no fue posible el cálculo de los índices de diversidad, ni el análisis correspondiente.

Tabla 11-181 Índices de diversidad alfa para la comunidad de herpetos en el Zonobioma Tropical Alternohigrócatatumbo presente en el área de compensación

Índices	Arda	Bgr	Bdbtf
Taxa S	13	16	1
Individuals	63	98	2
Dominance D	0,1373	0,1358	1
Shannon H	2,224	2,313	0
Simpson 1-D	0,8627	0,8642	0
Margalef	2,896	3,272	0
Equitability J	0,8672	0,8341	0
Fisher alpha	4,97	5,429	0,7959
Ecosistemas: (Arda) Arbustal denso alto, (Bgr) Bosque de galería y ripario, (Bdbtf) Bosque denso bajo de tierra firme			

Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo.

Como se observa en la Tabla 11-179, y teniendo en cuenta los resultados de los índices de dominancia, diversidad y equitabilidad se puede inferir que el ecosistema no presenta dominancia por parte de una especie ($D=0,1373$) puesto que el valor del índice es menor a 0,5. Además, la diversidad es alta según los índices de Shannon y Margalef ($H= 2,224$ y $Mf= 2,896$) con valores superiores a 1,0, al igual que el valor del alpha de Fisher (4,97). En cuanto al índice de equitabilidad que es de 0,8672 se infiere que es medio, esto quiere decir que todas las especies de herpetos que hacen uso de los recursos ofrecidos por este ecosistema tienen igual probabilidad de ocurrencia. Con lo anterior se puede decir que este ecosistema se encuentra en buenas condiciones.

Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo

En la **Tabla 11-179**, se presentan los resultados del análisis de diversidad para el ecosistema y al analizar los resultados obtenidos para los índices de dominancia, diversidad y equitabilidad se puede inferir que el ecosistema es diverso y no presenta dominancia (0,1358) de especies, puesto que el valor del índice es menor a 0,5.

Los índices de diversidad Shannon (2,313) y Margalef (3,272), indican que el ecosistema se encuentra en buenas condiciones y que es capaz de mantener las comunidades de herpetos que allí se presentan. Además, el índice de equitabilidad (0,8341) es alto indicando que no se presenta dominancia por parte de una especie y que todas las especies que hagan uso del ecosistema tienen igual probabilidad de ocurrencia.

Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohígrico catatumbo

Debido a que en este ecosistema solo se registró una especie y dos individuos, el análisis de la diversidad alfa de herpetos arroja dominancia por parte de una sola especie; sin embargo esto no es correcto ya que por las condiciones ambientales al momento de hacer el muestreo se dificulta el encuentro de otros grupos más sensibles a esas condiciones. Por tanto no se puede hablar de una dominancia absoluta por parte de *Cnemidophorus lemniscatus* y descartar la presencia de otras especies más sensibles sería erróneo.

Relación ecológica de los herpetos con los ecosistemas

Hábitat

El ecosistema muestreado con mayor composición de herpetos fue el bosque de galería y ripario (Bgr) con registro de 16 especies y 98 individuos, seguido por el arbustal denso alto (Arda) con 13 especies y 63 individuos. Por último, se encuentra el bosque denso bajo de tierra firme (Bdbtf) con una especie y dos individuos registrados. Los herpetos y sus historias de vida muestran que pueden tolerar ciertas variaciones algunas veces drásticas como la ganadería y la agricultura a gran escala (**Figura 11-246**).

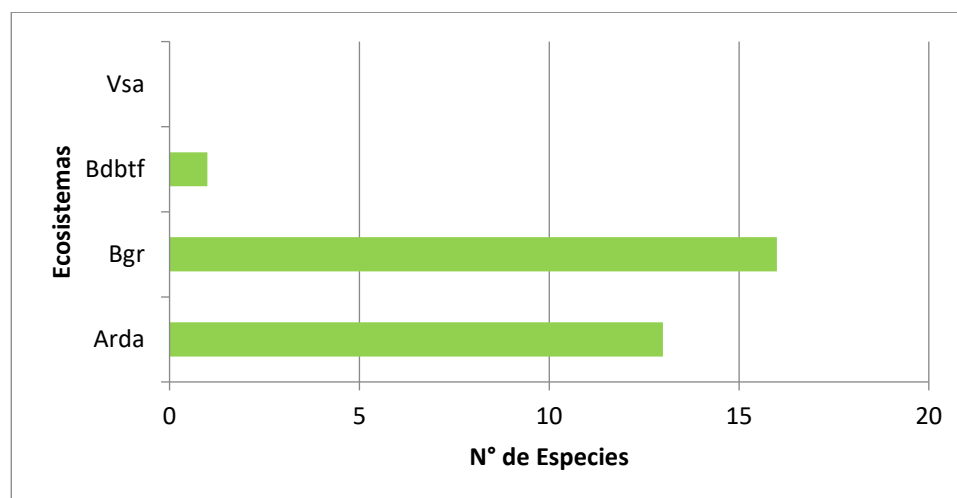


Figura 11-246 Número de especies de herpetos según su asociación con los ecosistemas presentes en el área de compensación.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

Arbustal denso alto del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo.

Al tratarse de un ecosistema con una composición florística sin árboles de gran porte, es de esperar que la mayoría de las especies allí encontradas sean de hábitos generalistas y de fácil adaptación a los cambios en su medio. Con los resultados obtenidos se evidencia que especies generalistas como *Rhinella horribilis*, *Scianax ruber*, *Engystomops pustulosus*, *Gonatodes albogularis* y *Cnemidophorus lemniscatus* prefieren hacer uso de vegetación de bajo porte, como la encontrada en el arbustal denso alto, no obstante al estar cerca de un cuerpo de agua facilita la diversidad de especies.

Bosque de galería y ripario del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo

El bosque de galería y ripario al ser un ecosistema natural con una mayor complejidad florística que ofrece una mayor variedad de recursos además de estar asociado a cuerpos de agua como caños o quebradas, es de esperar que tenga un mayor número de especies asciendo uso de sus recursos.

En el caso de los herpetos, los modos reproductivos confieren a las especies diferentes estrategias de tolerancia a ecosistemas transformados que están relacionados con la desecación y el uso de microhábitats. Por consiguiente las especies presentan estrategias para su protección (refugio) contra la desecación y depredación (Zug, 1979), por tal motivo los herpetos que se distribuyen verticalmente y en general las especies terrestres prefieren los elementos arbóreos por su estructura vertical.

Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical alternohigrócatatumbo

Para este ecosistema se registró una sola especie, perteneciente al grupo de los reptiles *Cnemidophorus lemniscatus*. Esta especie suele encontrarse en el estrato bajo del ecosistema, además, son conocidos por su agilidad al escapar. Esta especie también se puede encontrar al borde de la vegetación en proceso de sucesión, donde se refugian en las horas del día hacia el interior pero siempre cerca del borde.

Distribución vertical

Con respecto a los anuros hílidos más abundantes (Figura 11-247), se evidencia que especies pequeñas como la rana (*Boana xerophylla*) y especies de la familia Strabomantidae (*Pristimantis frater* y *Pristimantis gryllus*), hacen uso de vegetación herbácea emergente y también de hábitats acuáticos permanentes o estacionales que se encuentran en los ecosistemas, mientras que las especies más grandes como las representantes de la familia Leptodactylidae generalmente se encuentran en el sotobosque, al igual que las especies de reptiles de las familias Teiidae, Iguanidae y Corytophanidae.

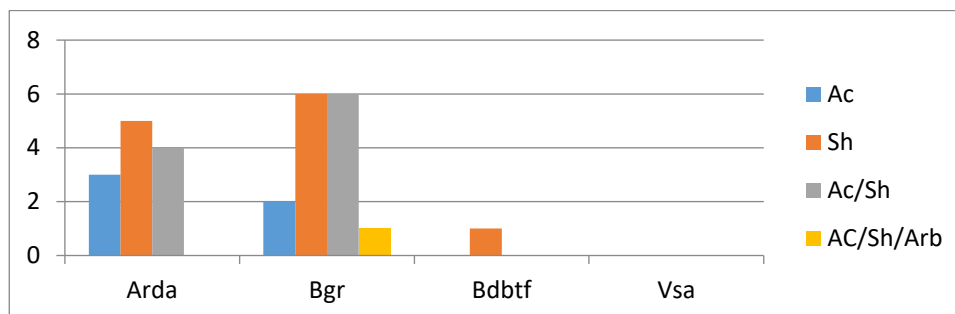


Figura 11-247 Distribución vertical de los anfibios en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

De acuerdo a la distribución vertical de los herpetos se puede inferir, que según los resultados, las especies más grandes ocupan el extremo vertical más bajos ya sea rasante y herbáceos o estratos medio/altos arbóreos; mientras que las especies con un menor peso corporal pueden establecerse en estratos herbáceos y/o arbustivos.

Estructura trófica

Diversos reportes sobre la composición alimenticia de los herpetos indican que este grupo de vertebrados presentan dietas muy diversas que van desde insectívoros, carnívoros, herbívoros y omnívoros. Sin embargo, se observó que la mayoría de las especies de herpetos encontradas se alimentan de hormigas (Hymenoptera), moscas (Diptera), termitas (Isoptera), cucarrones (Coleoptera) y arañas (Araneae) (Medina-Rangel, 2011).

Dentro de la cadena trófica los herpetos desempeñan labores como controladores biológicos de organismos transmisores de enfermedades para la salud humana (vectores de enfermedades) y cultivos (Lajmanovich, 2003). Igualmente, juegan un papel importante en el ciclaje de nutrientes y flujo de energía, ya que estos organismos constituyen el recurso alimenticio de muchas especies principalmente de serpientes, aves y tortugas ayudando a mantener el funcionamiento de los ecosistemas (Beard, 2002).

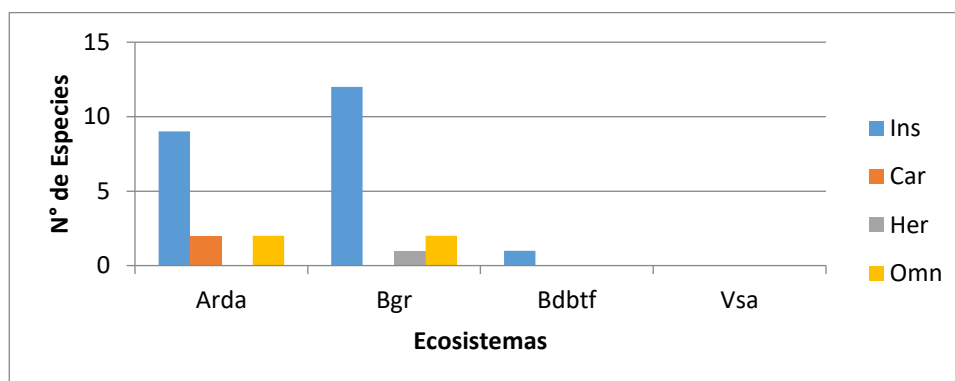


Figura 11-248 Grupos tróficos de los herpetos encontrados en el área de compensación

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

El comportamiento de las ranas arborícolas, terrestres y en las especies de sapos es poco conocido en el país. Para el caso específico del estudio, se pudo establecer, que el 90% de los anfibios registrados presentan una dieta insectívora, adicional a esto, se reportan dos especie con hábitos posiblemente omnívoros (*R.horribilis* y *R.humboldti*).

Los miembros de la familia Hylidae del genero *Boana* puede presentar algún tipo de solapamiento de la dieta, sin embargo este es mínimo, debido principalmente al tamaño diferencial en las presas ingeridas entre las especies de diferentes tamaños corporales entre otros. Para las especies de leptodactílicos que son propias de microhábitats más terrestres, muestran preferencias alimenticias por los ortópteros (saltamontes), y en menor medida termitas y coleópteros.

En cuanto a los reptiles, se observó que la mayoría de los reptiles presentan una dieta amplia, que va desde hábitos carnívoros, insectívoros, frugívoros, herbívoros, no obstante, para el Zonobioma tropical alternohigrico catatumbo las especies registradas pertenecen a los gremios tróficos insectívoro, herbívoros, carnívoro y omnívoros. Algunos lagartos presentes en la zona de estudio que habitan en la hojarasca o en troncos, tienden a especializarse en artrópodos pequeños como termitas y cucarachas (*Cnemidophorus lemniscatus*).

Asimismo, algunos saurios como *Basiliscus basiliscus* exhibe una dieta omnívora, en la que incluye artrópodos, ranas, lagartos, hojas, y frutas, así como también carroña desempeñando funciones dentro de la cadena trófica como reciclador de nutrientes (Mcbrayer, 2002).

Especies de interés

Amenazadas

No se presentan especies de herpetos amenazados a nivel global según la IUCN (2019-1) y a nivel nacional según los libros rojos y la resolución 1912 de 2017, en el listado de especies registradas para el orobioma subandino catatumbo mediante las técnicas y la metodología aplicada, sin embargo la rana *Boana xerophylla* se encuentra catalogada como una especie con datos deficientes por la IUCN.

Endémicas y casi endémicas

Se registraron dos especie endémica de Colombia perteneciente al grupo de los anfibios para el zonobioma tropical alternohigrico catatumbo, *Leptodactylus colombiensis* y *Pristimantis frater*.

CITES

Según los apéndices CITES (2017), se registró una especie en el apéndice II, debido a que actualmente no se encuentra en peligro pero podría llegar a estarlo si no se controla su comercio, se trata de la iguana (Iguana iguana).

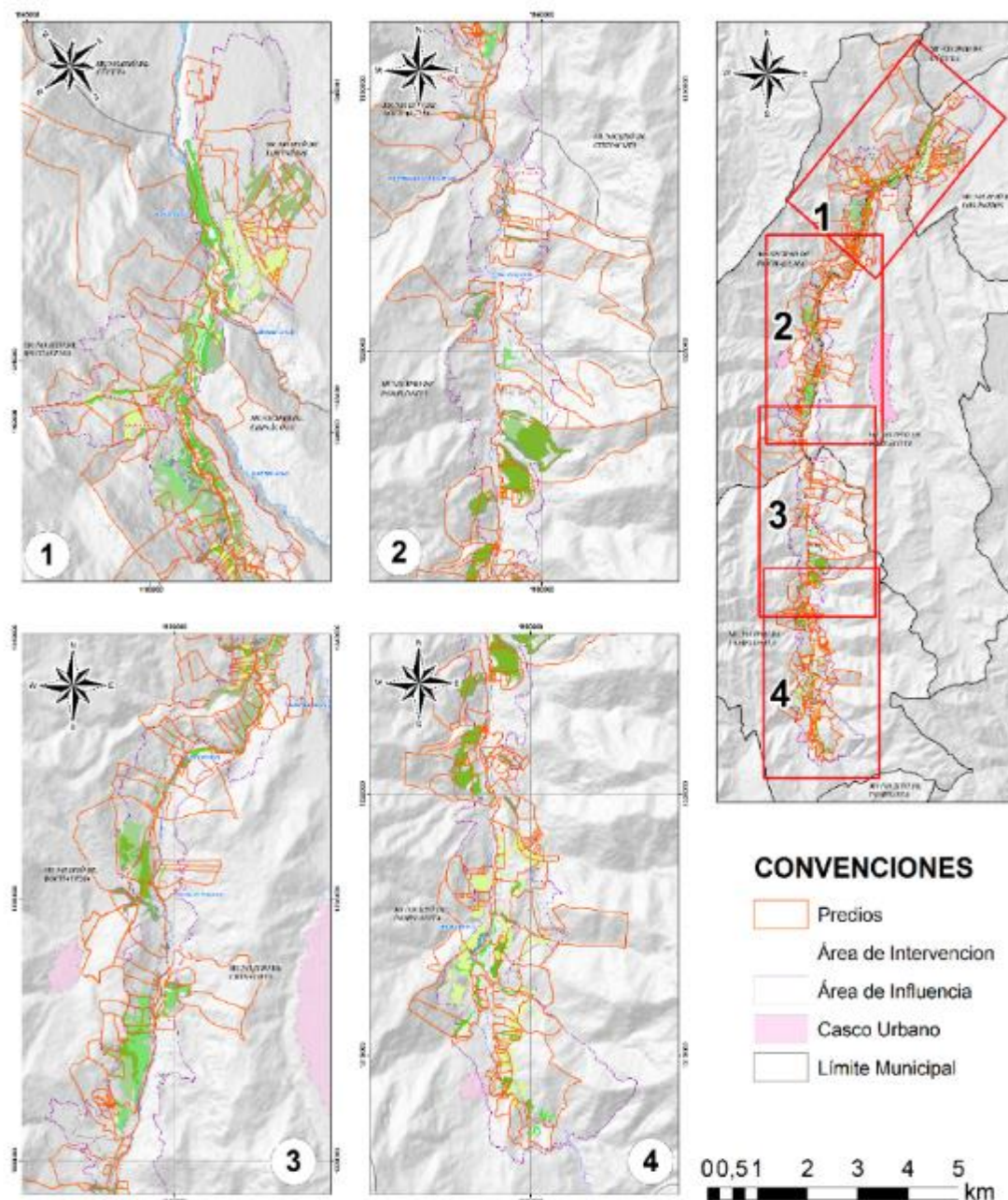


Figura 11-249 Distribución predial donde se realizarán las actividades de compensación biótica en los ecosistemas equivalentes.

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019

En la **Figura 11-249** se presentan los 359 predios que hacen parte de las 1.172,83 has potenciales para realizar las diferentes actividades del plan de compensación del componente biótico para el proyecto construcción Doble calzada Pamplona – Cucuta UF 3, 4 y 5, dentro de los cuales se deben seleccionar los predios para realizar las compensaciones de las 803,36 ha que, de acuerdo a la aplicación de los factores de compensación de cada ecosistema intervenido, se deben compensar. Igualmente, en el Anexo B, se presenta la relación de los predios potenciales y sus áreas a ser compensadas con las actividades descritas en el presente documento.

11.2.2.8 ¿Como compensar?

Para definir cómo compensar se deben tener en cuenta cuatro (4) componentes que buscan garantizar la permanencia y legalidad de las acciones. Estos componentes son: las acciones, los modos, los mecanismos de implementación y administración del plan de compensación, y las formas de presentación e implementación de las compensaciones (Minambiente, 2018).

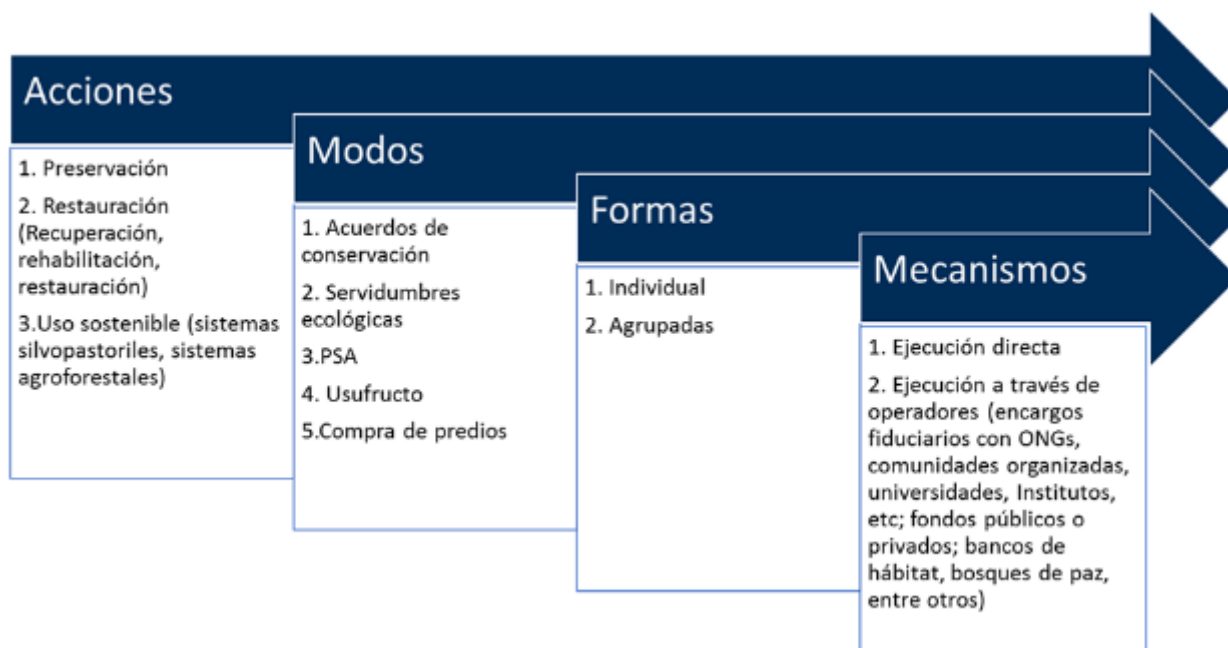


Figura 11-250 Acciones, modos, mecanismos y formas para compensar

Fuente: Adaptado de MADS, 2018. Aecom - ConCol, 2018

Dentro de las acciones de compensación, el Manual considera tres alternativas: la preservación, la restauración en sus diferentes enfoques y el uso sostenible de la biodiversidad. Los modos de compensación hacen referencia a las alternativas de manejo que permiten la implementación de acciones de compensación en las áreas definidas, los modos se caracterizan por tener instrumentos legales particulares que permitan su implementación y asegurar la permanencia y sostenibilidad de las compensaciones.

Los mecanismos de implementación y administración de las compensaciones están orientados a identificar si las acciones de compensación serán realizadas por el usuario o a través de operadores, mediante la constitución de encargos fiduciarios en convenio/contrato con ONG's, comunidades organizadas, universidades, institutos, fondos públicos o privados; bancos de hábitat, bosques de paz u otros.

Finalmente, las formas de presentación e implementación de la compensación hacen referencia a la posibilidad de que las compensaciones puedan presentarse de manera individual o agrupadas. Así como, permitir que en caso en que se genere la inversión forzosa del 1% esta se pueda agrupar con las compensaciones.

11.2.2.8.1 Definición de las acciones y los modos de compensación

El proceso de identificación de las acciones y modos de compensación acudió a dos estrategias metodológicas complementarias: por un lado, se tuvieron en cuenta las pautas establecidas en el Manual de Compensación del Componente Biótico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), y por el otro, se aplicó una metodología de relacionamiento matricial, que buscó priorizar las medidas de compensación, conforme a las metas en materia de conservación propuestas para la región norte santandereana.

Con los resultados de este análisis matricial, se buscó seleccionar una serie de alternativas a partir de las cuales se pudiera concretar las propuestas de inversión, y sobre las cuales se procuró que estuvieran alineadas con las apuestas territoriales en materia de conservación de la biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos.

Inicialmente, se realizó la revisión de antecedentes relacionados con información secundaria y primaria asociada al componente de biodiversidad regional y local, junto con la identificación de ecosistemas involucrados en el área de influencia del proyecto. Posteriormente, se desarrolló una revisión exhaustiva de los instrumentos de planeación regional y local, como también de los instrumentos de gestión en sus distintas escalas, logrando identificar varios determinantes ambientales, que han sido considerados desde estas instancias. El anterior procedimiento no descartó el nivel nacional, reconociendo la articulación que deben guardar naturalmente estos instrumentos, y en razón a la consideración particular del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como elemento rector en las estrategias de conservación de la biodiversidad en Colombia.

Revisada la información, se desarrolló la matriz que relacionó las estrategias asociadas exclusivamente a temas de gestión de la biodiversidad de cada uno de los instrumentos consultados, con las opciones para compensar definidas en la normatividad relacionada y en el propio Manual de Compensaciones del Componente Biótico. De esta forma, la correlación tuvo en cuenta los principales programas y proyectos planteados desde un nivel regional, tales como el Plan Estratégico Ambiental Regional (PLANEAR) y el Plan de Acción Institucional (PAI) de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), así como el Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Pamplonita. A nivel local, se incluyeron dentro de la matriz, los proyectos en torno a biodiversidad propuestos

por los municipios del área de influencia del proyecto, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo Municipal.

El resultado de dicha correlación fue una matriz indicativa de las acciones en biodiversidad y conservación a nivel regional y local, en la cual se identifican las estrategias que podrían desarrollarse y que pueden contribuir a resolver las principales cuestiones de dónde y cómo compensar, en relación con los instrumentos de gestión y planificación considerados en el análisis matricial.

De esta forma, cuando no se evidenció una correlación entre el instrumento consultado y las opciones establecidas en el Manual, su calificación fue nula; cuando la calificación asignada fue de dos, indicó una correlación indirecta o que requiere de una reinterpretación, una mayor información o un ajuste para hallar una relación más fuerte o vinculante; mientras que la calificación de tres, implicó una relación directa entre las metas o propósitos de los proyectos de desarrollo establecidos por el instrumento existente con las propuestas establecidas por el Manual, con lo cual, no solo se cumpliría con las acciones de compensación a desarrollar por la Unión Vial Río Pamplonita, sino también se contribuiría a la materialización de las apuestas regionales y locales en materia de conservación de la biodiversidad. (Ver Tabla 11-182).

Tabla 11-182 Matriz de correlación regional local

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico											
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN REGIONAL-LOCAL		ACCIONES						MODOS					
		Preservación			Restaurac.			Uso sost.		Acuerdos de conservación		Servidumbres ecológicas	
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial	Monitoreo y seguimiento	Otros	Rehabilitación	Recuperación	Restauración Ecológica	Actividades agroforestales	Pagos Por Servicios	Arrendamiento	Usufructo	Compra de Predios
ESTRATEGIAS / PROGRAMAS													
REGIONAL													
Plan de Acción 2016-2019 CORPONOR "Hacia un norte ambientalmente sostenible"	Programa PLANEAR CONSERVACION DE ECOSISTEMAS Y ADMINISTRACION DE LA BIODIVERSIDAD Y SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.												
	Programa 2 PAI gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en especial la provisión de agua para el departamento Norte de Santander	2				3	3	3	2	2	3		3
	Programa 4 PAI participación y educación para una cultura ambiental en el Norte de Santander			2						2			
	Programa 5 PAI Corponor promueve la política nacional de producción y consumo sostenible y adaptación a la vulnerabilidad climática del sector productivo							3	3				
PGAR/PLANEAR (Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035) CORPONOR	Línea estratégica: Conservación de Ecosistemas Estratégicos y Administración de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos.												
	Obj Específico: 1. Administrar y conservar los ecosistemas estratégicos y áreas protegidas												
	1. Formulación de Planes de Manejo para los humedales de Norte de Santander.			2									

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico											
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN REGIONAL-LOCAL		ACCIONES								MODOS			
		Preservación				Restaurac.		Uso sost.		Acuerdos de conservación	Servidumbres ecológicas	Pagos Por Servicios	Arrendamiento
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial	Monitoreo y seguimiento	Otros	Rehabilitación	Recuperación	Restauración Ecológica	Actividades agroforestales				
	2. Formulación e implementación de los Planes de Manejo en las áreas protegidas y áreas complementarias de conservación				2								
	3. Declaración de los predios adquiridos y por adquirir en una categoría de área protegida para registrar en el RUNAP		3										3
	4. Recuperación de la estructura de biodiversidad en el departamento especialmente de las áreas estratégicas adquiridas			3		3	3	3					
	5. Declaración de las áreas estratégicas ambientales o protegidas de los O.T bajo las categorías de áreas protegidas del SINAP.				3								
	Obj Específico: 2. Conservar las especies de Flora y Fauna que se encuentran en algún grado de amenaza												
	1-2 Evaluación de la conservación de las áreas protegidas y áreas complementarias de conservación a través de los Valores Objeto de Conservación (VOC).			3									
	3-4-5 Formulación de planes de manejo para especies endémicas o priorizadas para la conservación e implementación de medidas o planes de manejo para especies amenazadas en el departamento				3								
	Obj específico 3 Reducir la presión sobre la biodiversidad y promover el uso sostenible												
	1. Promover la conservación de los Recursos Naturales (RENAS) a través de incentivos administrativos y financieros (Fondo del Agua, BanCO2 entre otros)				3							3	
	2. Formulación, actualización e implementación del Plan General de Ordenación Forestal				2								
	L.E: Fortalecimiento del conocimiento, gestión del riesgo de desastres y adaptación del cambio climático												
	Obj Específico: 3. Mitigar los gases efecto invernadero GEI												
	2. Promoción de la Implementación de sistemas silvopastoril intensivos SSL, para la reducción de GEI							3					
	Obj Específico: 4. Formular y ejecutar medidas de adaptación (en al cambio climático												
	2. Promoción de agricultura ecológica								2				
POMCH río Pamplonita (Res 00761 de 2014)	Programa 1 Manejo integral de zonas de protección												
	1. Protección y rehabilitación de la cobertura vegetal en áreas de influencia de la oferta del recurso hídrico				2		3			2			
	2. Reforestación del bosque natural de las nacientes y bosque ripario de los ecosistemas lóticos y lénticos de la cuenca					3	3	3		2			
	3. Diagnóstico, protección y conservación de especies de fauna silvestre habitante de la cuenca del río Pamplonita			3			3	3					
	Programa 2 Manejo integral del recurso suelo												

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico											
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN REGIONAL-LOCAL		ACCIONES						MODOS					
		Preservación			Restaurac.		Uso sost.	Acuerdos de conservación	Servidumbres ecológicas	Pagos Por Servicios	Arrendamiento	Usufructo	Compra de Predios
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial	Monitoreo y seguimiento	Otros	Rehabilitación	Recuperación	Restauración Ecológica	Actividades	Arreglos agroforestales			
Plan de Desarrollo para Norte de Santander 2016-2019 "Un Norte Productivo Para Todos"	6. diseño y aplicación de alternativas para la administración de las zonas de conservación				2				3	3			
	Programa 5 Generación de condiciones socio económicas												
	17. Implementación de sistemas agroforestales								3	3			
	Eje Temático 1.3 Productividad agrícola y pecuaria												
	1.3.6 Programa Alianzas productivas con los gremios												
	1.3.6.6 Fortalecimiento del subsector ganadero								3				
	Eje Temático 3.1 Ambiente												
	3.1.1 Programa Ambiente sano y productivo												
Propuesta de declaratoria de la Reserva Forestal Protectora Mejué, Municipios de Toledo, Chinácota, Herrán, Pamplonita, Norte de Santander CORPONOR	3.1.1.1 Biodiversidad y protección				3		3						3
	Se plantean los siguientes objetivos de gestión para consolidar la administración y manejo de la Reserva												
	Formular en los términos que demanda el decreto 2372 de 2010, el Plan de Manejo Ambiental de la Reserva Forestal Protectora Mejué, con énfasis en las siguientes líneas de acción:		3		3								
	2. Conectividad del área: La Reserva Forestal Protectora Mejué es una parte de un continuo hacia el norte con la reserva forestal temporal cerro el tábano (2.436 ha) de Chinácota, Ragonvalia y Herrán; y Reserva Forestal Protectora Cuchilla Las Cruces y Peñas Blancas (1.453 ha) del municipio de Cucutilla, Pamplonita y Bochalema. – suroeste de Toledo con la Reserva Forestal Propuesta Santurbán APP Paramo Romeral (8.901 ha) que se ubica en los municipios de Pamplona, Mutiscua, Chinácota; al sur con el Parque Nacional Natural El Tamá ubicado en los municipios de Herrán y Toledo (48.000 ha) y El Parque Nacional El Tamá de la República Bolivariana de Venezuela en el estado Apure y Táchira (139.000 ha			2									
Plan De Desarrollo Municipio de Bochalema 2012-2015	Incluir la Reserva Forestal Protectora dentro de los cuatro EOTs de los municipios y dentro de los Planes de Manejo de Cuencas Hidrográficas (Pomca) del río Pamplonita y río Chitagá, que están previstos a ser formulados y actualizado por parte de Corponor en los próximos cinco años. Se espera que dentro de la formulación de los dos Pomcas se acuerde la formulación y aplicación de programas y proyectos dirigidos a la consolidación de las áreas prioritarias para la conservación entre las que éstas corresponden a las más importantes para garantizar la estabilidad hidrológica de las dos cuencas.				2								
	EJE ESTRATEGICO CINCO SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y ECOLOGICA BOCHALEMEROS EN ARMONIA CON LA NATURALEZA												
Plan De Desarrollo Municipio de Bochalema 2012-2015	LA5.1 PROGRAMA: COMPONENTE ECOLÓGICO-AMBIENTAL: Hacer cumplir la normatividad en el municipio para encontrar el	2				3	3	3		3			3

DETERMINANTES NORMATIVOS		Manual de Compensaciones del componente biótico												
INSTRUMENTO DE GESTIÓN / PLANIFICACIÓN REGIONAL-LOCAL		ACCIONES							MODOS					
		Preservación				Restaurac.		Uso sost.	Acuerdos de conservación	Servidumbres ecológicas	Pagos Por Servicios	Arrendamiento	Usufructo	Compra de Predios
		Cerramiento de áreas	Saneamiento predial	Monitoreo y seguimiento	Otros	Rehabilitación	Recuperación	Restauración Ecológica						
	punto de equilibrio que nos permita vivir en armonía con la naturaleza, preservando y protegiendo el medio ambiente													
	LA5.1.3 Subprograma: La Administración de los recursos naturales: Preservar, restaurar y consolidar las fuentes hídricas, bosque, flora, fauna y demás recursos naturales, a fin de poder seguir contando con elementos vitales que garanticen la supervivencia de las actuales y futuras generaciones. Coordinar eficientemente la administración de las zonas estratégica para la conservación de nuestra riqueza ecológica, garantizando así la protección y conservación del medio ambiente			2		3			2					
	Subprograma: Crecimiento económico sostenible Objetivo: Fomentar e implementar procesos participativos de producción, en donde aplican las premisas básicas de la gerencia de proyectos: Aceptación social, rendimiento económico y sostenibilidad ambiental							3	3					
Plan De Desarrollo Municipio de Chinácota 2016-2019	El ordenamiento del territorio municipal tiene por objeto complementar la planificación económica y social con la dimensión territorial, racionalizar las intervenciones sobre el territorio y orientar su desarrollo y aprovechamiento sostenible	2	2			2	2	2	2					
	Asegurar el desarrollo sostenible del municipio, garantizando la oferta hídrica necesaria para el desarrollo de todas las actividades vitales y la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad propia de la región.	2				2	2	2						
Plan De Desarrollo Municipio de Pamplonita 2016-2019	VARIACIÓN CLIMÁTICA Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE: Implementar acciones preventivas que permitan combatir la variación climática y sus efectos a través de la aplicación de buenas prácticas en el Entorno	2	2			2	2	2						2
total, correlación		10	13	17	32	21	27	21	20	16	10	30	00	17

Fuente: Elaborado con información del Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035 (PLANEAR), Plan de Acción Institucional 2016-2019 (PAI), Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Pamplonita.

La matriz de correlación regional y local muestran que las acciones de preservación y restauración son las más relevantes tanto para el departamento de Norte de Santander, como para los municipios Bochalema, Chinácota y Pamplonita y que dentro de los modos de compensación establecidos en el Manual, los que más tienen correlación con la gestión de la biodiversidad regional corresponde a los acuerdos de conservación y la compra de predios.

En vista de lo anterior, las líneas de inversión del presente Plan de Compensación estarán enfocadas en la preservación y rehabilitación ecológica de áreas sobre las cuales existen

instrumentos que las disponen para su conservación, utilizando los acuerdos de conservación y la compra de predios como modos de implementación en el territorio, considerando que la propiedad de estos territorios se encuentra en manos privadas. El mecanismo de implementación de la compensación se realizará a través de aliados estratégicos. La forma de implementación será individual, de acuerdo con la oferta y particularidades que presenta el territorio de influencia del proyecto.

11.2.2.8.2 Acciones

Con el objeto de lograr los objetivos de compensación propuestos, se establecen dos programas enfocados en las acciones de preservación y restauración. La **Tabla 11-183** resume los programas, proyectos y acciones planteadas en el presente plan de compensación.

Tabla 11-183 Programas, proyectos y acciones planteadas para la compensación

Programa de compensación	Proyecto	Acción	Ecosistemas objetivo
Preservación de áreas naturales remanentes.	Protección de áreas naturales remanentes.	Aislamiento de áreas consideradas estratégicas para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos	Bosque denso bajo de tierra firme Arbustal denso alto
Restauración de áreas naturales	Rehabilitación ecológica en áreas naturales.	Enriquecimiento con especies nativas y ampliación de relictos de vegetación natural	Bosque fragmentado Bosque de galería y/o ripario Vegetación secundaria alta

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

11.2.2.8.3 Programa 1 Preservación de áreas naturales remanentes

Acciones propuestas

Se realizará el aislamiento de áreas que se consideran estratégicas para la provisión de bienes y servicios ecosistémicos y sobre las cuales existen tensionantes relacionados con intervención de estas por ingreso de ganado o personas.

Objetivo

Contribuir con la protección de ecosistemas estratégicos localizados al interior de las áreas de los ecosistemas equivalentes caracterizados en el presente Plan de Compensación del componente biótico.

Resultados esperados

Delimitación y protección de áreas naturales remanentes y vegetación riparia a través del aislamiento con cercas³ para controlar los efectos negativos provocados por elementos tensionantes como el ingreso de ganado y transeúntes, y contribuir de esta manera, a los propósitos de conservación de áreas naturales, mantener las conectividades estructurales de la vegetación y los procesos dinámicos como la regeneración natural.

Ecosistemas para la implementación de la acción

La acción de preservación estará dirigida a 6 de los 14 ecosistemas seleccionados para dirigir las acciones de compensación, correspondientes al arbustal denso alto y el bosque denso bajo de tierra firme de los tres biomas seleccionados (Orobioma azonal subandino Catatumbo, Orobioma subandino Catatumbo y Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo).

De acuerdo con la identificación de las áreas de ecosistemas equivalentes, se encuentra que dentro del AI se tendría un total de 839,74 ha disponibles para ejecutar esta acción de compensación (Tabla 11-184) y cuyas áreas detalladas serán delimitadas y seleccionadas con mayor precisión para ser presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del plan, tal como lo plantea el manual de compensaciones.

Tabla 11-184 Ecosistemas donde será dirigido el programa de preservación.

ECOSISTEMA	ÁREA A COMPENSAR	ÁREA DISPONIBLE
Arbustal denso alto del Orobioma azonal subandino Catatumbo	89,95	239,13
Arbustal denso alto del Orobioma subandino Catatumbo	83,65	156,61
Arbustal denso alto del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	40,12	96,18
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma azonal subandino Catatumbo	67,49	113,27
Bosque denso bajo de tierra firme del Orobioma subandino Catatumbo	70,00	120,04
Bosque denso bajo de tierra firme del Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo	214,44	114,50
Total general	565,66	839,74

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Actividades puntuales para lograr la estrategia

A continuación, se presentan las acciones a desarrollar

- Identificación y caracterización socioeconómica de los predios a compensar.

³ Los cercos tendrán las especificaciones establecidas de manera genérica por la Corporación y/o el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con relación a las dimensiones y tipos de postes, distanciamiento de postes, líneas de alambre, calibres, etc.

- ii. Socialización de la propuesta de asilamiento.
- iii. Concertación de visitas diagnóstico a predios.
- iv. Valoración de motores de transformación, análisis de presiones y amenazas sobre los ecosistemas.
- v. Identificación de bienes y valores ecosistémicos asociados a las unidades a conservar.
- vi. Verificación de lotes o áreas de aislamiento y de los factores tensionantes para la protección.
- vii. Georreferenciación de líneas de aislamiento.
- viii. Trazado: Se realizará de acuerdo con las condiciones morfológicas del terreno, siguiendo la margen o ronda de la(s) fuente(s) o áreas a proteger.
- ix. Ahoyado para los postes. El ahoyado debe tener las siguientes dimensiones: 0.3 m de largo x 03. m de ancho, y se deben anclar al suelo a una profundidad mínima de 40 cm.
- x. Fijación de postes.
- xi. Templado y grapado.
- xii. Verificación, seguimiento y mantenimiento.

Procedimiento de implementación del aislamiento

Se instalarán estantillos o postes con especificaciones técnicas de 2,2 m de altura y un diámetro mínimo o sección de 10 cm. Si los postes son de madera, estos deben provenir de una plantación forestal certificada y no deben presentar corteza, nudos, ni rajaduras de más de 6 mm y deben ser completamente rectos. Como opción se establece la posibilidad de usar postes de concreto reforzado.

La distancia entre postes será de 2.5 metros y cada 30 metros se establecerá un pie de amigo o apuntalador, el cual tendrá una posición contraria a la del templado del alambre y se debe colocar al principio y final de cada tramo de 30.

A los pies de amigo se les debe hacer un corte longitudinal de 45° en uno de sus extremos y al poste base caja. Todo pie de amigo debe tener puntillón que lo ancle al poste y debe ir enterrado. Para la instalación del poste, se enterrarán en hoyos de 0.40 m. de profundidad con máxima compactación de suelo a su alrededor. Los postes se enterrarán con el diámetro mayor hacia abajo, siguiendo la vertical y alienados por el lado que vaya el alambre.

Se deben respetar los cruces o pasos en caminos y en los abrevaderos que se deben dejar en los potreros, el alambre debe templarse en forma continua, atravesando la corriente de agua.

Sobre los postes se establecerán cuatro (4) cuerdas de alambre púa. La cuerda inferior de la cerca se colocará a una distancia uniforme sobre el suelo, las otras líneas de alambre irán paralelas a ésta. El rollo de alambre de púa al momento de ser instalado debe ser cortado cada 60 metros, con el propósito de desalentar el hurto de este material. El alambre de púas será de dos hilos retorcidos, de acero galvanizado en caliente con un espesor de

recubrimiento clase A, según la norma ASTM A 112, para un calibre No. 12ASW. Tendrá púas de 4 puntas de alambre galvanizado en caliente calibre No. 14 ASW espaciada a un máximo de 15 cm. Las grapas serán de alambre de acero galvanizado en caliente, calibre No. 9 de 25 mm. (1") para postes de madera dura y de 38 mm (1.5") para postes de madera blanda. Para efectos del cálculo de la compensación se establece un escenario en el cual se requiera un cerco de una longitud de 400 ml para la protección de una (1) hectárea de bosque.

11.2.2.8.4 Programa 2 Restauración de áreas naturales

Acciones propuestas

La acción propuesta hace énfasis en la rehabilitación ecológica de las áreas naturales y se sustentan en los postulados establecidos en el Plan Nacional de Restauración 2015 – 2035 (MADS, 2015), según el cual, la recuperación y rehabilitación son dos de los tres enfoques de la restauración y estaría dirigida hacia los ecosistemas que han sufrido algún nivel de alteración de manera que su intervención permita el restablecimiento parcial de sus atributos: composición, estructura y función.

La rehabilitación no implica llegar a un estado original, por esta razón la rehabilitación se puede usar para indicar cualquier acto de mejoramiento desde un estado degradado, sin tener como objetivo final producir el ecosistema original. Es posible que se pueda recuperar la función ecosistémica, sin recuperar completamente su estructura, en este caso se habla de una rehabilitación de la función ecosistémica, muchas veces incluso con un reemplazo de las especies que lo componen. En muchos casos la plantación de árboles nativos o de especies pioneras dominantes y de importancia ecológica puede iniciar una rehabilitación (Vargas, 2007).

Objetivo

- Promover la rehabilitación ecológica de coberturas naturales que han sufrido procesos de intervención y que se encuentran localizadas en áreas destinadas para la conservación según el POMCA del río Pamplonita y el SIRAP de Norte de Santander y que han sido caracterizadas desde el componente socioambiental.
- Desarrollar acciones para el mejoramiento de la integridad ecológica de los parches remanentes de cobertura natural dentro del área de influencia.

Resultados esperados

La siembra en el interior o el borde de los parches de vegetación secundaria y otras coberturas naturales intervenidas, principalmente con especies de los estados avanzados de la sucesión, permitirá mejorar los atributos de composición y estructura del ecosistema, a través de la incorporación de especies de alto valor ecológico que presentan limitaciones para su establecimiento por medios naturales o cuya presencia facilite la llegada de otras especies. Por su parte, la ampliación de parches, permitirá la disminución de los efectos de borde y la generación de nuevas áreas para el establecimiento de la vegetación. En

promedio una hectárea de bosque o de cañada se puede enriquecer con 10 individuos por especie, usualmente de 10 a 20 especies por hectárea.

Ecosistemas para la implementación de la acción

La acción de rehabilitación ecológica estará dirigida a 7 de los 14 ecosistemas seleccionados para dirigir las acciones de compensación, correspondientes al bosque de galería y/o ripario, el bosque fragmentado con vegetación secundaria y la vegetación secundaria alta de los tres biomas seleccionados (Orobioma azonal subandino Catatumbo, Orobioma subandino Catatumbo y Zonobioma tropical altemohígrico Catatumbo), los cuales presentan mayor nivel de transformación y fragmentación, requiriendo acciones dirigidas a la recuperación de los atributos de la biodiversidad.

De acuerdo con la identificación de las áreas de ecosistemas equivalentes, se encuentra que dentro del AI se tendría un total de 333,10 ha disponibles para ejecutar esta acción de compensación (Figura 11-185) y cuyas áreas detalladas serán delimitadas y seleccionadas con mayor precisión para ser presentadas en el marco del seguimiento y ejecución del plan, tal como lo plantea el manual de compensaciones.

Es importante mencionar que si bien los parches identificados cuentan con una estructura vegetal donde ya se han presentado procesos de regeneración y a simple vista muestran condiciones de estados sucesionales intermedios a avanzados, por medio de la caracterización realizada y la verificación en campo se logró determinar que su estado de conservación es inferior al encontrado para otros ecosistemas, por lo cual requieren la aplicación de estrategias de rehabilitación ecológica por medio de enriquecimientos y ampliación de áreas core.

Tabla 11-185 Ecosistemas donde será dirigido el programa de preservación.

ECOSISTEMA	ÁREA A COMPENSAR	ÁREA DISPONIBLE
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma azonal subandino Catatumbo	24,69	49,11
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma subandino Catatumbo	67,58	85,06
Bosque de galería y/o ripario del Zonobioma tropical altemohígrico Catatumbo	15,36	58,37
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma azonal subandino Catatumbo	9,76	15,39
Bosque fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma subandino Catatumbo	53,60	67,15
Vegetación secundaria alta del Orobioma azonal subandino Catatumbo	14,39	16,21
Vegetación secundaria alta del Orobioma subandino Catatumbo	38,48	33,81
Vegetación secundaria alta del Zonobioma tropical altemohígrico Catatumbo	13,83	7,99
Total general	233,70	333,10

Fuente: Grupo Consultor Incoandina S.A.S., 2019.

Actividades puntuales para lograr la estrategia

A continuación, se plantean una serie de pasos que deben ser seguidos en un proyecto de rehabilitación ecológica, de acuerdo con lo sugerido por Barrera., 2007:

- i. Zonificación de área a restaurar. Consiste en la definición de unidades objeto de conservación y de restauración, rehabilitación o recuperación para mejorar las condiciones de las unidades naturales remanentes (parches o fragmentos) y del paisaje a nivel regional
- ii. Caracterización puntual física, biótica y social de áreas y predios que contienen el sistema disturbado y del sistema de referencia. Para ayudar a establecer el ecosistema de referencia, sus especies dominantes y los tipos de transformación del paisaje, se llevará a cabo la construcción de la historia ambiental del área con los propietarios de los predios a través de encuestas semiestructuradas. Algunas de las preguntas que se establecerán en la encuesta son las siguientes: (Anexo C Entrevistas semiestructuradas para definir la historia ambiental de los sitios a rehabilitar). Se tendrá como punto de partida la caracterización de los ecosistemas equivalentes que se presenta en el actual plan de compensación. La caracterización biológica de ecosistemas de referencia y las áreas puntuales en los predios gestionadosse realizará conforme los términos que se aplicaron para el levantamiento de la vegetación durante el EIA buscando mantener los elementos que permitan su comparación para evaluar los cambios ocurridos sobre los atributos de la biodiversidad.
- iii. Factores tensionantes y limitantes que afectan el restablecimiento natural del sistema disturbado. Son elementos externos que estimulan o inciden negativamente sobre el desarrollo de un ecosistema, en el área se identificaron los siguientes tensionantes socioeconómicos, que son aquellos factores políticos, económicos y sociales que limitan los procesos de regeneración natural, principalmente los tipos de uso de la tierra (**Tabla 11-186**):

Tabla 11-186 Elementos tensionantes identificados para el Área de Influencia

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Ganadería	<p>En la UF3, se encuentra ganado de tipo bovino de las razas Holstein, pardo y girolando, utilizado como ganado cárnico y lechero ambas para autoconsumo o para doble propósito, la mayor parte del área donde se encuentra el ganado se encuentra cubierto por pastos -pastos limpios y pastos arbolados-. Se desarrolla en áreas que no cuenta con mayores extensiones, en los predios de menor tamaño con frecuencia se encuentran una o dos cabezas de ganado para abastecer las necesidades domésticas, predios más grandes entre 5 y 10 cabezas de ganado aproximadamente.</p> <p>En la UF4, específicamente en la zona de El Diamante, municipio de Chinácota, se puede observar ganado para carne, ganado leche, ganado doble propósito para autoconsumo y venta. Se pueden observar vacas de tipo mestiza y pardo-suizo, que tienen una gran capacidad de adaptabilidad a climas adversos o climas cálidos.</p> <p>En la UF5, específicamente en la zona desde La Don Juana hasta el Peaje Los Acacios, se encuentran zonas con altas pendientes con actividad ganadera como abastecimiento de necesidades domésticas.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Agricultura tradicional	<p>En general, la agricultura tradicional del área está asociada a sistemas productivos en pequeña escala, de cultivos de clima templado, en los que se destacan frijol, maíz, tomate, plátano, entre otros.</p> <p>Adicional a esto se presentan cultivos de aromáticas como toronjil, manzanilla, mejorana, hinojo, yerbabuena, ruda, caléndula, las cuales son principalmente para autoconsumo y comercio, de manera puntual. También se presenta el cultivo de especies ornamentales, como el caso de las heliconias.</p> <p>En la UF3 se evidenciaron cultivos de durazno y café a pequeña escala en el municipio de Pamplonita; De igual forma en la vereda Alto-Santa Lucía del municipio de Pamplonita se encontraron cultivos de zapote, aguacate, frijol, maíz a pequeña escala y se evidenció el uso de químicos en el punto 1159148E; 1320067N.</p> <p>En la UF4 se cultivan vegetales de clima templado y cálido, algunos asociados al café, sin embargo, también se encuentran áreas dedicadas a las hortalizas, yuca, maíz, tomate y habichuela para comercialización local y de autoconsumo.</p> <p>En la UF5, la agricultura es de autoconsumo, se cosecha café, maíz tradicional, plátano, yuca, cultivos de papaya y cítricos.</p>
Agricultura industrial	<p>Corresponde a los sistemas productivos de cítricos -naranjas, limones- los cuales se encuentran en estados vegetativos y productivos, y se caracterizan por ser monocultivos que requieren mano de obra constante para el desarrollo de prácticas de protección de cultivos -aplicación de agroquímicos- fertilización, podas y cosecha. Este cultivo se caracteriza por presentar coberturas de bajo porte en el suelo, principalmente pastos, con el fin de evitar la erosión del suelo, sin embargo, se realiza el plateo de los arboles -eliminar la vegetación debajo de este-.</p> <p>Adicional a esto se presenta el cultivo de café bajo sombrío, el cual está asociado a plantas de porte alto, como plátano o especies forestales. Este sistema productivo requiere prácticas de protección de cultivos -aplicación de agroquímicos- fertilización, deshierbe, podas de formación y renovación, cosecha y beneficio del fruto -separación de la semilla y la pulpa del café para el posterior secado-.</p>
Tala	<p>En general, las coberturas naturales vegetales presentes en el área de influencia del proyecto presentan una alta tasa de procesos extractivos, dada la cantidad de bosques aún presentes, esta actividad tiene una gran importancia dentro de la dinámica de los bosques naturales, puesto que se consolida con uno de los principales motores de cambio, la presencia de especies como el cedro (<i>Cedrela sp</i>) pardiño (<i>Cordia sp</i>), ocobo (<i>Tabebuia rosea</i>), eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y pino (<i>Pinus patula</i>), genera una alta demanda de madera orientada a satisfacer necesidades domésticas, reparación de cercas locativas, postes de cerca o postes de sostenimiento en las minas de carbón, leña o para la venta, etc.</p> <p>La Cooperativa Agroforestal Pinos del Norte –Forestalcoop, desarrolla actividades de establecimiento, aprovechamiento, transformación y comercialización de productos provenientes de los bosques adscritos al Proyecto PRIDECU-CORPONOR, dentro del área de influencia se encuentra ubicada su planta inmunizadora de pinos, en la vereda San Rafael donde maneja maderas para parques infantiles, cabañas, techos, pisos, entre otros.</p> <p>En la UF 3-4-5 se evidenció tala en la vereda Alto-Santa Lucía, municipio de Pamplonita 1159065E, 1320211 (Guadua) y en la vereda Peñaviva en el municipio de Bochalema 1159224E- 1334999N para la construcción de viviendas.</p>
Minería	<p>En la UF3 se presenta confluencia directa con otros proyectos: ocho títulos mineros: cinco de carbón y tres de materiales de construcción, donde HBWK-02, DC1-161, HJSM-02, C-485-54 y LGS-08301 se superponen con el área directa de la unidad funcional.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	En la UF4 se registra en total doce títulos mineros, vigentes y en ejecución, que tienen confluencia con el área de influencia indirecta del proyecto, de los cuales ocho se traslapan directamente con el área de intervención en un total de 56,62 Ha. En la UF5 se registran en total cinco títulos mineros, vigentes y en ejecución, que tienen confluencia con el área de influencia indirecta del proyecto, de los cuales tres se traslapan directamente con el área de intervención en un total de 10,30 Ha.
Transmisión de energía eléctrica	En la UF3 se presenta en el All cruce con 4,25 km de la línea de transmisión a 230 kW Primavera-Guatiguará-Tasajero, y dista de 0,27 km del área de intervención de la UF3.
Transporte y almacenamiento de hidrocarburos	En la UF4 se presenta cruce en el All con el Oleoducto Caño Limón-Coveñas en 1 Km e intercepta el área de intervención en 0,11 Km. Y en la UF5 se presenta cruce en el All con el Oleoducto Caño Limón-Coveñas en 0,51 Km y dista del área de intervención en 0,19 Km.
Actividades cinegéticas (Caza y pesca)	La comunidad de la UF3 menciona la cacería específicamente de mamíferos como el venado soche (<i>Mazama rufina bricenii</i>), el ñeque (<i>Dasyprocta punctata</i>), el armadillo (<i>Dasyprocta novemcintus</i>) y la guartinaja (<i>Cuniculus paca</i>), los cuales son utilizados para consumo o para utilizar sus pieles como elementos decorativos. Según la información de los pobladores de la UF4, se practica la cacería especialmente de mamíferos medianos, aves y tortugas morrocoy, sea para consumo o como tenencia de mascotas. Esta práctica es tradicional y compromete arraigos culturales con enseñanzas familiares transmitidas de generación en generación.
Poblamientos y asentamientos humanos	En la UF3 se observan de manera dispersa viviendas y locales comerciales. En la UF4 se ubican las poblaciones sobre el río Pamplonita, esto se ubica entre la vía nacional y el río y no más de 500 metros sobre la escarpada montaña en el sector oriental de la carretera. El establecimiento de una parte de las casas es generalmente sobre superficies planas a moderadamente empinadas. Los procesos de degradaciones más importantes respecto a la fauna, afectan en algún grado sobre la erosión laminar, en cárcavas y en hondonadas en las veredas Buenos Aires, Peñaviva, El Talco y La Palmita. En la UF5 se observan varios asentamientos de viviendas y de personas de forma dispersa sobre la vía La Don Juana hasta el peaje Los Acacios.
Actividades comerciales	En la UF3 se encuentran restaurantes, hoteles y locales comerciales situados de manera dispersa sobre la vía; al igual que en la UF4. En la UF5 las actividades comerciales se presentan de forma dispersa o como tejido urbano discontinuo a lo largo la vía La Don Juana hasta el peaje Los Acacios, las actividades comerciales en su mayoría son restaurantes, asaderos, tiendas, balnearios, estaciones de servicio, miradores, hoteles.
Infraestructura vial	<p>En la UF3 Se encuentra la carretera central Pamplona- Cúcuta, con acceso a otras vías como a Bochalema y a Chinácota, se evidencian intervenciones de Bacheo y Parcheo. En la UF4 la vía entre Pamplona - Cúcuta cuenta con algunas intervenciones en la carpeta asfáltica, indicativas de labores de mantenimiento (bacheos, parcheo). Presenta daños en la carpeta asfáltica como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, fisuras transversales. Los elementos de drenaje longitudinal (cunetas) presentan fisuras, exposición de agregados, obstrucción de la sección transversal.</p> <p>El acceso a la vereda Buenos aires, se realiza por vías terciarias con segmentos cortos de placa-huella especialmente en curvas cerradas. Algunos de los predios se ubican cerca del valle, sobre las estribaciones del río y son accesibles por caminos terciarios angostos y en mal estado, dificultando el giro de los vehículos de gran longitud.</p> <p>En la UF5 la carretera central Pamplona- Cúcuta, tiene acceso a otras vías como a Chinácota, Toledo, Ragonvalia y el PNN Tamá. En la vía central se encuentra un puente peatonal ubicado en el tejido urbano La Don Juana. Ya dentro del centro urbano La Don Juana se encuentra la carretera hacia el municipio de Durania, así mismo están otras vías sin asfaltar hacia los centros de explotación mineros.</p>
Turismo y recreación	En la UF3 en el municipio de Bochalema se encuentra el Cordillera Country Club, donde atrae el turismo por la presencia de aguas azufradas, piscinas, lago, salones sociales, entre otros.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
	En la UF4 cerca al casco urbano de Bochalema, se encuentra la quebrada Peronía, la cual tiene aguas cristalinas y vista a la cascada Agua Clara, sitio turístico visitado por los pobladores y turistas del interior. En la UF5 se encuentran balnearios en las inmediaciones de la quebrada La Honda.
Tránsito vehicular	Hace referencia al incremento en la tasa de mortalidad de las poblaciones de la fauna silvestre presente, como consecuencia de la colisión de individuos con vehículos automotores en la vía principal Pamplona – Cúcuta. También se relaciona por el uso cotidiano de las vías presentes en el área de influencia, para el transporte de personas como de carga.
Remoción en masa	Se refiere a los movimientos de tierra producidos principalmente por acción de la gravedad. Los factores que influyen sobre la generación de dichos procesos son: presencia de rocas no consolidadas sobre rocas consolidadas, meteorización física, química, biológica y superficial del estrato, laderas con pendientes abruptas, denudación o deforestación del terreno, y precipitaciones. En este caso, a lo largo de la carretera principal sobre la UF5, desde La Don Juana hasta el peaje Los Acacios, se observan áreas o zonas de altas pendientes con erosión severa.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Estas actividades se fundamentan en el análisis de la evaluación de impactos sin proyecto, es decir, se refieren a aquellas actividades que ocurren normalmente en el territorio y que fueron referidas por la comunidad dentro de los procesos de participación del estudio ambiental. Los tensionantes identificados han generado intervención en áreas de manejo especial, alteración de hábitat, cambios en la composición y estructura de la fauna silvestre, modificación del hábitat y biota acuática, alteración a las especies florísticas endémicas, amenazadas, vedadas y de importancia ecológica, económica y cultural y cambios en la cobertura vegetal, por lo tanto, podrían incidir negativamente en los procesos de rehabilitación que se realicen en las áreas naturales.

iv. Establecimiento de las prácticas de restauración

Partiendo de la premisa que el enriquecimiento con especies nativas han mostrado ser una técnica útil para acelerar la recuperación de áreas afectadas por actividades agropecuarias, siendo la participación de la comunidad en los procesos de diseño y evaluación de la restauración, uno de los factores más determinantes del éxito de los procesos de restauración (Meli, Carrasco-Carbadillo, 2011), se plantea a continuación el proceso para incorporar individuos a áreas cuya estructura y composición presenta alteraciones o el proceso de sucesión puede acelerarse con la inclusión de especies que están presentes en los ecosistemas de referencia.

1. Definición de sitios

La definición de las áreas donde se llevará a cabo esta actividad se debe realizar a partir de:

- a. Accesibilidad ya que las facilidades logísticas son de gran importancia para garantizar el éxito del proyecto, por lo que se tendrá en cuenta:

- Vías o caminos de acceso, o sitios cercanos en donde no sea difícil el transporte de los materiales necesarios.
 - Fácil acceso para personas mayores y niños, con el fin de emprender acciones de participación y educación.
 - Facilidades para realizar la fase de monitoreo.
- b. Interés comunitario. Por lo que se discutirá con la comunidad los sitios prioritarios para restaurar debido a los servicios ambientales que les prestan.
- c. Persistencia de disturbios a partir del conocimiento de las comunidades en cuanto a fenómenos estacionales como inundaciones, fuegos, heladas.
- d. Se identificará si la actividad que se está llevando a cabo es compatible con el proyecto, evaluando si algunas prácticas culturales son compatibles con el desarrollo de proyectos de restauración. Por ejemplo, el uso estacional de recursos.
- e. Presencia de Herbívoros.
- f. Presencia de especies invasoras, por lo que se planearan actividades continuas con la comunidad, para el manejo de estas especies.
- g. Topografía y patrones de drenaje.

2. Enriquecimiento vegetal

- Tratamiento 1, implementación de tres franjas con tres líneas de siembra cada una, las líneas de siembra en cada franja se distancian 3 m y entre franjas 5 metros desde las líneas más externas. Las franjas se ubican en zonas paralelas al borde del parche a rehabilitar, una en la parte de borde con especies pioneras y estados intermedios de la sucesión vegetal; otra, 5 metros hacia el interior desde el borde con especies de estados intermedios en la sucesión, umbrófilas; y una franja más al interior con especies umbrófilas, de estados sucesionales intermedios y tardíos. En lo posible se propone el uso de especies zoócoras o dispersadas por animales. Con esto se estimula la llegada de forma natural de variedad de especies de plantas, aportando así al aumento paulatino de la diversidad en los bordes de los fragmentos de bosque y a futuro a la posible ampliación o crecimiento del bosque ripario.

- Tratamiento 2: implementación de núcleos de vegetación (núcleos de Anderson) en las zonas intermedias entre dos fragmentos o zonas de borde, que promuevan la llegada y colonización de otras especies, promoviendo la regeneración de la vegetación. Para esto se propone tener en cuenta especies pioneras y de estados intermedios del proceso sucesional, que sean heliófilas efímeras y durables, de crecimiento rápido, que puedan formar dosel y con esto mejorar micro condiciones ambientales, necesarias para el establecimiento de otras especies de plantas. También se plantea tener en cuenta especies que presten un beneficio, así como alimento o refugio para fauna, de esta forma se podría acelerar y activar la regeneración de la vegetación propiciando a futuro sitios de

reclutamiento de plántulas de especies que lleguen por lluvia de semillas y a largo plazo la posible reconexión de fragmentos de cobertura natural. El arreglo propuesto se efectuará como se muestra en la **Figura 11-251**.

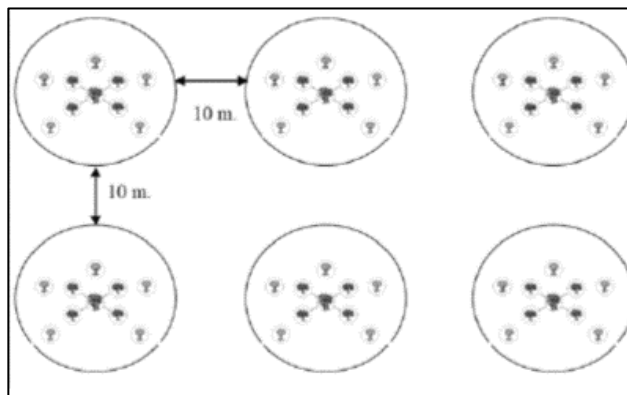


Figura 11-251 Patrón espacial núcleos de diversidad

Fuente: Anderson, M. L, 1953

Los arreglos se determinarán teniendo en cuenta la ecología de las especies y los patrones sucesionales naturales de cada especie a implementar (**Ver Tabla 11-187 y Figura 11-252**)

Tabla 11-187 Tipo de especies utilizadas en los arreglos

Ubicación de la especie	Convención
Especies centrales: preponderantemente umbrófilas	
Especies del primer aro: de carácter heliófilas parciales	
Especies del segundo aro: preponderantemente heliófilas	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

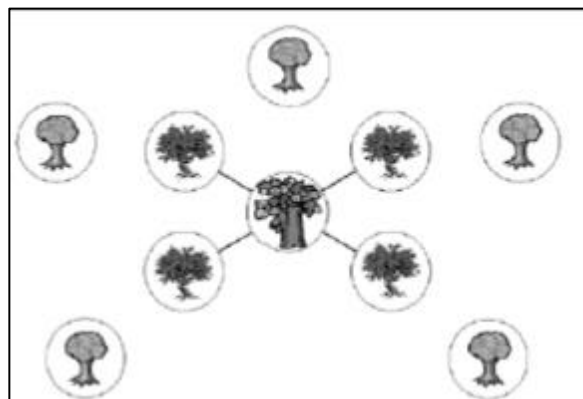


Figura 11-252 Detalle del arreglo nuclear

Fuente: Anderson, M. L, 1953

Con respecto a la restauración de las coberturas naturales presentes en el Bosque seco tropical (BST) (relacionado con el Zonobioma tropical altermohígrico Catatumbo), el enriquecimiento, según Vargas, W y Ramirez W⁴, debe tener en cuenta dos grupos de especies que son claves: las plantas nodrizas y las pioneras intermedias. Las plantas nodrizas son aquellas que se encuentran en áreas de restauración y pueden cumplir un papel de facilitación importante especialmente cuando las condiciones ambientales son adversas como sucede en el Bosque Seco. Las nodrizas pueden ser hierbas, arbustos o árboles que se encuentran en las áreas en las que se desarrollan actividades de restauración, estas pueden utilizarse como sitios de siembra, bajo cuya sombra pueden crecer plantas que requieren protección contra los rayos directos, los vientos o la evapotranspiración. Las pioneras intermedias pueden ser usadas en este sentido y representan la oportunidad más importante para la restauración del BST. Muchas de las especies de este grupo producen abundantes frutos y semillas, por lo tanto, es fácil recolectarlas y utilizarlas en proyectos de restauración. En vivero las pioneras intermedias tienen altas tasas de crecimiento.

3. Dimensiones del material

Una vez en el sitio, el material se esparcirá uniformemente en toda la superficie del terreno garantizando mantener el pan de tierra y su humedad. Se debe nivelar el área de acuerdo con las pendientes, estabilidad del terreno y requerimientos de siembra. De ser necesario se adicionarán fertilizantes orgánicos o químicos a los suelos, igualmente hacer una escarificación superficial a la hora de la siembra.

En la etapa de la siembra, en el caso de que los árboles y arbustos estén en bolsas, se deben cortar debido a que contienen el sustrato, después se dispone la plántula en el hoyo, teniendo en cuenta que el pan de tierra quede a nivel con el suelo, posteriormente se termina de llenar el hoyo aporcando las uniones de los bloques con tierra orgánica, Una vez plantada la superficie, el sustrato o la plántula deben permanecer hidratados hasta que se observe una respuesta positiva en el establecimiento del material vegetal.

Si se requiere realizar la siembra de plántulas de árboles o arbustos durante el periodo de verano, se debe adicionar hidrorretenedor por plántula, con el fin de aprovechar la humedad del terreno al conservarla en las cápsulas de gel y permitir su disponibilidad, pero lo más recomendado es hacerla en época de lluvia.

En la etapa de mantenimiento se debe asegurar la humedad del sustrato de la plántula, ya sea por el agua lluvia sincronizando la siembra con los periodos de lluvia o con riegos periódicos, asegurando la adaptabilidad del material vegetal. Posteriormente aplicar fertilizantes y correctivos periódicos de ser necesarios.

⁴ LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA RESTAURACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA en: Pizano, C y H García (Editores). 2014. El Bosque seco tropical en Colombia. Instituto de investigaciones de recursos Biologicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá. Colombia

La siembra de plántulas en los recorridos debe incluir verificación del estado de los individuos, si los pastos, las enredaderas o las hierbas están invadiendo y ejerciendo competencia que pueda afectar la supervivencia de la plántula se deben realizar plateos, sin que estos sean muy agresivos por la susceptibilidad a la erosión del terreno, realizar remplazo de individuos o tramos que no sobrevivieron.

4. Requisitos de material vegetal

El material vegetal será adquirido en vivero primordialmente, sin descartar la opción de rescate de individuos provenientes de las áreas de intervención. Las plántulas seleccionadas de vivero, deben tener un estricto control de calidad desde estos planteles, ya que de esto depende el éxito de una buena plantación. Por ello, se efectuará un control de calidad antes de su traslado al punto de siembra; las plántulas no deben presentar problemas fitosanitarios, tales como: *Phoma* sp., *Rhizoctonia* sp., cuello de ganso, *Botrytis* sp., necrosis de hojas y tallos, manchas, pudriciones, etc., ya que estos afectan el normal desarrollo de la planta. Se priorizarán los viveros cercanos a la zona para garantizar la adaptabilidad de las especies. De esta manera los árboles podrán competir sin ningún problema por luz, nutrientes, malezas y tendrán la posibilidad de soportar holgadamente las inclemencias climáticas.

5. Especies recomendadas

Se debe evaluar el potencial de regeneración a partir de los resultados de la caracterización de la vegetación tanto de los ecosistemas / escenarios de referencia, como el realizado para levantar la línea base de los sitios a intervenir. En la fase diagnóstica la evaluación del potencial de regeneración se refiere a la disponibilidad de especies en la región, su ubicación, abundancia, su etapa sucesional. El potencial de regeneración se define para las estrategias planteadas, como el conjunto de especies nativas y de acuerdo con la información del EIA, se trabajará con las especies referenciadas en el Anexo D.

v. Acciones para el mantenimiento

A continuación, se describen las actividades de mantenimiento a realizar una vez establecida la compensación. Luego de la siembra, deberá realizarse un programa de mantenimiento por tres (3) años así:

1. Plan de manejo silvicultural.

- a. Replante o Resiembra de Material: El replante consiste en reponer todo el material que debido a procesos bióticos, abióticos y antrópicos no alcanza a sobrevivir. Este replante se hará al inicio de la siguiente época de lluvias o a los cuatro o cinco meses después de haber realizado la plantación. La supervivencia debe ser superior al 80%, y la reposición se hará de acuerdo con la especie pérdida buscando mantener la funcionalidad del arreglo florístico.

- b. **Limpías o Rocerías:** Esta acción, deberá realizarse en forma manual o con herramientas, preferiblemente con machete o guadaña. La limpia deberá hacerse a una distancia de 50 cm del árbol y de manera circular con el fin de mantener el plato limpio. No se permitirá la quema química. Se debe tener en cuenta que el objetivo de la siembra es principalmente de restauración, lo cual exige que la actividad de rocería debe ejercerse teniendo un manejo adecuado con el fin de no eliminar la regeneración natural potencial y precursora de la sucesión vegetal.
- c. **Fertilización:** La fertilización deberá ser aplicada con base en las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y a las necesidades de la especie plantada.
- d. **Control Fitosanitario:** El profesional idóneo incluirá dentro de los procedimientos un plan de verificación sanitaria periódico. De identificarse una infestación por hongos e insectos se deberá diseñar el manejo fitosanitario a seguir.
- e. **Control de humedad:** Se verificará la humedad del sustrato en los distintos puntos, en caso de presentar encharcamientos focales se procederá a abrir una zanja que permita la evacuación del exceso de humedad.
- f. **Identificación de riesgos sobre los núcleos establecidos en particular, los asociados a incendios forestales o reactivación de procesos tensionantes.**

vi. Participación comunitaria

El que un proyecto de restauración logre el apoyo social radica en el grado de identificación de la gente con los objetivos planteados en el mismo, pues dicha identificación promueve la aceptación pública de los proyectos, legitimándolos y dándoles relevancia social para lo que se llevar a cabo las siguientes fases:

1. Fase de Socialización.

Se realizarán talleres informativos con la comunidad del área de influencia para darle a conocer:

- a. Objetivos y metas del Plan de Compensación ante la comunidad.
- b. Se dictará una charla de sensibilización sobre la importancia de los ecosistemas donde se llevará a cabo la rehabilitación para las personas pertenecientes a las comunidades involucradas en el proceso de compensación.
- c. Identificar los actores y vincular los auxiliares para las acciones que se llevaran a cabo.
- d. Involucrar las comunidades en los procesos seguimiento del proceso.

2. Fase de Planeación y definición de estrategias a implementar.

Se concertarán jornadas de trabajo con:

- a. Comunidad campesina: Trabajadores agrícolas de diferentes edades y géneros.

- b. Comunidad escolar: profesores, padres de familia y alumnos.
- c. Vecinos del predio objeto de intervención
- d. Entidades locales: Asociaciones comunitarias, ONG's, Organizaciones Ambientales, Entidades estatales que participan en la conservación regional de los recursos.
- e. Investigadores de la conservación y restauración ecológica, idealmente con experiencia en la región o los ecosistemas sujetos a rehabilitación.

Durante estas mesas de trabajo se buscará definir a partir de la integración del conocimiento local:

- Estrategias de acción para recuperar los elementos de los ecosistemas.
- Selección de las áreas (de acuerdo con las características descritas en el numeral 4) e identificación de predios clave.
- Difusión de técnicas de propagación de especies nativas y manejo de viveros e invernaderos.
- Creación participativa de materiales que divulguen el conocimiento local y las acciones de restauración iniciadas (herbarios, plegables informativos, cartillas, boletines).

vii. Herramientas metodológicas.

1. Cartografía social: esta metodología considera el territorio como referente espacio temporal y busca su representación por medio de la construcción colectiva de mapas, en donde se muestran las percepciones locales del entorno natural, político, económico y cultural.
2. Recorridos prediales: metodología que complementa la cartografía social. A través de ellos se puede precisar y actualizar la información consignada en los mapas de territorio.
3. Conversatorios: son encuentros con diferentes participantes en los cuales se busca el diálogo de saberes sobre un tema específico. En ellos, aparecen puntos de vista distintos y se procura establecer consensos de opinión.

viii. Aislamiento de corredores ecológicos y franjas de ampliación de parches.

Según Vargas, W y Ramírez W⁵ (2014), Los bosques ribereños representan un recurso muy importante para la restauración de los BST. La restauración del BST debe partir del fortalecimiento de las redes ribereñas que generen conectividad y hábitat, puesto que estas redes suelen comunicar a los bosques con otros tipos de ecosistemas. Los procesos de restauración que generen coberturas alrededor de estas franjas o zonas de borde de

⁵ LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA RESTAURACIÓN DEL BOSQUE SECO TROPICAL EN COLOMBIA en: Pizano, C y H García (Editores).2014. El Bosque seco tropical en Colombia. Instituto de investigaciones de recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá. Colombia

parches de vegetación pueden facilitarse con encerramientos y delimitaciones que excluyan al ganado de estas áreas.

11.2.2.8.5 Modos de compensación

Acuerdos de conservación-Producción

Los acuerdos de conservación se fundamentan en la condición privada de los predios localizados en las áreas de interés para el desarrollo de las compensaciones, cuya orientación está basada en la zonificación establecida por el POMCA del río Pamplonita. Esta estrategia es definida como acuerdos de buena voluntad entre dos o más actores, alrededor del ordenamiento de actividades relacionadas con la producción, la conservación y el manejo de los recursos existentes en un predio, como parte de una estrategia que responde a la conservación de un territorio (Ocampo-Peñuela, 2010).

Es necesario que estos acuerdos se implementen mediante la firma de contratos o actas de compromiso con el propietario, los cuales deben ser construidos por las partes interesadas y cumplir con los artículos 1495 (definición de contrato o convención) y 1502 (Requisitos para obligarse) del Código Civil Colombiano. La inclusión de un contrato legal es pertinente, pues permitirá que las estrategias planteadas puedan desarrollarse sin contratiempos y permite que las partes involucradas puedan exigir el cumplimiento de los acuerdos. Adicionalmente, en materia legal se debe dar cumplimiento al decreto No 1007 de 2018 y al CONPES 3688 de 2017. A continuación, se presenta el marco jurídico de referencia para la construcción de los acuerdos de conservación-Producción.

Tabla 11-188 Marco jurídico de referencia para establecer acuerdos de conservación-

Norma	Tema
Decreto No 1007 de junio de 2018	«Por el cual se modifica el Capítulo 8 del Título 9 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la reglamentación de los componentes generales del incentivo de pago por servicios ambientales y la adquisición y mantenimiento de predios en áreas y ecosistemas estratégicos que tratan el Decreto Ley 870 de 2017 y los artículos 108 y 111 de Ley 99 de 1993, modificados por los artículos 174 de la Ley 1753 de 2015 y 210 de la Ley 1450 de 2011, respectivamente» .
CONPES 3886 de 2017	Lineamientos de Política y Programa Nacional de Pago por Servicios Ambientales para la construcción de paz.
Código Civil Colombiano	Artículo 1495. Definición de contrato o convención. Contrato o convención es un acto por el cual una parte se obliga para con otra a dar, hacer o no hacer alguna cosa. Cada parte puede ser de una o de muchas personas. Artículo 1502 Requisitos para obligarse Para que una persona se obligue a otra por un acto o declaración de voluntad, es necesario:1)Que sea legalmente capaz. 2)Que consienta en dicho acto o declaración y su consentimiento no adolezca de vicio. 3)Que recaiga sobre un objeto lícito. 4)Que tenga una causa lícita.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

La aplicación de esta herramienta de implementación permite incrementar áreas en coberturas, conexión de relictos o parches de bosque, aislamientos para protección e implementación de corredores de conservación, entre otros. Se selecciona este modo, pues en el contexto de la región y más aún en el área de influencia del proyecto, es difícil

instaurar áreas de conservación estrictas, o áreas en las que no se permitan intervenciones. Lo anterior en coherencia con los resultados del estudio de impacto ambiental, en el cual se evidenció que en el paisaje predominan las áreas de producción y existen presiones sobre los relictos de ecosistemas naturales.

Los acuerdos de conservación permitirán que el operador del proyecto logre formalizar las actividades de preservación y restauración y a cambio se realizarán pagos transitorios en dinero o en especie a los propietarios, los cuales estarán condicionados por las actividades de conservación pactadas o asistencia técnica para los sistemas productivos que tenga en sus fincas. Además, tras la terminación del contrato se espera generar un cambio en el comportamiento de los propietarios de los predios tanto en su comprensión de la problemática ambiental, como en sus prácticas productivas.

Tabla 11-189 Actividades para la implementación de los acuerdos de conservación

Actividad	Descripción
1. Identificación y delimitación de las áreas ecológicamente equivalentes a los ecosistemas afectados por el proyecto.	-Realizar reuniones con CORPONOR para concertar áreas equivalentes. - Levantamiento, organización y análisis de la información biológica y socioeconómica para definir áreas equivalentes específicas.
2. Definición de las acciones de compensación en las áreas priorizadas.	-Definir las áreas que serán objeto de aislamiento, y los mecanismos de verificación, control y seguimiento.
3. Estimar el valor del incentivo y definir el esquema de implementación.	-Estimar el valor promedio del incentivo de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 1007 de 2018. -Definir el esquema de manejo y transferencia de los recursos a los propietarios de los predios.
4 Divulgar el plan de compensación y realizar la convocatoria de predios.	-Generar una estrategia de comunicación sobre las acciones de aislamiento de ecosistemas estratégicos y rehabilitación de ecosistemas, actividades que serán programadas para realizarse en un lapso de 5 años. -Convocar a los actores locales para la postulación de sus predios, definiendo plazos, requisitos y documentos, expresión de interés y sitios de entrega de información. Los predios se seleccionarán de acuerdo con los lineamientos planteados en el artículo 2.2.9.8.2.3 del Decreto 1007 de 2018.
5. Selección de los predios.	Informar a los participantes sobre los predios seleccionados.
6 Elaborar un diagnóstico de cada uno de los predios.	El diagnóstico debe incluir -Nombre, ubicación y extensión del predio -Tipo de coberturas vegetales, ecosistemas y extensión, condición. -Caracterización florística y faunística de los predios. -Caracterización socioeconómica del predio. -Identificación del manejo ambiental del predio en relación con las actividades productivas.
7 elaboración del plan predial de compensación en acuerdo con el propietario del predio	Definición del plan de manejo de acuerdo con las fortalezas y debilidades identificadas en la caracterización: -Descripción detallada de las áreas ecológicamente equivalentes -Definir el tipo de acciones de compensación que pueden realizarse en el predio. -Cronograma y plan de inversiones detallado anualmente. -Esquema de entrega del incentivo. -Monitoreo y seguimiento.
8 formulación del acuerdo entre el operador del proyecto y los propietarios de los predios.	El contrato debe tener la siguiente información: -Consideraciones. - Las partes. -Objeto. -Áreas objeto de compensación. -Obligaciones de las partes y mecanismos de monitoreo. -Tipo de incentivos y forma de pago. -Duración del contrato. -Suspensión. -Incumplimientos.

Actividad	Descripción
	- Sanciones y solución de controversias. - Terminación.
9 Registro del área de compensación.	Registrar el proyecto de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1007 de 2018.
10 Monitoreo y seguimiento.	Realizar el plan de monitoreo y seguimiento por el tiempo establecido.
11 Entrega de incentivos.	Definición de la estrategia para que el incentivo se entregue en concordancia con el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por los propietarios.

Fuente: Modificado de Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia GIZ, 2017 & Ocampo-Peñuela, 2010.

Duración de la formulación de los Acuerdos de conservación y del Plan de Compensación

El diseño del Acuerdo de Conservación tendrá una duración de aproximadamente 6 meses. La duración del plan de compensación, después de finalizar las actividades de establecimiento de las acciones de aislamiento de ecosistemas estratégicos y rehabilitación de ecosistemas será de 5 años.

Selección de predios

Si bien es cierto en el numeral 11.2.2.9 Dónde Compensar, se han preseleccionado áreas preliminares por sus condiciones ecológicas, es necesario garantizar que los propietarios de los predios cuenten con los certificados de libertad y tradición (no mayor de 30 días), donde se especifique la propiedad.

Adicionalmente, se debe dar cumplimiento a los lineamientos de selección y priorización de predios establecidos en el artículo 2.2.9.8.2.3 del Decreto 1007 de 2018, en los cuales se establece que los predios o parte de su área contengan una o más de las siguientes características.

- Con mayor proporción de cobertura natural y riesgo de transformación por expansión de la frontera agrícola, preferiblemente colindantes a los predios de más reciente transformación teniendo en consideración lo establecido en el parágrafo 1 del artículo 2.2.9.8.2.4 del citado Decreto.
- Con potencial de conectividad ecosistémica con áreas protegidas o estratégicas de conservación *in situ*.
- En lo que concurren varios servicios ambientales como una expresión de riqueza de la diversidad biológica a conservar.

Ordenamiento predial

El ordenamiento predial es el proceso de delimitar diversas áreas de manejo en función de sus valores de conservación (para este caso los valores de conservación corresponden a los ecosistemas equivalentes que se identifiquen en el predio de interés) y su aptitud de uso de manera concertada con el propietario con lo que se permita conservar los valores naturales identificados y dar un uso sostenible al predio. (Adaptado Tación et al., 2004 en Romero. (2014)).

Este proceso metodológico hace parte fundamental del Acuerdo de conservación, siendo éste, la herramienta de negociación con los productores, y tiene como fin de apoyar la definición de los compromisos de las partes, estableciendo aquellas áreas que son muy importantes para garantizar la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, y permitiendo dar respuesta a las expectativas de propietarios; consiguiendo al finalizar el proceso mapas de zonificación del uso concertado en los predios y algunas estrategias y recomendaciones para el plan de monitoreo del acuerdo de conservación. A continuación, se describen los pasos para obtener el ordenamiento del predio según lo descrito por Romero (2014).

Paso 1. Localización del predio. Delimitación del o los polígonos del predio a través de cartas catastrales en caso de tenerlas o mediante los usos de sistemas de posicionamiento global – GPS y el recorrido y captura de puntos del lindero en campo. El proceso puede apoyarse en mapas parlantes contruidos con el propietario.

Paso 2. Caracterización del predio. Elaboración de las caracterizaciones de aspectos ecológicos, sociales, económicos, productivos y administrativos del predio y dentro de éstos la definición de las coberturas y usos de la tierra mediante herramientas de sistemas de información geográfica.

Paso 3. Aplicación de la metodología de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA). Esta es una metodología creada y desarrollada por The Nature Conservancy (TNC) (Granizo et. al. 2006 en Romero 2014) para identificar prioridades de conservación. Como parte de este proceso se definen presiones, fuentes de presión y finalmente unas estrategias. Para la aplicación de esta metodología partimos de una definición previa del objeto de conservación que para el presente caso corresponde a los ecosistemas equivalentes que tenga el predio.

Una vez definidos los objetos de conservación (los ecosistemas equivalentes), se realiza un análisis de su viabilidad es decir la “salud” ecológica de éstos de acuerdo con tres criterios: tamaño, condición y contexto paisajístico. Posteriormente, se realiza el análisis de amenazas para identificar, evaluar y priorizar las “presiones”, es decir los daños funcionales o los tipos de destrucción o degradación que afectan los objetos de conservación y reducen su viabilidad, y las fuentes de esas presiones que son las actividades humanas no sostenibles que ocasionan dichos daños. Las presiones se priorizan con base a los criterios de severidad de la presión y su alcance geográfico y las fuentes de presión se priorizan de acuerdo con los criterios de grado de contribución a la presión, e irreversibilidad de la presión causada por la fuente, con lo cual se identifican las amenazas críticas que son el resultado de la combinación entre presiones y fuentes de presión de mayor jerarquía.

Por último, se plantean estrategias que contribuyan a minimizar o eliminar completamente las amenazas identificadas y así mejorar o mantener la viabilidad de los objetos de conservación o fomentar su uso sostenible según su potencial, que van enmarcadas en el plan de monitoreo del acuerdo de conservación.

Paso 4. Zonificación de usos. El cuarto paso consiste en preparar una propuesta de zonificación para el predio, es decir la definición de las zonas en las cuales deben desarrollarse actividades de conservación o preservación, uso sostenible y/o restauración, considerando los resultados obtenidos con la aplicación de la metodología PCA, las actividades productivas y definiendo en caso de ser requerido áreas de amortiguación o que promuevan la conectividad.

Paso 5. Concertación de la zonificación. El siguiente paso es presentar la propuesta de zonificación al propietario, así como los resultados del ejercicio de identificación de presiones y amenazas, para con él evaluar las alternativas de uso propuestas y sus respectivas áreas, lograr acuerdos, resolver conflictos y concertar una propuesta definitiva en la que se reflejen tanto sus expectativas como la perspectiva de conservación del proyecto. El resultado de esta negociación, al determinar con precisión las zonas, actividades y normas de uso al interior del predio, constituyen los puntos a incluir en el acuerdo de conservación y la base de una propuesta de actividades de monitoreo en el corto y mediano plazo de este.

En resumen, Según Romero (2014), los productos que hacen parte del ejercicio de ordenamiento predial son:

- Ficha resumen de las características biofísicas del predio.
- Mapa de localización del predio.
- Mapa de coberturas y uso actual del predio.
- Matrices de identificación de presiones y amenazas.
- Mapa de Zonificación propuesto.
- Mapa de Zonificación concertado y normativas de uso.
- Estrategias y recomendaciones para el plan de monitoreo del acuerdo de conservación y la implementación del acuerdo de conservación.

Elementos para la definición del modelo de acuerdo

En consideración a que las acciones de compensación están previstas para ser desarrolladas al interior del área de influencia en terrenos de propiedad privada, pero teniendo como referentes la zonificación del POMCA del río Pamplonita y de manera específica, las unidades destinadas para la conservación y la restauración que fueron definidas a una escala de nivel regional o cuenca, se propone desarrollar el mecanismo de acuerdo de conservación firmados entre el concesionario y el propietario, donde se incluyan los incentivos a la conservación y las limitaciones correspondientes sobre las áreas sujetas a desarrollar las acciones de compensación en una escala predial. El acuerdo será de obligatorio cumplimiento para las partes, es fuente de obligaciones y procedimientos y deberá ser ejecutado de buena fe. Este mecanismo será de carácter absolutamente voluntario para los interesados en participar en las acciones de preservación y restauración propuestas por el presente plan de compensación.

Para cumplir con los lineamientos establecidos por el Manual de Compensación, según el cual, los acuerdos deben establecer de forma claro los términos y condiciones en que se

implementarán las acciones a realizar (MADS, 2018), se presentan a continuación los términos principales sobre los cuales se desarrollarán tales acuerdos:

- Identificación de las partes (nombre, documento de identidad, medios de contacto, residencia o lugar de localización) y la calidad en la que actúan (rol que desempeñan dentro del acuerdo en relación con la propuesta de compensación).
- Los antecedentes relativos a las actividades adelantadas por las partes y la importancia del área de interés para la compensación; este último, en relación con la zonificación establecida por los instrumentos de ordenación local o regional que se tomen como referentes.
- Descripción de los bienes inmuebles involucrados (infraestructura, uso actual de las unidades espaciales del predio), su titularidad (dueños) y afectaciones, limitaciones y/o gravámenes que existieren sobre los mismos (situación actual).
- El objeto del acuerdo y objetivos específicos con discriminación de actividades, según corresponda a la unidad predial.
- Las obligaciones y responsabilidades de las partes y los recursos o aportes económicos, técnicos, administrativos, etc. (recursos en dinero o en especie) de cada uno de ellos frente a las actividades a ejecutar.
- Los mecanismos de verificación para cada una de las obligaciones y actividades.
- Las condiciones del acuerdo: normas, lineamientos y parámetros que deben ser respetados (ej. un plan de manejo predial, zonificación y/o reglamento de uso, etc.).
- Los tiempos o plazos del acuerdo como un todo y de las actividades u obligaciones, lo cual puede estar referido en un cronograma de trabajo.
- La línea base del acuerdo, tanto en términos del estado de la biodiversidad como del estado de los procesos, que permita luego evaluar el tipo y el grado de avance de la propuesta de compensación y su efectividad y equivalencia frente a las potenciales pérdidas generadas por el proyecto.
- Definición precisa de las metas de compensación (en las acciones de conservación, restauración y/o uso sostenible).
- Las Instancias, mecanismos o formas de toma de decisiones.
- Mecanismos y procedimientos para resolución de conflictos.
- Protocolos de comunicación y/o reporte a terceros (incluida la autoridad ambiental).
- Mecanismos o acuerdos relacionados con la administración de los recursos.

La temporalidad de los acuerdos será de cinco (5) años, y podrán ampliarse conforme a las necesidades específicas del proyecto y/o dependiendo de los resultados de las acciones de monitoreo y seguimiento que puedan soportar el cumplimiento de las obligaciones establecidas.

11.2.2.9 Plan operativo y de inversión

El Plan de compensación requiere para su implementación el desarrollo de actividades preliminares donde se desarrollarán las gestiones para aislamiento de áreas naturales remanentes en zonas de protección, la rehabilitación de áreas naturales intervenidas y la formulación de acuerdos de conservación, estas actividades preliminares implican un trabajo cartográfico para la selección detallada de sitios, la identificación de actores y la coordinación con la autoridad regional considerando que todas las actividades están consideradas dentro del POMCA del río Pamplonita. Las actividades de ejecución estarán orientadas por los resultados de las caracterizaciones realizadas de manera puntual en los predios, por las actividades de planificación predial y los procedimientos particulares requeridos para el establecimiento de los arreglos correspondientes. Finalmente las actividades de seguimiento y monitoreo deberán seguir los términos de los acuerdos a los que se llegue para facilitar la colección de información, el análisis y su divulgación.

A nivel de la inversión requerida para la implementación del plan, cada uno de los costos se calculó por unidad de área (hectárea); sin embargo, para el caso de los aislamientos y las rehabilitaciones, el costo es variable en la medida en que las áreas o lotes sean consecutivos y dependerán del número total de predios que se destine para esta alternativa.

En este ítem también se incluyen los valores del costo del programa de Monitoreo y Seguimiento; no obstante, se debe considerar que todos los valores propuestos se deben actualizar antes de implementarse las acciones, considerando los tiempos que transcurren entre la formulación del plan, la aprobación de la licencia y la generación de los impactos, quienes determinan la implementación de las compensaciones según los términos de la Resolución 0256 de 2018. A continuación, se proporciona el cálculo de costos estimados para las diferentes actividades.

Aislamiento de áreas naturales remanentes

El valor de la acción de aislamiento por Ha se estima en COP \$5.577.740, este valor se desglosa en la **Tabla 11-190**.

Tabla 11-190 Costos de aislamiento por Ha (400 m lineales)

Requerimientos	Unidad	Cantidad	Valor	Valor
			Unitario (\$)	Total (\$)
1. insumos				
Poste de madera inmunizada, incluye pie de amigo	Poste	156	\$ 15.000	\$ 2.340.000
Alambre de púas calibre 12.5 x 400 m	Rollo	4	\$ 90.000	\$ 360.000
Grapas	Kg.	4	\$ 7.000	\$ 28.000

Requerimientos	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Subtotal insumos				\$ 2.728.000
Transporte insumos (15% valor de Insumos)				\$ 409.200
Total Insumos				\$ 3.137.200
2. Mano de Obra				
Trazado	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000
Ahoyado	Jornal	10	\$ 50.000	\$ 500.000
Transporte menor	Jornal	2	\$ 50.000	\$ 100.000
Hincado	Jornal	5	\$ 50.000	\$ 250.000
Templado y Grapado	Jornal	6	\$ 50.000	\$ 300.000
Subtotal Mano de Obra				\$ 1.200.000
Herramientas (10% Valor Mano de Obra)				\$ 120.000
Subtotal Mano de Obra				\$ 1.320.000
SUBTOTAL COSTO AISLAMIENTO				\$ 4.457.200
ADMINISTRACIÓN 10%				\$ 445.720
IMPREVISTOS 8%				\$ 356.576
UTILIDAD 6%				\$ 267.432
IVA 19% (Sobre utilidad)				\$ 50.812
TOTAL COSTOS AISLAMIENTOS				\$ 5.577.740

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Acciones de rehabilitación y mantenimiento durante los primeros tres años

La actividad de rehabilitación y su respectivo mantenimiento durante los primeros tres años tiene un costo de COP \$18.410.000 por hectárea, cada ítem para el cálculo de este valor se presenta en la **Tabla 11-191**.

Tabla 11-191 Costos de establecimiento y mantenimiento para acciones de rehabilitación

Actividad	Uni	Cant	V/ unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Total
1. COSTO DIRECTOS							
1.1 Mano de obra							
1.1.1 Calificada							
Asistencia Técnica y Socialización. Establecimiento y mantenimiento	día	15	\$ 242.667	\$ 3.640.005	\$ 1.337.700	\$ 1.401.400	\$ 6.379.100
1.1.2 No calificada							
Adecuación del terreno	Jornal	12	\$ 50.000	\$ 600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 600.000
Trazado	Jornal	2	\$ 50.000	\$ 100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 100.000
Plateo y ahoyado	Jornal	6	\$ 50.000	\$ 300.000	\$ 105.000	\$ 110.000	\$ 515.000
Transporte interno	Jornal	2	\$ 50.000	\$ 100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 100.000

Actividad	Uni	Cant	V/ unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Siembra	Jornal	4	\$ 50.000	\$ 200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 200.000
Control fitosanitario	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 55.125	\$ 157.625
Fertilización	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 55.125	\$ 157.625
Resiembra	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 0	\$ 102.500
Plateos	Jornal	4	\$ 50.000	\$ 200.000	\$ 367.500	\$ 262.500	\$ 830.000
Limpías	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 55.125	\$ 157.625
Control de incendios	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 55.125	\$ 157.625
Aislamiento	Jornal		\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Podas	Jornal	1	\$ 50.000	\$ 50.000	\$ 52.500	\$ 55.125	\$ 157.625
Subtotal Mano de Obra				\$ 5.440.005	\$ 2.125.200	\$2.049.525	\$ 9.614.725
1.2 Insumos							
Plántulas (+ 10%)	No.	200	\$ 2.500	\$ 500.000			\$ 500.000
Correctivos (cal dolomita)	Kg/Ha	50	\$ 9.000	\$ 450.000			\$ 450.000
Abono orgánico	Kg/Ha	200	\$ 1.000	\$ 200.000	\$ 210.000	\$ 220.500	\$ 630.500
Fertilizante N P K	Kg/Ha	50	\$ 1.500	\$ 75.000	\$ 78.750	\$ 82.688	\$ 236.438
Fungicida	litro	1	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 42.000		\$ 82.000
Insecticida biológico	litro	10	\$ 30.000	\$ 300.000	\$ 126.000	\$ 132.000	\$ 558.000
Herramientas	Global			\$ 400.000	\$ 425.000	\$ 450.000	\$ 1.275.000
Análisis de suelos	Global	1	\$ 200.000	\$ 200.000	\$ 210.000	\$ 220.500	\$ 630.500
Subtotal insumos				\$ 2.165.000	\$ 1.091.750	\$ 1.105.688	\$ 4.362.438
1.3 Transporte de materiales							
Transporte interno	Global		\$ 100.000	\$ 100.000	\$ 105.000	\$ 110.250	\$ 315.250
Transporte mayor (10% insumos)	Global			\$ 216.500	\$ 109.175	\$ 110.569	\$ 436.244
Subtotal transporte de materiales				\$ 316.500	\$ 214.175	\$ 220.819	\$ 751.494
Total costos directos				\$ 7.921.505	\$ 3.431.125	\$ 3.376.032	\$14.728.657
2. COSTOS INDIRECTOS*				\$ 1.980.376	\$ 857.781	\$ 844.008	\$ 3.682.164
TOTAL COSTOS				\$ 9.901.881	\$ 4.288.906	\$ 4.220.040	\$18.410.821
NOTA: Los costos estarán de acuerdo con el sistema de siembra que determine realizar la empresa contratista y su grupo de especialistas.							
Se incluye un incremento en mano de obra e insumos del 5%							
* Adicionalmente se asume un 25% de costos indirectos para atender imprevistos, maquinaria y equipos.							

Actividad	Uni	Cant	V/ unitario	Año 1	Año 2	Año 3	Total
<i>Estos costos deberán actualizarse para el momento en que se realice la actividad.</i>							

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Costos implementación Acuerdos de Conservación

El modo preseleccionado para la implementación de las compensaciones corresponde al establecimiento de Acuerdos de Conservación. El costo de la implementación de estos acuerdos corresponde a COP \$6.777.841.176, teniendo como referente que la concertación con la comunidad y las autoridades ambientales podría durar 6 meses.

Tabla 11-192 Costos de implementación de acuerdos de conservación-producción

Actividad	Unidad	Cantidad	V/ unitario	Total
1. COSTO DIRECTOS				
1.1 Mano de obra				
1.1.1 Calificada				
Coordinador técnico	día	120	\$ 252.000	\$ 30.240.000
Asistente administrativo	día	120	\$ 93.333	\$ 11.200.000
Profesional SIG	día	60	\$ 183.333	\$ 11.000.000
Profesional biótico	día	80	\$ 126.667	\$ 10.133.333
Ingeniero agrónomo	día	80	\$ 103.333	\$ 8.266.667
Profesional social	día	120	\$ 156.667	\$ 18.800.000
Abogado	día	50	\$ 156.667	\$ 7.833.333
 Subtotal Mano de Obra				\$ 97.473.333
1.2 Costos directos asociados a la actividad				
Imágenes remotas	Global	1	\$ 8.275.074	\$ 4.137.537
Insumo de papelería	Global	1	\$ 2.500.000	\$ 2.500.000
Muestreo de suelos	Unidad	16	\$ 125.000	\$ 2.000.000
Convocatoria a reuniones	Unidad	10	\$ 500.000	\$ 5.000.000
Certificados de tradición y libertad	Unidad	8	\$ 15.000	\$ 120.000
Información jurídica (escrituras, contratos)	Unidad	8	\$ 50.000	\$ 400.000
Materiales y equipos portátiles	Global	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Subtotal insumos				\$ 19.157.537
1.3 Transporte				
Transporte interno	Global		\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Subtotal transporte				\$ 10.000.000
1.4 Costos incentivos				
Costo calculado por costo de oportunidad	Año	5	\$ 1.068.315.000	\$ 5.341.575.000
Subtotales incentivos				\$ 5.341.575.000
Subtotal costo implementación acuerdos				\$ 5.468.205.870
ADMINISTRACIÓN 10%				\$ 546.820.587

Actividad	Unidad	Cantidad	V/ unitario	Total
IMPREVISTOS 8%				\$ 437.456.470
UTILIDAD				\$ 273.410.293
IVA 19% (Sobre utilidad)				\$ 51.947.956
TOTAL COSTOS ACUERDOS CONSERVACION-PRODUCCION				\$ 6.777.841.176

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Costos seguimiento y Monitoreo

La Tabla 11-193 resume los costos del plan de seguimiento y monitoreo por año. El valor de estas actividades se estima en COP \$173.087.389. Se resalta que la actividad de seguimiento y monitoreo implica una condición regular y sistemática para la recolección y análisis de información, prevista para cada semestre y que debe estar fundada sobre una información de partida o línea base.

Tabla 11-193 Costos del plan de seguimiento y monitoreo por año

Actividad	Unidad	Cantidad	V/ unitario	Total
1. COSTO DIRECTOS				
1.1 Mano de obra				
1.1.1 Calificada				
Coordinador técnico	día	90	\$ 252.000	\$ 22.680.000
Asistente administrativo	día	90	\$ 93.333	\$ 8.399.970
Biólogo-Ornitólogo	día	70	\$ 126.667	\$ 8.866.690
Ingeniero Forestal-Especialista en restauración	día	70	\$ 156.667	\$ 10.966.690
Ingeniero agrónomo	día	45	\$ 103.333	\$ 4.649.985
Biólogo-Botánico	día	70	\$ 156.667	\$ 10.966.690
Profesional social	día	90	\$ 156.667	\$ 14.100.030
Profesional SIG	día	40	\$ 183.333	\$ 7.333.320
Abogado	día	40	\$ 156.667	\$ 6.266.680
Subtotal Mano de Obra				\$ 94.230.055
1.2 Costos directos asociados a la actividad				
Insumo de papelería	Global		\$ 3.500.000	\$ 2.500.000
Gastos de herbario	Unidad	250	\$ 3.000	\$ 750.000
Convocatoria a reuniones	Unidad	10	\$ 700.000	\$ 7.000.000
Materiales y equipos portátiles	Global	1	\$ 15.000.000	\$ 15.000.000
Subtotal insumos				\$ 25.250.000
1.3 Transporte de materiales				
Transporte interno	Global		\$ 18.000.000	\$ 18.000.000
Subtotal transporte de materiales				\$ 18.000.000
Subtotal Monitoreo y Seguimiento				\$ 137.480.055
ADMINISTRACIÓN 10%				\$ 13.748.006
IMPREVISTOS 8%				\$ 10.998.404
UTILIDAD				\$ 8.248.803
IVA 19% (Sobre utilidad)				\$ 2.612.121
TOTAL COSTOS SEGUIMIENTO Y MONITOREO POR AÑO				\$ 173.087.389

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Costos totales de la implementación de las compensaciones

El costo total de la implementación del plan de compensación se estima en COP \$ 15.174.394.796. Los valores incluyen las actividades aislamiento de áreas naturales remanentes, establecimiento y mantenimiento de las rehabilitaciones por un periodo de tres (3) años, implementación de acuerdos de conservación-producción y seguimiento y monitoreo por cinco (5) años (**Ver Tabla 11-194**).

Tabla 11-194 Costo total de la implementación de las compensaciones

Acción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
Aislamiento de áreas naturales remanentes	ha	565,66	\$ 5.577.740	\$3.155.048.631
Establecimiento de la rehabilitación y mantenimiento durante 3 años	ha	237,70	\$ 18.410.821	\$4.376.068.043
Implementación de acuerdos de conservación-producción	Global	1	\$ 6.777.841.176	\$ 6.777.841.176
Seguimiento y Monitoreo	Año	5	\$ 173.087.389	\$ 865.436.946
Total área a compensar (ha)		803,36		\$ 15.174.394.796

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019 – Ajustada: Incoandina S.A.S., 2019

11.2.2.9.1 Análisis de viabilidad y riesgo

Determinantes para la viabilidad

Basado en los postulados del Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2017), se presenta a continuación un análisis de viabilidad y riesgo de las acciones de compensación propuestas, las cuales se abordarán a partir de la aplicación y verificación de estándares en los ámbitos político, metodológico, técnico, económico y financiero y de sostenibilidad.

A nivel político se tiene que las acciones de preservación y restauración se encuentran enmarcadas en los programas y proyectos de los instrumentos de gestión regional y local vigentes, que fueron formulados tanto por la autoridad ambiental regional como las alcaldías municipales. Para estos instrumentos se desarrolló una matriz a través de los cuales se calificó la correspondencia con las acciones de compensación establecidas por el Manual y por lo tanto, se considera que dichas acciones contribuyen al logro de metas regionales y locales en materia de biodiversidad y servicios ecosistémicos (**Tabla 11-195**). Para dichos planes, se supone una articulación con los planes y metas nacionales, de acuerdo con los preceptos establecidos por el Departamento de Planeación Nacional.

La correlación de las acciones citadas anteriormente con respecto a los instrumentos de planeación a través de la cual se puede establecer la existencia de viabilidad de las acciones propuestas desde el ámbito político se presenta en la **Tabla 11-195**.

Tabla 11-195 Análisis de viabilidad política de las acciones de compensación

ACCION	LÍNEA ESTRATÉGICA O PROGRAMA	PROYECTO	INSTRUMENTO
RESTAURACION	Programa 2 PAI gestión integral y colectiva dirigida a la conservación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos, en especial la provisión de agua para el departamento Norte de Santander	Proyecto 2.1 Gestión para la Conservación Sostenible de las Áreas de Manejo Especial del departamento Norte de Santander	Plan de acción 2016-2019 CORPONOR "Hacia un norte ambientalmente sostenible"
	Línea estratégica: conservación de ecosistemas estratégicos y administración de la biodiversidad y servicios ecosistémicos.:	4. Recuperación de la estructura de biodiversidad en el departamento especialmente de las áreas estratégicas adquiridas	PLANEAR (Plan Estratégico Ambiental Regional 2016-2035) CORPONOR
	Programa 1 manejo integral de zonas de protección:	2. Reforestación del bosque natural de las nacientes y bosque ripario de los ecosistemas lóticos y lénticos de la cuenca	POMCA río Pamplonita (Res 00761 de 2014)
	Eje estratégico cinco sostenibilidad ambiental y ecológica bochalemeros en armonía con la naturaleza:	L.A.5.1 Programa: componente ecológico-ambiental: Hacer cumplir la normatividad en el municipio para encontrar el punto de equilibrio que nos permita vivir en armonía con la naturaleza, preservando y protegiendo el medio ambiente: LA5.1.1.2 Iniciación del programa de restauración de bosques.	Plan de Desarrollo Municipal DE BOCHALEMA 2012-2015
		L.A.5.1.3 Subprograma: la administración de los recursos naturales. L A 5.1.3.3 Reforestación de cuencas y microcuencas del municipio se hagan con material y personal de la zona. LA5.1.3.4 Implementación de viveros con plántulas para reforestación de microcuencas	
	Asegurar el desarrollo sostenible del municipio, garantizando la oferta hídrica necesaria para el desarrollo de todas las actividades vitales y la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad propia de la región.		Plan de Desarrollo Municipal de Chinácota 2016-2019
	Variación climática y protección del ambiente	Implementar acciones preventivas que permitan combatir la variación climática y sus efectos a través de la aplicación de buenas prácticas en el Entorno	Plan de desarrollo municipal Pamplonita 2016-2019

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Para evaluar la viabilidad metodológica de las acciones propuestas, se partió del hecho que no existen lineamientos metodológicos específicos para este tipo de proyectos, excepto por los establecidos para el banco de proyectos de CORPONOR, dispuestos en su página web de la Entidad, pero para los que se refiere como de Uso exclusivo de la Subdirección de Planeación y Fronteras. Sin embargo, las acciones propuestas en el presente plan de compensación responden en primer lugar a un proceso de evaluación ambiental, cuyo escenario de aplicación se articula a los diagnósticos del estado de la biodiversidad evaluado para la región y procura contribuir a alcanzar las metas señaladas desde la gestión

ambiental prevista en los diferentes planes; en segundo lugar las acciones de preservación y rehabilitación, se enmarcan en resultados y publicaciones académicas y corporativas que han sido sustentadas en diferentes medios.

A nivel técnico, las propuestas de compensación se consideran viables, en la medida que estas, son acciones que además de estar previstas dentro de los diferentes programas de conservación y gestión de la biodiversidad en el territorio, como es presentado en el informe de gestión año 2017 de Corponor, en el que se señala aspectos previstos dentro de la metodología como la planificación predial, indicando además la necesidad de replicar la experiencia que fue desarrollada en los PNR Santurbán Arboledas y Santurbán Mutiscua-Pamplona. De otra parte, los acuerdos de conservación también constituyen una herramienta de uso común, sobre el cual existen experiencias para la región, tal como fue reseñado en el mismo informe de gestión citado, en particular dentro del proceso de declaratoria del área Bosque Seco Tropical Sur (Pozo Azul) y la gestión de conservación en zonas amortiguadores de los parques regionales Santurbán Salazar de las Palmas y Sisavita.

A nivel financiero, las acciones de compensación en el marco de un proyecto vial de interés nacional se aseguran a través de una Subcuenta de Compensaciones que es estructurada de acuerdo con los estándares de la política ambiental de la Agencia Nacional de Infraestructura ANI y que es prevista desde el proceso de estructuración de los proyectos de la entidad (ANI, 2015). De esta forma, en el contrato de concesión bajo el esquema de APP No. 002 de 02 de junio de 2017, se establecen las obligaciones generales del Concesionario (Capítulo II), dentro del cual existe un ítem específico para las obligaciones relacionadas con las compensaciones ambientales (numeral 2,3 del capítulo II del Contrato), y sobre las cuales existe una condición de exclusividad de uso de los recursos de la Subcuenta para las compensaciones ambientales.

De manera particular, los términos de la Subcuenta son descritos en el Contrato de Concesión - parte especial, numeral 4.5: Fondeo de subcuentas del patrimonio autónomo, en el cual se registra un valor estimado de las compensaciones ambientales que el Concesionario deberá aportar a la subcuenta y para los cuales se señala, deben estar disponibles en unas fechas específicas. De igual forma, en el contrato se señalan las multas en caso de incumplimiento de las obligaciones ambientales exigibles por la ANI o por cualquier otra autorización expedida por la autoridad ambiental, o por incumplimiento en la constitución y fondeo de las subcuentas. De esta forma se asegura la existencia de unos recursos que serán destinados de forma exclusiva al cumplimiento de las obligaciones referidas a las compensaciones ambientales.

Riesgos potenciales para la compensación

Considerando que sobre las acciones de compensación que se proponen, recaen riesgos de tipo ambiental, social y técnico-operativo que influenciarán directamente el alcance de las metas establecidas y que responden a situaciones externas, a continuación, se señalan los elementos de riesgo asociado, a partir de los cuales se presenta una estrategia de sostenibilidad.

El éxito de la conservación y recuperación de los ecosistemas asociados a la compensación dependerá de las fuentes de financiamiento y su flujo conforme a las metas establecidas. Si bien en el esquema contractual de operación se tienen estimados los rubros, estos dependen de toda la operación del proyecto, por lo que los eventos no previstos en desarrollo del proyecto o flujos intermitentes de recurso, puede afectar la disponibilidad de rubros previamente establecidos, en el que se incluyen los referidos a las compensaciones.

El éxito de la conservación y recuperación dependerá igualmente de la voluntad política de los organismos de control de los municipios en los que se desarrollará el proyecto vial. Estos riesgos estarán asociados a las diferentes iniciativas o estrategias que tracen las autoridades para el territorio de influencia del proyecto, con relación a los tiempos de administración y gestión fijados desde instrumentos como los planes de desarrollo o planes de acción, y los tiempos en que se desarrollen las acciones de compensación establecidas. Al identificar acciones de compensación basadas en instrumentos de gestión de la biodiversidad para contribuir a las metas locales y regionales trazadas en la materia, los cambios en los planes una vez instaurado nuevos gobernantes, puede influir en los propósitos inicialmente establecidos.

A nivel social, es factible que en las áreas propuestas de compensación presenten a futuro problemas de orden público o social que impidan el normal acceso y desarrollo de las actividades de compensación, no solo en la etapa de implementación, sino también en la etapa de seguimiento y monitoreo. Algunas de estas restricciones pueden ser de orden individual (a nivel de predio) o a nivel regional (área de influencia del proyecto).

El desarrollo de las estrategias de compensación dependerá de la colaboración y participación de las comunidades locales del proyecto. De esto último, se contempla el riesgo que la negociación con los propietarios no se pueda concluir, por falta de interés en las actividades de conservación y recuperación por parte de estos, o que no se encuentren los sufrientes predios con ecosistemas equivalentes. También se reconoce el riesgo de falta de continuidad en el proceso, como resultado de diferentes situaciones, que determinen la necesidad de reiniciar las acciones de compensación propuestas o una solicitud de ajuste ante la autoridad en el marco de lo establecido en la Resolución 0256 de 2018.

Finalmente, existe el riesgo asociado a la presencia de disturbios naturales y antrópicos como las actividades que actualmente se desarrollan en el área y que fueron evidenciadas en el análisis de impactos “sin proyecto”. Adicionalmente, los efectos de la variabilidad climática (precipitaciones o sequías atípicas), pueden afectar de manera directa y negativa la supervivencia de las plántulas en los procesos que forman parte del programa de restauración de áreas naturales.

En la **Tabla 11-196** se presenta el análisis de riesgos para la ejecución de las compensaciones del componente biótico y el manejo factible de implementar en el caso que se manifiesten.

Tabla 11-196 Análisis de riesgos para las acciones de compensación

Tipo de riesgo	Descripción	Etapas en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
Técnico	Incumplimiento de la equivalencia ecosistémica	Planeación - Ejecución	No cumplimiento de los términos de la licencia ambiental	B	A	Asegurar el cumplimiento de la equivalencia ecosistémica previamente	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios Línea base	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Las áreas finalmente involucradas resultan insuficientes	Planeación - ejecución	No cumplimiento de objetivos y metas de compensación	M	M	Identificar áreas potenciales para el cumplimiento del área a compensar con área mayor a la requerida	Corroboración SIG Georreferenciación de sitios	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Desistimiento de los acuerdos firmados	Ejecución - Seguimiento	No cumplimiento de acuerdos. Incumplimiento de metas	M	A	Identificar motivos del desistimiento Desarrollar plan de mejoramiento Revalidar el acuerdo Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos	Procesos de concertación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social del Concesionario
	Incumplimiento de los acuerdos firmados	Ejecución y seguimiento	Incumplimiento de metas	M	M	Identificar motivos del incumplimiento Desarrollar plan de mejoramiento Revalidar el acuerdo Sustituir el área a través de los mecanismos de ajuste establecidos	Procesos de concertación del plan de mejoramiento	Equipo de Gestión Ambiental Equipo de gestión social del Concesionario
	Modificación de modelos o arreglos para la conservación o la rehabilitación	Ejecución y seguimiento	Cumplimiento parcial de metas	M	B	Verificar razones del cambio Levantamiento de información de soporte	Información de línea base	Equipo de Gestión Ambiental

Tipo de riesgo	Descripción	Etapas en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
	Escases de material vegetal	Ejecución	Atraso en el cumplimiento de las metas Incumplimiento en los diseños	M	M	Acudir a nuevas fuentes de material (viveros) Instalación de vivero privado Sustitución de especies según gremio ecológico	Listado actualizado de proveedores y stock de material Planeación de la producción de material	Equipo de Gestión Ambiental Concesionario
	Incendios forestales	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de metas	B	A	Verificar el análisis de riesgos hechos durante el EIA Establecer medidas preventivas en sitios de intervención	Análisis de riesgos Identificación de tensionantes a diferentes escalas	Equipo de Gestión Ambiental
	Daño o deterioro de infraestructura de protección	Ejecución - seguimiento	Vulneración de los arreglos establecidos	B	M	Atención inmediata de los daños advertidos	Estrategia de comunicación Aplicación de protocolos de intervención de daños y contingencias	Equipo de Gestión Ambiental
	Condiciones climáticas extremas	Ejecución - Seguimiento	Afectación material vegetal	A	A	Análisis de disponibilidad y suministro de agua Aplicación de hidrotenedores	Verificación de calendarios climáticos Atención a reportes IDEAM	Equipo de Gestión Ambiental
Legal e institucional	Seguimiento y control por parte de autoridades	Ejecución y seguimiento	Dilatación en el tiempo cuando se requiera ajuste de medidas	B	M	Aplicar términos para el ajuste de planes según Resolución 0256 de 2018	Soportar la debida diligencia del proceso	Equipo de Gestión Ambiental
	No conformidad para el cierre y recibo de las acciones de compensación	Finalización y cierre	Incumplimiento de las obligaciones establecidas	B	A	Desarrollar debida diligencia Atención prioritaria de requerimientos Cumplir los términos de los acuerdos	Informes de cumplimiento ambiental Actas de acuerdo	Equipo de Gestión Ambiental

Tipo de riesgo	Descripción	Etapas en la que ocurre	Efecto o consecuencia	Probabilidad	Impacto	Tratamiento	Herramientas de apoyo	Responsable
Financieros	Cumplimiento de permisos o autorizaciones adicionales por parte de autoridades	Ejecución	Dilación en los tiempos ejecución de las obras o actividades Imposición de sanciones	B	M	Definición previa de requerimientos adicionales regulados por la autoridad (p.e. permiso de investigación)	Plan de monitoreo y seguimiento	Equipo de Gestión Ambiental
	Arreglos contractuales	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de proveedores y prestadores de servicio	B	M	Aseguramiento de pólizas	Pólizas de cumplimiento	Equipo de Gestión Ambiental Asesor jurídico
	Costos de implementación subvalorados	Ejecución	Incumplimiento en las metas por agotamiento de recursos	B	B	Ajuste de costos previos a la intervención conforme a la condición territorial	Invitaciones ampliadas a oferentes, análisis de mercado	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo
	Ilíquidez	Ejecución – Seguimiento y monitoreo	Incumplimiento en las metas por falta de recursos	B	A	Previsión de la situación de ilíquidez Formulación de plan de contingencia para responder a propietarios de predios	Apalancamiento financiero Reservas presupuestales Transferencia de riesgo (pólizas)	Equipo de Gestión Ambiental Equipo administrativo
	Flujo inoportuno de recursos -	Ejecución - Seguimiento	Incumplimiento de acuerdos prediales, incumplimiento en metas	B	A	Anticipación de riesgo de ilíquidez Aseguramiento de recursos en fechas preestablecidas según subcuenta de compensaciones Aseguramiento de procesos de verificación y pago	Definición y aplicación de hitos contractuales	Equipo de Gestión Ambiental Grupo de administración

A: Alto, M: Medio, B: Bajo

Fuente: Aecom – ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

Indicadores gestión de impacto

Debido a la connotación de las acciones de compensación propuestas y a la necesidad de cumplir con los propósitos de la no pérdida de biodiversidad, se presenta a continuación los indicadores que servirán de soporte para evaluar en el tiempo, las variables a través de las cuales se determinará la respuesta de las unidades ecológicas intervenidas a través de las acciones de compensación propuestas, en la medida que ellos permitirán comparar el cambio en el sistema.

El enfoque de este monitoreo es de tipo científico y conforme al proceso de vinculación de los propietarios y comunidades, se espera combinarlo con el conocimiento local. Estos indicadores están direccionados básicamente hacia la evaluación de la eficiencia y eficacia de las acciones de compensación a partir de la comparación de una línea base estructurada a partir de la información de los ecosistemas / escenario de referencia y de la comparación con parcelas testigo (unidades de ecosistemas sin aplicación de las medidas de compensación). De acuerdo con la guía metodológica para la restauración ecológica del bosque alto andino existen dos tipos de monitoreo en restauración ecológica:

1. El monitoreo de implementación o de corto plazo: este monitoreo busca evaluar si los tratamientos de restauración, enfocada a la rehabilitación, se llevaron a cabo como fueron diseñados, cuantificando los cambios que ocurren en el ecosistema después de los tratamientos, se considera un periodo menor o igual a 1 año (Ver **Tabla 11-197**).
2. El monitoreo de efectividad o de largo plazo, este monitoreo busca determinar si se cumplió con el objetivo último de la restauración mediante análisis realizados a escalas espacio – temporales, que comprenden periodos de 1 hasta 5 años, los indicadores empleados se presentan en la **Tabla 11-198**.

Tabla 11-197 Indicadores de monitoreo a corto plazo

Parámetro evaluado	Tiempo de evaluación	Periodicidad	Indicador
Áreas naturales en proceso de conservación	12 meses	Semestral	% de áreas naturales aisladas y en proceso de conservación
Áreas en enriquecimiento	12 meses	Semestral	% de áreas intervenidas para la rehabilitación
Área compensada	12 meses	Anual	% del área compensada
Acuerdos de conservación en ejecución	12 meses	Trimestral	% de acuerdos en ejecución

Fuente: Aecom – ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019



 Unión Vial Río Pamplonita <small>INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS</small> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Tabla 11-198 Indicadores para el monitoreo y seguimiento a largo plazo

Programa	Objetivo	Meta específica	Indicador	Periodicidad	Método de recolección	Cuantificador	Unidad
Programa 1 Preservación de áreas naturales remanentes	Contribuir con la protección de ecosistemas estratégicos que cumplan con los criterios de equivalencia ecosistémica	Proteger 565,66 Ha de ecosistemas naturales localizados en áreas estratégicas	Cantidad de hectáreas en proceso de conservación	Multitemporal (inicio y final del proyecto).	Análisis de índices ecológicos del paisaje	Número de parches (Np)	No de Fragmentos/clase
						Área total del parche (CA)	Sin unidad
						Tamaño Medio del Parche (MPS)	Hectárea
Programa 2 Restauración de áreas naturales	Promover la rehabilitación ecológica los ecosistemas naturales equivalentes a los ecosistemas afectados por la ejecución del proyecto	Rehabilitar 237,70 Ha de ecosistemas naturales equivalentes a los afectados por el proyecto	Índice de riqueza de especies: Riqueza R	Anual	Medición en parcelas permanentes	Riqueza de especies vegetales	Sin unidad
			% cobertura de vegetación	Anual	Medición de parcelas permanentes	Porcentaje de suelo cubierto/porcentaje de suelo	% por m ²
			Índice de diversidad Shannon-Wiener (H')	Anual	Medición en parcelas permanentes	Índice de Shannon para la diversidad de vegetación	Sin unidad
			Densidad: individuos por unidad de área	Anual	Medición en parcelas permanentes	No de individuos por Ha	Individuos /Ha
			Tasa de reclutamiento	Anual	Medición en parcelas permanentes	Tasa anual de reclutamiento vegetal (r _i)	Individuos/Ha
		Aumento en riqueza y diversidad de aves (*)	Riqueza	Anual	Monitoreo de avifauna en transectos y puntos fijos	Riqueza de especies de aves	Sin unidad
			Diversidad α	Anual	Monitoreo de avifauna en transectos y puntos fijos	Índice de Simpson	Sin unidad
						Índice de Shannon-Wiener	Sin unidad

 Unión Vial Río Pamplonita <small>INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURAS</small> <small>Una Compañía de Sacyr Concesiones</small>	PLAN DE COMPENSACIÓN DEL COMPONENTE BIÓTICO PARA LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 3, 4 y 5 SECTOR PAMPLONITA – LOS ACACIOS
Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta	

Programa	Objetivo	Meta específica	indicador	periodicidad	Método de recolección	Cuantificador	Unidad
	Desarrollar acciones para el mejoramiento de la integridad ecológica de los parches remanentes de cobertura natural dentro del área de influencia	Mejorar los índices de tamaño y forma de los parches o fragmentos	Tamaño y forma de los parches o fragmentos	Multitemporal (inicio y final del proyecto)	Análisis de ecología del paisaje	Número de parches (<i>Np</i>)	No de Fragmentos/clase
						Área total del parche (<i>CA</i>)	Sin unidad
						Tamaño Medio del Parche (<i>MPS</i>)	Hectárea
						Índice de forma (<i>SHAPE</i>)	Sin unidad
						Dimensión Fractal (<i>FRACT</i>)	Sin unidad
		Aumentar la conectividad estructural del paisaje	Distancia entre parches	Multitemporal (inicio y final del proyecto)	Análisis de ecología del paisaje	Índice de proximidad (<i>PROX</i>)	Sin unidad
			Índice de densidad: individuos por área	Anual	Aleatorio según arreglo	No de árboles por Ha	Individuos /Ha
			Tasa de sobrevivencia	Anual	Aleatorio según arreglo	Porcentaje de sobrevivencia	Porcentaje
		Aumento en riqueza y diversidad de aves al interior de los sistemas productivos	Riqueza	Anual	Monitoreo puntos fijos	Riqueza de especies de aves	Sin unidad
			Diversidad α	Anual	Monitoreo puntos fijos	Índice de Simpson Índice de Shannon-Wiener	Sin unidad Sin unidad

(*)En los procesos de restauración ecológica, la avifauna juega un papel fundamental debido a que: 1) permite evaluar la efectividad de las estrategias de restauración que involucran directa e indirectamente al componente vegetal, ya que responde a cambios en la estructura de la vegetación local, la composición florística y la disponibilidad de recursos alimenticios); 2) está involucrada en procesos ecológicos que son la base del funcionamiento de los ecosistemas y del avance de la sucesión como la dispersión de semillas, el control biológico y la polinización (Sakercioglu 2006, Whelan *et al.* 2008, Wenny *et al.* 2011, Ahumada 2001, Barlow *et al.* 2002, Pearman 2002, Jones *et al.* 2012, Bersier y Meyer 1994 en Aguilar-Garavito M. y W. Ramirez (eds.) 2015)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

11.2.2.1 Programa de monitoreo y seguimiento

Para las actividades de compensación del componente biótico se presenta un plan de monitoreo y seguimiento, de manera que permita no solo la evaluación del comportamiento y evolución de los tratamientos en relación con objetivos planteados, sino también el control de las actividades e inversiones realizadas para una correcta gestión de las estrategias de compensación y de esta forma evidenciar el cumplimiento de los estándares de desempeño y determinar si requieren medidas de manejo adaptativo.

Para desarrollar el programa de monitoreo y seguimiento, se plantean una serie de indicadores, con su respectiva descripción y frecuencia de registro de variables, las cuales deberán ser gestionadas por el equipo ambiental integrado a la concesión y reportados oportunamente para los informes de cumplimiento ambiental y la información pertinente dentro de los procesos de información y participación a comunidades.

El proceso de monitoreo y seguimiento es parte integral del plan de compensación y será responsabilidad del equipo ambiental del concesionario, quien podrá apoyarse en terceros para efectuar las tareas específicas de instalación de unidades de muestreo, la recolección de datos, su interpretación y la generación de los resultados. El proceso parte con la definición de las áreas objetivo, es decir los sitios y unidades ecosistémicas que serán intervenidas con las acciones de compensación, sobre las cuales se desarrollará la gestión social correspondiente a través de la aplicación de la estrategia de información y participación comunitaria y la vinculación de los propietarios de las áreas objeto de intervención.

Las acciones que se deben seguir para la implementación del programa de seguimiento y monitoreo una vez identificados y concertados los sitios y ecosistemas objetivo para cada una de las acciones se relacionan a continuación:

- Formulación del plan de trabajo.
- Definición de responsabilidades y roles del equipo.
- Diseño del muestreo y condiciones técnicas para el monitoreo.
- Establecimiento de unidades de muestreo en áreas testigo (parcelas permanentes, transectos, puntos de control, etc.).
- Levantamiento de información y registro de variables en áreas intervenidas (áreas donde se han ejecutado las acciones de compensación) y áreas testigo - t_0 (unidades de referencia).
- Descripción de las áreas a partir de análisis de variables del t_0 (estado actual de los sitios).
- Cronograma específico de monitoreo (asociado a los tiempos de implementación).
- Análisis y reporte de resultados parciales.
- Análisis y reporte final de resultados.

El plazo propuesto para ejecutar el plan de monitoreo y seguimiento es de cinco años, tiempo en el cual se realizará el levantamiento de variables según la periodicidad indicada en la **Tabla 11-198**.

Finalmente, dentro de la estructura administrativa para la gestión social y ambiental del proyecto, se propone la generación de una instancia en la que se comunique y divulgue los resultados del proceso de monitoreo y seguimiento a las acciones de compensación.

11.2.2.2 Cronograma de implementación

La ejecución de acciones propuestas para la compensación del componente biótico se distribuye en las diferentes etapas de ejecución del proyecto (preconstructiva, constructiva), estarán sujetas a las características propias de la medida de compensación y a los reportes de los respectivos informes de cumplimiento ambiental ICA, cuyo instrumento deberá indicar con claridad el área y ecosistema efectivamente intervenido y el avance de la ejecución de las medidas compensatorias.

Adicionalmente, es pertinente considerar que algunas de las actividades de compensación pueden extenderse hasta alcanzar los objetivos y metas propuestas. El desarrollo de las acciones de compensación propuestas se establece para un periodo de cinco (5) años, el cronograma de implementación del Plan de Compensación se presenta en el ANEXO E. CRONOGRAMA

11.2.2.3 Propuesta de manejo a largo plazo

De acuerdo con Sarmiento, *et al.* (2015), para lograr una compensación efectiva debe contener un mínimo de elementos técnicos, legales y financieros que ofrezcan el suficiente respaldo a la implementación de las de las compensaciones y proporcionar condiciones de claridad y transparencia.

Inicialmente se presenta una serie de estándares y mecanismos de desempeño que deberán ser aplicados durante el proceso de ejecución de las compensaciones, de manera que permitan incorporarse a un sistema de gestión ambiental o que procuren identificar desviaciones al proceso de implementación, de tal modo que minimicen los riesgos de incumplimiento de los principios de la compensación ambiental. Las actividades y/o procedimientos señaladas en la **Tabla 11-199**, representan un marco de referencia para la implementación de las compensaciones y el alcance de sus objetivos y metas, por lo que representan una herramienta complementaria para la aplicación de los mínimos necesarios para el desarrollo del Plan de Compensaciones propuesto.

Para garantizar la sostenibilidad de las acciones de compensación se establecen los siguientes estándares para la verificación y control del plan y una serie de mecanismos de desempeño que debe asumir el concesionario frente al manejo de las situaciones que disminuyan la probabilidad de éxito en el desarrollo de las compensaciones. Estos estándares son aplicables antes y durante la ejecución de las acciones de compensación (**Tabla 11-199**).

Tabla 11-199 Estándares y mecanismos de desempeño para la implementación.

Estándares	Desempeño
Se reconocen los impactos ocasionados por el proyecto de infraestructura vial que puedan conllevar a la pérdida de biodiversidad de ecosistemas naturales.	Se utilizan diferentes tipos de instrumentos y fuentes para obtener la información de ecosistemas impactados (EIA. Informes de cumplimiento ambiental, plan de Manejo aprobado, diseños detallados del proyecto, caracterizaciones, etc.).
Se reconocen y registran los ecosistemas naturales afectados, el área intervenida y sus respectivas equivalencias para la implementación de compensaciones.	Se aplican las metodologías para revisar y ajustar los alcances y metas de compensación del componente biótico y se determinan efectivamente las áreas a compensar y los sitios donde se realizarán las implementaciones.
Se tiene claridad en los escenarios y mecanismos de concertación de las medidas de compensación propuestas y aprobadas por la autoridad en términos de espacio y tiempo.	Se desarrollan espacios de concertación de las acciones y medidas de compensación a diferente nivel, de acuerdo con los impactos efectivos identificados sobre los ecosistemas naturales.
Se desarrollan las actividades concertadas en los sitios establecidos para el desarrollo de las compensaciones.	Se aplican los procedimientos e instrumentos que permitan evidenciar la implementación de las actividades de compensación y se registran sus logros en espacio y tiempo.
Se aplican los procedimientos de información y socialización con relación a las diferentes fases de implementación de las acciones de compensación	Se desarrollan las estrategias de información y participación y se soportan con las evidencias correspondientes
Se reconocen las observaciones y recomendaciones en materia de selección e implementación de la compensación.	Se hace registro y sistematización de las observaciones y recomendaciones en materia de selección de alternativas para la compensación y se establecen los medios y responsables para su atención.
Se establecen los mecanismos y los medios para asegurar el seguimiento a la implementación de las compensaciones.	Se realizan las acciones de monitoreo y seguimiento a las labores de compensación conforme las medidas aprobadas por la autoridad y las recomendaciones establecidas
Se acogen procedimientos para la verificación del cumplimiento de las acciones de compensación.	Se hace uso de los instrumentos y medios de verificación por parte de terceros, en relación con el cumplimiento de acciones de compensación.
Se reconocen los resultados de la implementación de las compensaciones para el medio biótico.	Se realizan los reportes a los diferentes actores involucrados (internos y externos), sobre los logros y metas alcanzadas por la implementación del plan de compensación.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En segunda instancia se establecen los elementos técnicos, legales y financieros que respaldarán el proceso de implementación del plan de compensación con el propósito de asegurar que su ejecución tenga un carácter permanente y sostenible (Tabla 11-200). La verificación de estos elementos y su cumplimiento se realizan durante y después de finalizadas las acciones de compensación, de tal manera que con el cumplimiento de los estándares y mecanismos de desempeño más los elementos que permiten alcanzar una compensación efectiva, se logre garantizar la sostenibilidad del plan. El análisis de los estándares y mecanismos de desempeño se constituyen en elementos de verificación de la ejecución y cumplimiento de metas, lo que implica formular estrategias de atención y corrección oportunas ante las eventualidades que reducen el cumplimiento de los estándares.

Tabla 11-200 Elementos a considerar para lograr una compensación efectiva

Elemento	Propósito	Corto	Mediano	Largo Plazo
Técnico	Asegurar la implementación de las acciones necesarias para la compensación, y el seguimiento para garantizar que estas sean permanentes	Se tiene claridad sobre los ecosistemas y áreas que serán afectadas y sus características	La totalidad de las áreas de compensación están definidas y se implementan las acciones correspondientes	Se demuestra a través de diferentes medios el cumplimiento de las metas de compensación propuestos
		Existe información de línea base de los sitios donde se implementarán las compensaciones	Se implementan las actividades de seguimiento y monitoreo de los indicadores establecidos y sus variables	Los análisis de resultados demuestran el cumplimiento de las metas establecidas en materia de biodiversidad
		Se tiene información detallada de las actividades que se van a desarrollar en el marco de las compensaciones	Se ejecutan las actividades de compensación en las cantidades y tiempos preestablecidos	Se verifica y demuestra que las actividades de compensación se establecieron conforme a lo planeado
		Existe un plan de mantenimiento y seguimiento de las compensaciones	Se realizan actividades de mantenimiento, monitoreo y seguimiento de variables	Las actividades de mantenimiento realizadas garantizan la permanencia de las acciones
Legales e institucionales	Garantizar la permanencia de las acciones de restauración y conservación	Se cuenta con Licencia ambiental	Se desarrollan las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental en los tiempos y medidas correspondientes	Se da cumplimiento a las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental
			Se realizan los reportes a través de los informes de cumplimiento ambiental	Se presentan los informes finales que evidencien el cumplimiento
			Se acogen las recomendaciones formuladas por las autoridades ambientales en el marco del seguimiento y control aplicable	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre de las obligaciones establecidas
		Se cuenta con los documentos de acuerdo firmados para cada predio	Se verifica el cumplimiento de los compromisos en términos de tiempo y espacio establecidos por las partes	Se cuenta con la evidencia y soportes necesarios para el cierre de las obligaciones establecidas

Elemento	Propósito	Corto	Mediano	Largo Plazo
			Se tiene claridad sobre las instancias y los procedimientos para la solución de discrepancias	Se soporta el cumplimiento de los compromisos de las partes y la no existencia de discrepancias
Financiero	Garantizar la sostenibilidad financiera de las acciones enmarcadas en la compensación en el corto y largo plazo	Se cuenta con los recursos de la Subcuenta de Compensaciones ambientales según contrato de Concesión	Los recursos de la subcuenta están disponibles de acuerdo con las fechas preestablecidas	El flujo de recursos de la subcuenta es soportado según los términos del contrato de concesión
		Se tiene definida una estructura administrativa y procedimental para el manejo de los recursos	Se gestionan los recursos conforme al plan de inversión	Los informes de gestión soportan el flujo de recursos para la ejecución de las compensaciones
		Existen las garantías y pólizas correspondientes para el manejo de los recursos	Se verifica y sustenta el uso de los recursos, dando cumplimiento a los términos de las pólizas	Las acciones de compensación cobijadas por garantías y pólizas garantizan su permanencia en los tiempos establecidos.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018 / Ajustado UVRP - SACYR, 2019

En caso de que las acciones, modos y mecanismos de compensación seleccionadas para el cumplimiento del plan, no puedan ser destinadas para tal propósito independientemente de los motivos que lo causen, se presentará ante la Autoridad Ambiental, la información correspondiente para proceder al proceso de ajuste de estas de acuerdo con los términos establecidos en la Resolución 0256 de 2018, con el sustento respectivo que motivan el cambio. Es factible que, en lo referente a las condiciones particulares de los sitios de intervención en el medio ambiental o social, sea necesario aplicar el enfoque de manejo adaptativo, el cual es considerado como un requisito necesario para la gestión eficaz de la conservación (Sarmiento, et. al, 2015).

La gestión adaptativa del riesgo es un proceso paralelo e interrelacionado que permite comprobar dónde aparecen los riesgos o dónde pueden generarse, mediante la aplicación de estrategias en cualquier fase del ciclo de proyectos (Ibisch, y Hobson, 2014). En tal caso, tanto la aplicación de los mecanismos de desempeño citados en la **Tabla 11-200** y la verificación de los elementos a considerar para una compensación efectiva, contribuirán a determinar la aplicación específica de tal enfoque.

11.2.3 BIBLIOGRAFÍA

Agencia Nacional de Infraestructura ANI. 2015. Sistema Integrado de Gestión. Sistema estratégico de planeación y gestión Versión 001. Política ambiental (30/04/2015). 5 Pg.
Anderson, M. L. 1953. Plantación en grupos espaciados. Unasylva 7 (2): 61-70.

Alcaldía Municipal de pamplonita. 2002. Esquema de Ordenamiento Territorial. Documento Técnico.

Barrera, J,I y Valdés- López. 2007. Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia en Universitas Scientiarum Revista de la Facultad de Ciencias Edición especial II, Vol. 12, 11-24. Pontificia universidad Javeriana

Business and Biodiversity Offsets Programme. (2012). To No Net Loss and Beyond An Overview of the Business and Biodiversity Offsets Programme. Recuperado el 1 de junio de 2018, de http://www.forest-trends.org/publication_details.php?publicationID=3319

Chará, J. D.; Murgueitio, E.; Zuluaga, A.; Giraldo, C. 2011. Ganadería Colombiana Sostenible. Mainstreaming Biodiversity in Sustainable Cattle Ranching. Fundación CIPAV. 158p.

Consejo Municipal de Pamplona. Acuerdo No 0028 de 2015. Por el cual se adopta la modificación excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pamplona.

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor, 2016. Plan Estratégico Ambiental Regional – PLANEAR 2016 -2035. Capítulo V. Direccionamiento estratégico, componente programático e Implementación del PLANEAR. 57 p.

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor, 2016. Plan de Acción 2016 -2019. Hacia un Norte ambientalmente sostenible ¡Todos por el agua!

Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental, Corponor. 2014. Propuesta de declaratoria de la Reserva Forestal Protectora Mejué, Municipios de Toledo, Chinácota, Herrán, Pamplonita, Norte de Santander. Documento Síntesis / Estado de avance. 43 p

Corporación Autónoma Regional del Atlántico y Programa Medio Ambiente Colombia - GIZ. 2017. Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Barranquilla, Atlántico. Colombia. 84 p

Departamento Técnico Administrativo del medio Ambiente (DAMA). Contratista: Jarro, Edna. 2004. Guía Técnica para la restauración de áreas de rondas y nacederos del Distrito Capital. Bogotá, D.C.

Forest Trends Association (2018), Mitigation Hierarchy. Business and Biodiversity Offsets Programme. Recuperado de http://bbop.forest-trends.org/pages/mitigation_hierarchy

Ibisch, P. L., P. Hobson (edt). 2014. MARISCO. Manejo Adaptativo de Riesgo y vulnerabilidad en Sitios de Conservación. Guía para la conservación de la biodiversidad basada en ecosistemas mediante un enfoque de adaptación y resistencia frente al riesgo. Centre for Ecomics and Ecosystem Management, Eberswalde. 97 p.

González-M., R. Isaacs, P., García, H. y Pizano, C. 2014. Memoria técnica para la verificación en campo del mapa de bosque seco tropical en Colombia. Escala 1:100.000. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos “Alexander von Humboldt” – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, Colombia. 29p

McDonald, T.; G. Gann.; J. Jonson, J y K. Dixon. 2016. Estándares internacionales para la práctica De la restauración ecológica- incluyendo principios y conceptos clave. Society for Ecological Restoration. Washington, D.C. 50 P.

Lozano-Zambrano, F. H. (edt). 2009. Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Bogotá, D. C., Colombia. 238 p.

Meli, P. & Carrasco-Carbadillo, V. 2011. Restauración Ecológica de riberas Manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Tlalpan, México, D.F.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (2015). Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles. Bogotá D.C. 91 p.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). Plan Nacional de Restauración. Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Bogotá, D.C.

Ministerio de Transporte. Agencia Nacional de Infraestructura. Contrato de Concesión bajo el esquema de APP No. 002 de 2 de junio de 2017. Apéndice técnico 1. Alcance del proyecto.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2018. Manual de Compensaciones del Medio Biótico. Bogotá, Colombia.

Peñuela, L., Solano, C. Ardila, V. & Galán, S. (Eds.) 2014. Sabana inundable y ganadería, opción productiva de Conservación en la Orinoquia. Proyecto: “Fortalecimiento institucional y de política para incrementar la conservación de la biodiversidad en predios privados en Colombia”. Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada (G5): Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR), Fundación Natura (FN), World Wildlife Fund (WWF), The Nature

Conservancy (TNC), y Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN). Serie: Conservación de la biodiversidad en predios productivos. No.3, 230 pp.

Pizano, C y H. García (editores). 2014. El Bosque Seco Tropical en Colombia. Instituto de investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C; Colombia

Ocampo-Peñuela, N. (Editora). 2010. Mecanismos de Conservación Privada: una opción viable en Colombia. Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas de Conservación Privada. Bogotá, Colombia.

Rio Tinto, 2008. Rio Tinto and Biodiversity Achivieng results on the ground. Documento disponible en línea: <https://bobbloomfield.files.wordpress.com/2013/03/2008riotintobidiversitystrategy.pdf>

Sarmiento, M.; W. Cardona; R. Victorine; A. López; A. Carneiro; P. Franco; M. Jiménez. 2015. Orientaciones para el diseño de un plan de compensaciones por pérdida de biodiversidad. Versión 1.0 Documento para discusión. 44 p.

Suárez F., Bonilla S., Martínez E., R. Galindo-T. & L.R. Sánchez. 2004. Aporte al Manejo de los Bosques Secos del Área Metropolitana de Cúcuta. Departamento Norte de Santander. Colombia. 2004. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN, Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental –CORPONOR- y Universidad de Pamplona.

Universidad Francisco de Paula Santander, 2013. Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Pamplonita en el departamento de Norte de Santander en el área de jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR. Convenio 00036 de 2011. Tomo VI. Formulación. 108 P.

Uribe, F; Zuluaga A, F; Valencia, L; Murgueito, E; Zapata, A; Solarte; L. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1. Proyecto Ganadería colombiana sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL. FEDEGAN, CIPAV, TNC. Bogotá Colombia. 78 p

Vargas, O (Ed). 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Convenio Interinstitucional Acueducto de Bogotá – Jardín Botánico – Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá.