



**REPÚBLICA DE COLOMBIA.
MINISTERIO DE TRANSPORTE
AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA**

CONTRATO DE CONCESIÓN BAJO EL ESQUEMA DE APP No 004 DEL 18 DE OCTUBRE DE 2016

ESTUDIOS, DISEÑOS, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN, MANTENIMIENTO, GESTIÓN SOCIAL, PREDIAL Y AMBIENTAL DE LA AMPLIACIÓN DEL TERCER CARRIL – DOBLE CALZADA BOGOTÁ- GIRARDOT

Interventoría



CONSORCIO SEG-INCOPLAN



Concesionario



Visa:

Diseño y Construcción



Visa:

Emisor



Visa:

**G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A1 CAPITULO 5.2
CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO**

Rev.	Fecha	Descripción de la revisión
A1	2017-07-31	Primera Emisión

Elaboró: Carlos DIAZ Fecha: 2017-07-31	Revisó y Aprobó: Margarita CARRASCO Fecha: 2017-07-31	Verificó: Mauricio MUÑOZ Fecha: 2017-07-31
Formato: Carta	Escala: N/A	Páginas: 1 / 247

Documento N°

Fase	Disciplina	Obra	Zona UF	PM	Sentido	Tipo	Emisor	Numero	Rev.
G	CSM	000	UF2E	XXXXX	A	INF	INGET	10305	A1

DOCUMENTO PRELIMINAR SUSCEPTIBLE DE MODIFICACIÓN

PRELIMINAR

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

SECCIÓN MODIFICADA	OBSERVACIONES

PRELIMINAR

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
CONCESIONARIA VÍA 40 EXPRESS S.AS.
CONTRATO DE CONCESIÓN APP No. 4 DEL 18 DE OCTUBRE DE 2016**



Fuente: Concesionario Vía 40 Express

OBJETO: Ampliación Tercer Carril - Doble Calzada Bogotá – Girardot.

ALCANCE DEL PROYECTO: Estudios, Diseños, Construcción, Operación, Mantenimiento, Gestión Social, Predial y Ambiental de la Ampliación Tercer Carril – Doble Calzada Bogotá - Girardot, de acuerdo con el Apéndice Técnico 1 y demás Apéndices del Contrato.

TABLA DE CONTENIDO

5.2	MEDIO BIÓTICO	17
5.2.1	Ecosistemas.....	17
5.2.2	Ecosistemas Terrestres	17
5.2.2.1	Flora.....	17
5.2.2.1.1	Metodología	17
5.2.2.1.2	Resultados y análisis	17
5.2.2.1.2.1	Área de influencia del Proyecto.....	17
5.2.2.1.2.2	Área de Intervención	31
5.2.2.1.3	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	128
5.2.2.1.4	Especies de flora en veda, amenazadas y/o de distribución restringida para el área de influencia directa.	129
5.2.2.1.5	Usos de las especies más importantes	134
5.2.2.2	Fauna.....	136
5.2.2.2.1	Metodología	136
5.2.2.2.2	Resultados y análisis	136
5.2.2.2.2.1	Herpetofauna.....	136
5.2.2.2.2.2	Aves.....	149
5.2.2.2.2.3	Mamíferos.....	181
5.2.2.3	Análisis de fragmentación.....	202
5.2.2.3.1	Metodología	202
5.2.2.3.2	Resultados	202
5.2.2.3.2.1	Configuración del paisaje	202
5.2.2.3.2.2	Forma y agregación del paisaje	204
5.2.2.3.2.3	Diversidad del paisaje	206
5.2.2.3.2.4	Índice de fragmentación	206
5.2.2.3.2.5	Análisis de conectividad	207
5.2.3	Ecosistemas acuáticos	209
5.2.3.1	Metodología.....	209
5.2.3.2	Resultados	209
5.2.3.2.1	Macroinvertebrados bentónicos.....	209
5.2.3.2.1.1	Composición y estructura	209
5.2.3.2.2	Índices ecológicos.....	212
5.2.3.2.2.1	BMWP/Col	212
5.2.3.2.2.2	Índice de similitud de Jaccard	213
5.2.3.2.3	Perifiton	214
5.2.3.2.3.1	Composición y estructura	214
5.2.3.2.3.2	Índices ecológicos	217
5.2.3.2.3.3	Índice de similitud de Jaccard	217
5.2.3.2.4	Fitoplancton.....	218
5.2.3.2.4.1	Composición y estructura	218
5.2.3.2.4.2	Índices ecológicos	219
5.2.3.2.5	Zooplancton	220
5.2.3.2.5.1	Composición y estructura	220
5.2.3.2.5.2	Índices ecológicos	221

5.2.3.2.6	Correlación de las comunidades hidrobiológicas y variables fisicoquímicas	221
5.2.3.2.7	Ictiofauna.....	224
5.2.3.2.7.1	Representatividad en el muestreo.....	224
5.2.3.2.7.2	Composición y estructura	224
5.2.3.2.7.3	Índices ecológicos	226
5.2.3.2.7.4	Importancia económica	227
5.2.3.2.7.5	Especies endémicas o amenazadas.....	229
5.2.3.2.7.6	Presiones actuales sobre la Ictiofauna en el área de influencia del proyecto	230

PRELIMINAR

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Ecosistemas identificados para el Área de influencia biótica terrestre	19
Tabla 2 Coberturas de la tierra identificadas para el Área de influencia biótica terrestre.....	20
Tabla 3 Coberturas de la tierra identificadas para el Área de intervención del Proyecto.	32
Tabla 4 Parcelas de caracterización florística.....	32
Tabla 5 Error de muestreo obtenido para la cobertura de Bosque abierto	34
Tabla 6 Error de muestreo obtenido para la cobertura de Bosque ripario y/o de galería	34
Tabla 7 Error de muestreo obtenido para la cobertura para la Vegetación secundaria o en transición	34
Tabla 8 Error de muestreo obtenido para la cobertura para la Plantación forestal (cerca viva).....	34
Tabla 9 Composición florística del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.	35
Tabla 10 Clases diamétricas del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	37
Tabla 11 Clases altimétricas del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	38
Tabla 12 Índice de Valor de Importancia del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	40
Tabla 13 Categorías de tamaño determinadas para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	42
Tabla 14 Posición sociológica (Ps%) del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	42
Tabla 15 Regeneración natural (Rn%) para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	45
Tabla 16 Índice de valor de importancia ampliado en Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto..	46
Tabla 17 Índices evaluados para el análisis de diversidad en el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	49
Tabla 18 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración en el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	49
Tabla 19 Composición florística del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.	50
Tabla 20 Clases diamétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	52
Tabla 21 Clases altimétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	53
Tabla 22 Índice de Valor de Importancia del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	55
Tabla 23 Categorías de tamaño determinadas para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	56
Tabla 24 Posición sociológica (Ps%) del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	57
Tabla 25 Regeneración natural (Rn%) para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	58
Tabla 26 Índice de valor de importancia ampliado en Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	60
Tabla 27 Índices evaluados para el análisis de diversidad en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	62
Tabla 28 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	62
Tabla 29 Composición florística de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.	63
Tabla 30 Clases diamétricas de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	65
Tabla 31 Clases altimétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	66
Tabla 32 Índice de Valor de Importancia de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	68
Tabla 33 Categorías de tamaño determinadas para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	69
Tabla 34 Posición sociológica (Ps%) en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	70

Tabla 35 Regeneración natural (Rn%) para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	71
Tabla 36 Índice de valor de importancia ampliado para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	73
Tabla 37 Índices evaluados para el análisis de diversidad en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	75
Tabla 38 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	75
Tabla 39 Composición florística de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	76
Tabla 40 Clases diamétricas de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	79
Tabla 41 Clases altimétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	80
Tabla 42 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	82
Tabla 43 Categorías de tamaño determinadas para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	83
Tabla 44 Posición sociológica (Ps%) en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	84
Tabla 45 Regeneración natural (Rn%) para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	85
Tabla 46 Índice de valor de importancia ampliado para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	87
Tabla 47 Índices evaluados para el análisis de diversidad en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	90
Tabla 48 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	90
Tabla 49 Composición florística de los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.	91
Tabla 50 Regeneración natural (Rn%) para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto..	93
Tabla 51 Índices evaluados para el análisis de diversidad para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto	95
Tabla 52 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.....	95
Tabla 53 Información secundaria seleccionada de epífitas en veda para el proyecto	98
Tabla 54 Cálculo teórico en fase pre campo de forófitos y cuadrantes a muestrear/cobertura objeto de veda nacional.....	99
Tabla 55 Criterios de selección de forófitos para muestreos de epífitas en bosques tropicales americanos según Gradstein <i>et al.</i> 2003	100
Tabla 56 Índices ecológicos para caracterización de la flora epífita con veda nacional.....	106
Tabla 57 Comparación de coberturas de la tierra interpretadas en pre-campo y las identificadas post-campo para el Área de intervención del Proyecto.....	108
Tabla 58 Localización de los 115 forófitos registrados en el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02	108
Tabla 59 Localización de los 58 cuadrantes de humus, roca y mixto humus-roca por coberturas de la tierra registrados en el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02.....	113
Tabla 60 Resumen de registros y número de individuos y área epifitada (cm ²) por sustrato y grupo vegetal en el proyecto	116
Tabla 61 Resumen de distribución de registros por cobertura vegetal, sustrato y grupo vegetal en el proyecto	117
Tabla 62 Resumen de distribución de individuos y/o área epifitada (cm ²) por cobertura vegetal, sustrato y grupo vegetal en el proyecto.....	120
Tabla 63 Listado de especies en veda nacional bajo la Resolución 0213 de 1977.....	122
Tabla 64 Valores de los estimadores de curvas de acumulación de especies de epífitas vasculares.....	125

Tabla 65 Valores de los estimadores de curvas de acumulación de especies de epífitas no vasculares.....	126
Tabla 66 Índices de diversidad alfa para epífitas vasculares.....	127
Tabla 67 Índices de diversidad alfa para epífitas no vasculares.....	127
Tabla 68. Grado de las amenaza de las especies más importantes registradas durante la caracterización florística del Área de intervención.	130
Tabla 69 Listado de especies en veda nacional, bajo la Resolución 0213 de 1977.....	132
Tabla 70. Usos de las especies más importantes registradas durante la caracterización florística del Área de intervención.	134
Tabla 71 Lista de especies de anfibios en categorías de amenaza reportadas como potenciales para el AI (Acosta 2017).	138
Tabla 72 Especies endémicas de anfibios reportadas para el AI (Acosta 2017).....	138
Tabla 73. Lista de especies de reptiles en categorías de amenaza reportadas para el AI (Uetz 2017).	140
Tabla 74 Especies endémicas de Reptiles reportadas como potenciales para el AI (Uetz 2017).....	140
Tabla 75 Reptiles potenciales de uso socioeconómico en el área de influencia (IUCN 2017).....	141
Tabla 76. Lista de las especies de anfibios presentes en la Unidad Funcional 2, señalando su presencia en las diferentes coberturas, sus hábitos, periodos de actividad y gremios tróficos.	146
Tabla 77 Lista de las especies de anfibios presentes en el AI, señalando su presencia en las diferentes coberturas, sus hábitos, periodos de actividad y gremios tróficos.	148
Tabla 78 Especies de aves amenazadas probables en el área de estudio en la Unidad Funcional 2	150
Tabla 79. Composición de especies de avifauna por cobertura en el área de Boquerón para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	155
Tabla 80. Composición de especies de avifauna por cobertura en el área del ZODME para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	159
Tabla 81 Índices de diversidad, dominancia y equidad por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	163
Tabla 82 Riqueza observada, estimada y representatividad del muestreo por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	166
Tabla 83 Especies focales escogidas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.....	176
Tabla 84 Especies endémicas y casi endémicas registradas para la Unidad funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot	177
Tabla 85 Especies incluidas en los apéndices CITES registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot	178
Tabla 86 Esfuerzo y éxito de muestreo invertido en las diferentes metodologías para registro de mamíferos en el III Carril, Bogotá-Melgar.....	185
Tabla 87 Índices de diversidad, dominancia y equidad de mamíferos por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	189
Tabla 88 Especies de mamíferos de importancia biológica y socioeconómica registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.....	198
Tabla 89 Configuración del paisaje para el área de influencia sector obras mayores.....	202
Tabla 90 Configuración del paisaje para el área de influencia sector botadero	203
Tabla 91 Características del borde para el área de influencia	204
Tabla 92 Índices de forma para el área de influencia	204
Tabla 93 índice promedio de distancia.....	205
Tabla 94 Diversidad del paisaje en los tres escenarios	206
Tabla 95Índice de fragmentación para las coberturas naturales	207
Tabla 96 Grado de conectividad en superficie para los tres escenarios.....	207
Tabla 97 Superficies de conectividad intervenidas por las obras del proyecto.....	208

Tabla 98 Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el área de estudio .	209
Tabla 99 Calidad de agua según el índice BMWP/Col	212
Tabla 100 Composición de la comunidad de algas perifíticas presentes en el área de estudio	214
Tabla 101 Composición de la comunidad de algas fitoplanctónicas.....	218
Tabla 102 Índices ecológicos calculados para la comunidad de fitoplanctónica	220
Tabla 103 Composición de la comunidad zooplanctónica	220
Tabla 104 Abundancia absoluta (AB) y relativa (AR) de zooplancton por morfotipo	221
Tabla 105 Índices ecológicos calculados para la comunidad de zooplanctónica	221
Tabla 106 Inercia de los eje en el ACC para los órdenes de Macroinvertebrados bentónicos	222
Tabla 107 Inercia de los eje en el ACC para las clases de perifiton	223
Tabla 108 Listado de las especies encontradas en el área de influencia del proyecto Tercer Carril	224
Tabla 109 Número de individuos registrados en cada estación de muestreo en el área de influencia del proyecto Tercer Carril	225
Tabla 110 Índices ecológicos para la ictiofauna presente en el área de influencia del proyecto Tercer Carril ..	227
Tabla 111 Estatus de conservación y distribución de las especies ícticas registradas en el área de influencia del proyecto Tercer Carril	230

PRELIMINAR

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las 10 familias más representativas en el Bosque abierto	37
Figura 2 Distribución de clases diamétricas Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	38
Figura 3 Distribución de clases altimétricas Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	39
Figura 4 Valor de I.V.I para las 20 especies más importantes del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	41
Figura 5 Posición sociológica del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.....	44
Figura 6 Diagnóstico de la regeneración natural para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	45
Figura 7 I.V.I.A para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	47
Figura 8 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto	50
Figura 9 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las 10 familias más representativas en el Bosque de galería	52
Figura 10 Distribución de clases diamétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto....	53
Figura 11 Distribución de clases altimétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	54
Figura 12 Valor de I.V.I para las especies registradas en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	56
Figura 13 Posición sociológica del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	58
Figura 14 Diagnóstico de la regeneración natural para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.....	59
Figura 15 I.V.I.A para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto	60
Figura 16 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias registradas en la Plantación forestal (cerca viva).	64
Figura 17 Distribución de clases diamétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	66
Figura 18 Distribución de clases altimétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	67
Figura 19 Valor de I.V.I para las especies registradas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	69
Figura 20 Posición sociológica de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto...	70
Figura 21 Diagnóstico de la regeneración natural para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	72
Figura 22 I.V.I.A para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto	73
Figura 23 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.....	76
Figura 24 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias más representativas en la Vegetación secundaria.	79
Figura 25 Distribución de clases diamétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	80
Figura 26. Distribución de clases altimétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	81
Figura 27 Valor de I.V.I para las especies registradas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	83
Figura 28 Posición sociológica de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	85

Figura 29 Diagnóstico de la regeneración natural para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	87
Figura 30 I.V.I.A para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.....	89
Figura 31 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto	91
Figura 32 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias identificadas en los Pastos enmalezados	93
Figura 33 Diagnóstico de la regeneración natural para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.....	94
Figura 34 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto	97
Figura 35 Zonas verticales de un forófito para muestreos estratificados de epífitas.....	101
Figura 36 Formato de campo de registro de epífitas con veda nacional	104
Figura 37 Distribución de registros de muestreos para veda nacional de epífitas por grupo vegetal y sustrato	116
Figura 38 Mapa de distribución de individuos de epífitas vasculares por grupo vegetal en área vial de infraestructura. UF2.....	118
Figura 39 Mapa de distribución de individuos de epífitas vasculares por grupo vegetal en ZODME. UF2.....	119
Figura 40 Individuos de epífitas vasculares por sustrato. UF2	119
Figura 41 Mapa de distribución de individuos de epífitas no vasculares por grupo vegetal en área vial de infraestructura. UF2.....	120
Figura 42 Mapa de distribución de individuos de epífitas no vasculares por grupo vegetal en ZODME. UF2...	121
Figura 43 Cobertura en área (cm ²) registrada de epífitas no vasculares por sustrato. UF2.....	121
Figura 44 Curva de acumulación de especies vasculares con veda nacional.....	125
Figura 45 Curva de acumulación de especies no vasculares con veda nacional.....	126
Figura 46 Área prioritaria de conservación cercana al área de influencia	129
Figura 47 Composición de las familias de anfibios para el AI.....	137
Figura 48 Composición de las familias de reptiles reportadas como probables para el AI	139
Figura 49 Curva de acumulación de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) en la Unidad Funcional 2. En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (Horas). El eje Y representa el número de especies..	142
Figura 50 Curva de acumulación de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) por cobertura vegetal en la Unidad Funcional 2.....	143
Figura 51 Curva de rango-abundancia de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) para cada una de las coberturas del AI de la Unidad Funcional 2.....	144
Figura 52 Riqueza y abundancia de las especies de anfibios reportadas en las coberturas vegetales del área de estudio en la Unidad Funcional 2.	145
Figura 53 Riqueza y abundancia de las especies de reptiles registradas en el área, para cada de las coberturas vegetales en la Unidad Funcional 2.	147
Figura 54 Asociación de gremios tróficos de reptiles y las coberturas vegetales presentes en la Unidad Funcional 2	148
Figura 55 Número de familias y especies por orden de avifauna registradas en la Unidad Funcional 2.	151
Figura 56 Riqueza de especies por familia de avifauna registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	151
Figura 57 Riqueza de especies de avifauna por cobertura en el área del Boquerón registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.....	154
Figura 58 Curva de acumulación de especies y estimadores de riqueza de especies para el área total del tramo 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot	164
Figura 59 Curva de acumulación de especies y estimadores de riqueza de especies por cobertura del tramo 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot	165

Figura 60 Abundancia relativa de especies en el área de estudio total para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot, se grafican las especies con al menos 10 individuos.	167
Figura 61 Abundancia relativa de especies por cobertura presente en el área de estudio para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot. Se grafican las especies con al menos 4 individuos.	168
Figura 62 Abundancia relativa de gremios tróficos en área de estudio para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	171
Figura 63 Abundancia relativa de gremios tróficos por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	172
Figura 64 Porcentaje de especies por categoría ecológica encontradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot. Adaptado de Stiles & Bohórquez (2000) y Laverde et al. (2005).	174
Figura 65 Grado de sensibilidad a las perturbaciones de las especies de aves registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	175
Figura 66 Riqueza de especies (%) de mamíferos reportadas en el AI de la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	182
Figura 67. Diversidad de especies de mamíferos (%) en los hábitats presentes en el AI.	183
Figura 68 Diversidad de especies de mamíferos (%) probables en los hábitats presentes en el área de la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	184
Figura 69 Curva de acumulación de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	186
Figura 70 Riqueza de especies y familias por orden de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	187
Figura 71 Riqueza de especies por familias de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	188
Figura 72 Diversidad de especies de mamíferos por orden y cobertura registrados en los hábitats del 190	190
Figura 73 Diversidad de especies de mamíferos en los diferentes gremios alimentarios en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	193
Figura 74 Cambio en la forma de los parches para las coberturas analizadas.	205
Figura 75 Cambio en la distancia entre parches para el área de influencia.	206
Figura 76 Número de familias y taxones por orden de macroinvertebrados bentónicos.	210
Figura 77 Abundancia absoluta y relativa de macroinvertebrados bentónicos.	211
Figura 78 Abundancia absoluta y relativa de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos por sitio de muestreo.	211
Figura 79 Índices ecológicos calculados para la comunidad de macroinvertebrados bénticos presentes en los sitios de muestreo.	212
Figura 80 Dendrograma de similitud de Jaccard calculado para los sitios de muestreo.	213
Figura 81 Número familias y taxones por orden de algas perifíticas.	215
Figura 82 Abundancia absoluta y relativa de algas perifíticas por cuerpo de agua.	216
Figura 83 Abundancia absoluta y relativa de algas perifíticas por sitio de muestreo.	216
Figura 84 Índices ecológicos calculados para la comunidad de algas perifíticas presentes en los sitios de muestreo.	217
Figura 85 Dendrograma de similitud de Jaccard calculado para los sitios de muestreo.	218
Figura 86 Número familias y taxones por orden de algas fitoplanctónicas.	219
Figura 87 Análisis de Correspondencia Canónica – ACC para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos registrados en los sitios de muestreo.	222
Figura 88 Análisis de Correspondencia Canónica – ACC para la comunidad perifítica registradas en los sitios de muestreo.	223

PRELIMINAR

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Tejido urbano discontinuo.....	21
Fotografía 2 Zonas industriales o comerciales.....	22
Fotografía 3 Fragmento vial del túnel de Sumapaz.	23
Fotografía 4 Pastos arbolados en el área de influencia.....	24
Fotografía 5 Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.....	25
Fotografía 6 Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.....	25
Fotografía 7 Especies registradas en los Pastos enmalezados (<i>Melochia cf. spicata</i> , <i>Desmodium cajanifolium</i> , <i>Mimosa púdica</i>)	26
Fotografía 8 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	27
Fotografía 9 Bosque abierto en el área de influencia biótica terrestre.....	28
Fotografía 10 Bosque abierto en el área de influencia biótica terrestre.....	28
Fotografía 11 Bosque ripario en el río Sumapaz.....	29
Fotografía 12 Bosque ripario en el río Sumapaz.....	29
Fotografía 13 <i>Ochoterena colombiana</i> común en coberturas de vegetación secundaria.....	31
Fotografía 14 Coberturas vegetales presentes en el área de Boquerón	152
Fotografía 15 Coberturas vegetales presentes en el área del ZODME.....	159
Fotografía 16 Especies abundantes en el área de estudio.....	167
Fotografía 17 especies propias de zonas boscosas consideradas como poco frecuentes o raras.....	168
Fotografía 18 Algunas especies registradas en el bosque de galería	170
Fotografía 19 Especies focales para el área de estudio	176
Fotografía 20 Vista del Cañón del Río Sumapaz en el área del Boquerón y de los remanentes de bosque en el área.....	179
Fotografía 21 Vista del bosque denso en la parte alta de la ventana del túnel	180
Fotografía 22 Vista de los remanentes de roble en la finca la Selva	181
Fotografía 23 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (<i>Carollia perspicillata</i>) capturado en la Finca La Selva.....	190
Fotografía 24. Registro fotográfico del murciélago frugívoro (<i>Dermanura sp.</i>) capturado en la finca la Ventana	191
Fotografía 25 Registro fotográfico de huella del zorro (<i>Cerdocyon thous.</i>) registrado en el Zodme	192
Fotografía 26 Registro fotográfico de huella de la fara (<i>Didelphis marsupialis</i>), observada en Bosque ripario .	192
Fotografía 27 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (<i>Artibeus lituratus</i>) con semillas de <i>Cecropia</i>	194
Fotografía 28 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (<i>Uroderma bilobatum</i>) capturado en el Zodme.....	194
Fotografía 29 Registro fotográfico del murciéalgo insectívoro (<i>Peropteryx sp.</i>) encontrados en una cueva	195
Fotografía 30. Registro fotográfico de otras especies de mamíferos registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	195
Fotografía 31 Registros de mamíferos de importancia biológica y socioeconómica en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.	197
Fotografía 32 Bocachico (<i>Prochilodus magdalenae</i>) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.....	228
Fotografía 33 Comelón o mohino (<i>Megaleporinus muyscorum</i>) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.....	228
Fotografía 34 Cucha trompilisa (<i>Chaetostoma milesi</i>) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.....	229

Fotografía 35 Residuos sólidos dispuestos en el cauce de un afluente temporalmente seco del río Sumapaz. 231
Fotografía 36 Captación de agua de la quebrada La Palmichala. 231

PRELIMINAR

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 Ecosistemas

5.2.2 Ecosistemas Terrestres

5.2.2.1 Flora

A continuación se detalla el análisis de flora, describiendo los resultados y análisis obtenidos para el área de influencia biótica terrestre y para el área de intervención del Proyecto. La metodología empleada y el procesamiento de la información fueron realizados según lo solicitado por los Términos de Referencia – EIA – proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles.

5.2.2.1.1 Metodología

La metodología empleada para los muestreos de campo y para el procesamiento de la información se presenta en el Capítulo 2 – Generalidades.

5.2.2.1.2 Resultados y análisis

Los resultados relacionados a continuación para el Área de influencia biótica terrestres y el Área de intervención del Proyecto, se obtuvieron a partir de recorridos y de muestreos realizados mediante parcelas como lo indica la metodología (Ver Cap. 2 Generalidades,); los datos obtenidos y muestreos levantados se relacionan en el Anexo 1, así mismo en dicho anexo se muestra para las especies registradas el grado de amenaza (establecido para la Resolución 1912 de 2017, UICN, CITES y para Libros rojos), y los usos registrados.

Anexo 1 Base de datos - Flora

5.2.2.1.2.1 Área de influencia del Proyecto

El área de estudio se localiza en el departamento de Tolima adyacente a los límites del departamento de Cundinamarca, atraviesa un terreno accidentado en donde se encuentra el cañón del río Sumapaz que está rodeado por un relieve de vertientes escarpadas, y hace parte del valle interandino del río Magdalena flanqueado por la vertiente occidental de la cordillera oriental, el cual está formado por una serie de depresiones o fosas tectónicas (Hernandez, 1992). La orografía de la zona propició que se establecieran remanentes de bosque seco tropical en los valles transversales de dichas depresiones, puesto que al ser protegidos de los vientos alisos del Norte por la cordillera oriental se crea el efecto de sombra lluvia, que favorece menores precipitaciones y suelos más fértiles en la región (Pizano, 2014). Debido a esto, la zona presenta períodos largos de sequía bien marcados, condiciones que limitan la diversidad biológica, toda vez que los bosques secos tropicales presenten la mitad o un tercio total de las especies de plantas que los bosques húmedos y muy húmedos tropicales (Gentry A. H., 1982; Gentry A. H., 1995).

Estas condiciones también exigen la adaptación morfológica, fisiológica, ecológica, entre otras, de los organismos que habitan en estas zonas, que determinan la estructura y la funcionalidad del ecosistema. Pese a que el estudio de los procesos ecológicos de los bosques secos tropicales en Colombia son aún escasos, se tienen referencias que estos procesos aseguran la funcionalidad y los bienes y servicios, tales como captura de carbono, protección a la erosión del suelo, control de plagas y vectores de enfermedades, polinización, provisión de madera y alimento, entre otros (Pizano, 2014; Gentry A. H., 1995; Mendoza-C, 1999; (IAvH), 1998; Rangel-Ch O. , 2005)

Estos bosques al estar localizados cerca de zonas agrícolas y ganaderas tienen grandes presiones antropogénicas, además presentan un alto grado de fragmentación, como resultado permanecen únicamente como remanentes aislados en el país. Estas presiones junto con una estacionalidad marcada han ocasionado que la distribución de la biodiversidad en estos ambientes sea muy restringida. Así mismo, se ha demostrado que cada parche de bosque presenta variaciones en las condiciones abióticas, produciendo diferencias en la riqueza de especies de cada área en particular. Lo anterior, permite que en los bosques secos tropicales se concentre un gran número de endemismos con altos niveles de diversidad beta, confiriéndole a cada remanente en Colombia gran importancia en cuanto a la biodiversidad y los servicios que presta (Losada-Prado & Molina-Martínez, 2011; García-Herrera, Ramírez-Francel, & Reinoso Flórez, 2015; (IAvH), 1998; Pizano, 2014).

5.2.2.1.2.1.1 Zonas de vida y ecosistemas

El área de influencia biótica del proyecto corresponde a 171,4 ha; se localiza en la unidad biogeográfica o provincia Norandina en el Distrito Selvas Nubladas Occidentales Cordillera Oriental (IX.10) (141,8 ha) y el Distrito Tolima (IX.11) (29,5 ha) para el caso del área de ZODME. Ocupa en su totalidad la zona de vida Bosque Seco Tropical (bs-T), la cual se define según Espinal & Montenegro, 1977, basado en Holdridge (1967) y modificado por el Instituto von Humboldt (1998) como la formación vegetal que presenta una cobertura boscosa continua, distribuida entre los 0 a 1000 m de altitud, con una temperatura superior a los 24°C y caracterizada por dos periodos de sequía al año con precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales.

Es considerado un bioma debido a que conforma varios ecosistemas con una fisonomía y vegetación similares, de forma general el dosel se caracteriza por la pérdida completa o parcial del follaje durante las épocas de sequía en el año, mientras que los árboles de menor altura que conforman el sotobosque permanecen “siempre verdes” (Murphy & E., 1986). Dentro de los grupos con mayor representatividad en los bosques secos tropicales, se encuentran árboles y arbustos de las familias Bignoniáceas, Fabaceae (en sentido amplio), Rubiaceae, Malvaceae y Capparidaceae (Pennington, Prado, & Pendry, 2000; Pizano, 2014; Gentry A. H., 1995). Algunos de los géneros más representativos son *Miconia*, *Ficus*, *Capparis*, *Inga*, *Trichilia*, *Bauhinia*, *Machaerium*, *Coccoloba*, entre otras (Mendoza-C, 1999; (IAvH), 1998).

Los relictos de bosque seco constituyen verdaderos bancos genéticos in situ, pues cada uno posee una combinación única de especies ((IAvH), 1998; Pennington, Lavin, & Oliveira-Filho, 2009). Las plantas presentan una mayor proporción de biomasa radicular en comparación a la biomasa de tallos y hojas, considerado como altamente productivo dada la fertilidad de sus suelos (Pizano, 2014; Mendoza-C, 1999; Westoby & Wright, 2006). Lo anterior ha generado que las zonas en donde se encuentran los bosques secos tropicales hayan sido expuestas a grandes presiones por el desarrollo agropecuario, ganadero y urbanístico originando que su configuración biótica y su distribución se encuentren altamente amenazada (Pennington, Prado, & Pendry, 2000; Murphy & E., 1986; Janzen, 1998) hasta el punto que gran parte de la vegetación arbórea del bosque seco tropical ha sido remplazada por cultivos y pastizales o se encuentra en estados sucesionales intermedios (Mendoza-C, 1999; Pizano, 2014; Espinal & Montenegro, 1963)

El bosque seco tiene gran cantidad de endemismos producto de las distintas adaptaciones a un escenario de estrés hídrico. La vegetación del bosque presenta una serie de estrategias para sobrellevar el déficit de agua y recuperar la mayor cantidad de humedad del ambiente, entre ellas, la caducidad de las hojas durante época seca, hojas compuestas, folios pequeños, cortezas lisas, presencia de aguijones o espinas, tallos fotosintéticos y estructuras suculentas para almacenar agua. En los estudios que se han hecho hasta el momento, se ha reportado que los bosques secos de Colombia tienen casi 2600 especies de plantas de las cuales 83 son endémicas (Gentry A. H., 1995; Pizano, 2014).

Aunque el conocimiento de los atributos ecológicos, bióticos y socioculturales de los bosques secos en el país aún es incipiente (Pizano, 2014; Pennington, Prado, & Pendry, 2000). El bs-T presta servicios esenciales a las comunidades como la regulación hídrica, la protección de la erosión y la captura de carbono, a su vez provee de plantas tales como especies de leguminosas forrajeras, ornamentales y árboles frutales importantes para el sustento y el bienestar de los pueblos aledaños, como es el caso del Aguacate (*Persea americana*) Matarraton (*Gliciridia sepium*), Carbonero (*Leucaena leucodephala*) Guayacanes (*Tabebuia spp*), Rutaceas como el naranjo, limón y mandarina, Samanes (*Albizia samanea*), Papayo (*Carica papaya*) Pitaya (*Acanthocereus pitahaya*),

Mamoncillo (*Melicoccus bijugatus*), Arbol de pan (*Artocarpus communis*) y el Jobo (*Spondias mombin*, *S. purpurea*), entre otras.

Según el mapa de ecosistemas de Colombia, escala 1:500.000 (IDEAM, 2010) en el Área de Influencia del medio biótico se encuentra el Orobioma bajos de los Andes, el cual presenta climas desde templado seco a cálido muy húmedo, localizado aproximadamente entre los 500 a 1800 msnm con temperaturas superiores a los 18°C, se encuentra principalmente sobre unidades geomorfológicas de montaña fluviogravitacional y sobre la montaña estructural erosional. En menor proporción también se identifica el Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena caracterizado por presentar clima calido – seco en mayor proporción y seco en menor, se encuentra principalmente sobre piedemontes coluvio-aluviales (57%), valles aluviales (18%) y lomeríos estructurales y fluviogravitacionales (5%). Las coberturas de la tierra predominantes son pastos (46%), cultivos anuales o transitorios (19%), vegetación secundaria (17%) y áreas agrícolas heterogéneas (12%) (IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI e IIAP, 2007).

En el Área de Influencia Biótica se encuentran 20 ecosistemas, de los cuales sobresalen los bosques y áreas seminaturales constituidos principalmente por bosque naturales y áreas con vegetación secundaria y en transición, poseen siete ecosistemas que ocupan aproximadamente el 74% del área total en ambos biomas; seguido por los Territorios agrícolas caracterizados por los pastos y mosaicos con siete ecosistemas que representan el 16% aproximadamente de la extensión total; el área restante está representada por ecosistemas de territorios artificializados (véase Tabla 1).

En el plano G-UF2E-XXXXX-A-PDE-INGET-2534-A0 se encuentran los ecosistemas presentes en el Área de Influencia del medio biótico terrestre del proyecto, de acuerdo con el Mapa de Ecosistemas de Colombia del IDEAM a escala 1:500.000 y la interpretación de las coberturas de la tierra realizada para el área de estudio, de acuerdo con la metodología de CORINE Land Cover adaptada para Colombia.

Tabla 1 Ecosistemas identificados para el Área de influencia biótica terrestre.

Bioma/ Ecosistema	Área (Ha)
Orobioma bajo de los Andes	149,13
Afloramientos rocosos del Orobioma bajo de los Andes	13,64
Arbustal del Orobioma bajo de los Andes	2,33
Bosque abierto del Orobioma bajo de los Andes	54,85
Bosque de galería y/o ripario del Orobioma bajo de los Andes	17,58
Instalaciones recreativas del Orobioma bajo de los Andes	0,86
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	1,33
Mosaico de pastos con espacios naturales del Orobioma bajo de los Andes	0,34
Mosaico de pastos y cultivos del Orobioma bajo de los Andes	0,70
Pastos arbolados del Orobioma bajo de los Andes	2,34
Pastos enmalezados del Orobioma bajo de los Andes	5,58
Pastos limpios del Orobioma bajo de los Andes	0,001
Plantación forestal del Orobioma bajo de los Andes	1,27
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados del Orobioma bajo de los Andes	9,79
Tejido urbano discontinuo del Orobioma bajo de los Andes	2,81
Tierras desnudas y degradadas del Orobioma bajo de los Andes	0,07
Vegetación secundaria o en transición del Orobioma bajo de los Andes	34,04
Zonas industriales o comerciales del Orobioma bajo de los Andes	0,04
Zonas verdes urbanas del Orobioma bajo de los Andes	1,53

Bioma/ Ecosistema	Área (Ha)
Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	22,32
Pastos enmalezados del Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	17,83
Vegetación secundaria o en transición del Zonobioma alternohigrico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena	4,49
Total	171,45

5.2.2.1.2.1.2 Coberturas de la tierra y uso actual del suelo

Considerando el mapa de ecosistemas de Colombia escala 1:500.000 (IDEAM, 2010), la fotointerpretación de las coberturas de la tierra siguiendo la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra - Metodología CORINE Land Cover, adaptada para Colombia (IDEAM, 2010), y los recorridos realizados en campo se establecieron 18 unidades de cobertura para el Área de influencia biótica terrestre del proyecto, que en su mayoría se representan por coberturas naturales y en menor porcentaje se encuentran las de tipo antrópico. En la Tabla 2 y en el plano G-UF2E-XXXXX-A-PDE-INGET-2535-A0 se presentan las unidades de cobertura vegetal encontradas en el Área de Influencia del proyecto.

Tabla 2 Coberturas de la tierra identificadas para el Área de influencia biótica terrestre

Coberturas de la Tierra			Área (Ha)	Área (%)
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	2,81	1,64
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	0,04	0,03
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	9,79	5,71
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	1,53	0,89
1.4.2. Instalaciones recreativas		0,86	0,50	
2. Territorios agrícolas	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios	0,00	0,00
		2.3.2. Pastos arbolados	2,34	1,37
		2.3.3. Pastos enmalezados	23,41	13,65
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	0,70	0,41
		2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1,33	0,78
		2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	0,34	0,20
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1. Bosques	3.1.2. Bosque abierto	54,85	31,99
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	17,58	10,25
		3.1.5. Plantación forestal	1,27	0,74
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	2,33	1,36
		3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	38,53	22,48
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.2. Afloramientos rocosos	13,64	7,95
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		0,07	0,04	
Total			171,45	100,00

En el área de influencia biótica terrestre del proyecto hay un predominio de las coberturas de Bosques y áreas seminaturales representadas por Bosque abierto, Bosque de galería y/o ripario, Plantación forestal (correspondiente a las cercas vivas), Arbustales, Vegetación secundaria o en transición, Afloramientos rocosos, y Tierras desnudas y degradadas, las cuales representan aproximadamente el 75% del área total; destacándose dentro de estas el Bosque abierto con una extensión de 54,58 ha, seguida por la Vegetación secundaria o en transición con 38,53 ha.

Por su parte, las coberturas de origen antrópico representan aproximadamente el 25% del área evaluada, siendo Pastos enmalezados la cobertura más predominante con 23,41 ha (correspondientes a la zona de botadero destinada dentro de las obras del Proyecto), seguida por Red vial, ferroviaria y terrenos asociados con 9,79 ha.

A continuación se describen puntualmente las coberturas clasificadas como de origen antrópico o de bosques y áreas seminaturales.

5.2.2.1.2.1.2.1 Coberturas de origen antrópico

5.2.2.1.2.1.2.1.1 Tejido urbano discontinuo

Según la leyenda CORINE Land Cover e (IDEAM, 2010) son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren artificialmente la superficie del terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierto por vegetación (ver Fotografía 1).



Fotografía 1 Tejido urbano discontinuo

5.2.2.1.2.1.2 Zonas industriales o comerciales

Según (IDEAM, 2010) se refiere a áreas recubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan para actividades comerciales o industriales. En el área biótica terrestre esta cobertura fue identificada para una torre de energía como se observa en la Fotografía 2.



Fotografía 2 Zonas industriales o comerciales

5.2.2.1.2.1.3 Red vial ferroviaria y terrenos asociados

En el área de influencia del proyecto hace referencia a la vía Bogotá-Girardot, y a vías veredales en su mayoría sin capa de asfalto al interior de los municipios Melgar e Icononzo donde la cobertura vegetal es ausente y/o casi nula en su interior (véase Fotografía 3).



Fotografía 3 Fragmento vial del túnel de Sumapaz.

5.2.2.1.2.1.2.1.4 Zonas verdes urbanas

Comprende las zonas cubiertas por vegetación dentro del tejido urbano, incluyendo parques urbanos y cementerios (IDEAM, 2010). Para el área de influencia biótica terrestre, esta cobertura está representada por las áreas verdes circundantes al tejido urbano discontinuo.

5.2.2.1.2.1.2.1.5 Instalaciones recreativas

Son los terrenos dedicados a las actividades de camping, deporte, parques de atracción, golf, hipódromos y otras actividades de recreación y esparcimiento, incluyendo los parques habilitados para esparcimiento, no incluidos dentro del tejido urbano (IDEAM, 2010). Estas instalaciones recreativas están representadas en el área de influencia biótica terrestre por canchas de futbol y áreas para llevar a cabo actividades deportivas.

5.2.2.1.2.1.2.1.6 Pastos limpios

Esta unidad comprende las tierras ocupadas por pastos con un porcentaje de cubrimiento mayor al 70%, en estas áreas es frecuente la realización de prácticas de manejo como limpieza, enclamiento y/o fertilización, entre otras, las cuales impiden o limitan la presencia y/o desarrollo de otras coberturas (IDEAM, 2010). En esta cobertura predominan las especies *Digitaria insularis* y *Cenchrus ciliaris*; y en menor proporción se registran *Sorghum cf. bicolor* y *Urochloa cf. distachya*.

5.2.2.1.2.1.2.1.7 Pastos arbolados

Según (IDEAM, 2010) esta cobertura incluye las tierras cubiertas por pastos, en los cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos de forma dispersa y ocupando entre el 30 a 50% del área. A pesar de ser una cobertura producto de la intervención antrópica, sirve de refugio y corredor a muchas especies de animales debido al tipo de conformación vegetal que presenta. De acuerdo con las observaciones realizadas y la información colectada en la zona de influencia del proyecto, en la matriz

de pastos predominan especies como *Urochloa cf distachya*, *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria insularis* y en menor proporción *Sorghum cf. bicolor*; así mismo se identificaron especies de regeneración y habito herbáceo como *Chaptalia* sp., *Critonia morifolia*, *Emilia* sp., *Mikania cordifolia*, *Chaptalia* sp., entre otras; y especies arbóreas como *Vismia baccifera*, *Elaeis oleifera*, *Cecropia peltata*, *Senna* sp. y *Machaerium* sp. entre otras (véase Fotografía 4). Esta unidad de cobertura se identificó en el área de influencia biótica terrestre y a su vez en el área de intervención del Proyecto (área de obras).



Fotografía 4 Pastos arbolados en el área de influencia

5.2.2.1.2.1.2.1.8 Pastos enmalezados

Hace referencia a las coberturas con vegetación de bajo porte, con altura de menos de 1,5 m, constituido especialmente por gramíneas y también se encuentran especies arvenses, las cuales crecen de forma silvestre conformando asociaciones de vegetación secundaria dada las escasas prácticas de manejo y/o los procesos de abandono de los terrenos de esta cobertura (IDEAM, 2010) Esta cobertura se delimito puntualmente para el área del Zodme dentro del área de intervención del Proyecto y allí pudieron identificarse especies como *Desmodium axillare*, *Desmodium cajanifolium*, *Desmodium cf. intortum*, *Mimosa púdica*, *Vigna adenantha*, *Cenchrus ciliaris*, *Digitaria insularis*, *Sorghum cf. bicolor*; entre otras (véase Fotografía 5)



Fotografía 5 Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.



Fotografía 6 Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.



Fotografía 7 Especies registradas en los Pastos enmalezados (*Melochia* cf. *spicata*, *Desmodium cajanifolium*, *Mimosa púdica*)

5.2.2.1.2.1.2.1.9 Mosaico de pastos y cultivos

Según la leyenda CORINE Land Cover del (IDEAM, 2010) esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos y a su vez por cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es muy pequeño (inferior a 25 ha) y el patrón de distribución de los lotes es demasiado intrincado para representarlos cartográficamente de manera individual.

5.2.2.1.2.1.2.1.10 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

Comprende las superficies del territorio ocupado principalmente por coberturas de cultivos y pastos en combinación con espacios naturales como arbustales y relictos de vegetación secundaria. En esta unidad el patrón de distribución de las coberturas no se identifica individualmente puesto que ocupan parcelas de tamaño menor a 25 hectáreas. Las áreas de cultivos y pastos ocupan entre un 30 y un 70% de la superficie total de la unidad (IDEAM, 2010) (ver Fotografía 8).



Fotografía 8 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales

5.2.2.1.2.1.11 Mosaicos de pastos con espacios naturales

Son superficies ocupadas principalmente por pastos en combinación con espacios naturales, en donde el patrón de distribución de los pastos y de los espacios naturales no puede ser representado individualmente (IDEAM, 2010), esta cobertura se identificó dentro del área de intervención puntual del Proyecto. En este mosaico en los pastos predominan *Cenchrus ciliaris* y *Digitaria insularis*; por su parte en los espacios naturales se tienen fragmentos de vegetación asociada a cuerpos de agua, pero en los cuales se registraron especies frutales ya que dentro de esta cobertura se encuentran casas aledañas, allí se encontraron especies como *Albizia guachapele*, *Citrus reticulata*, *Ficus insípida*, *Mangifera indica*, *Persea americana*, *Pouteria* sp. y *Trichilia* sp.

5.2.2.1.2.1.2 Coberturas de bosques y áreas seminaturales

5.2.2.1.2.1.2.2.1 Bosque abierto

Esta cobertura se define por el (IDEAM, 2010) como el bosque que está conformado por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y con altura del dosel superior a cinco metros e inferior a 15 metros, cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Las densidades por unidad de área de los individuos arbóreos, arbustivos y lianas por unidad de área son análogos a los encontrados en bosques húmedos tropicales (Gentry A. H., 1995). Esta cobertura fue identificada dentro del área de intervención del Proyecto.

El sistema de polinización por insectos (abejas principalmente), es predominante, lo que se relaciona con la abundancia de especies con flores zigomorfas sobre todo campanuladas de tamaños medianos a grandes. La propagación de frutos y semillas es primordialmente por anemocoria en temporada seca y por zoocoria en temporada de lluvias (Pizano, 2014; Gentry A. H., 1995) (véase Fotografía 9).



Fotografía 9 Bosque abierto en el área de influencia biótica terrestre.



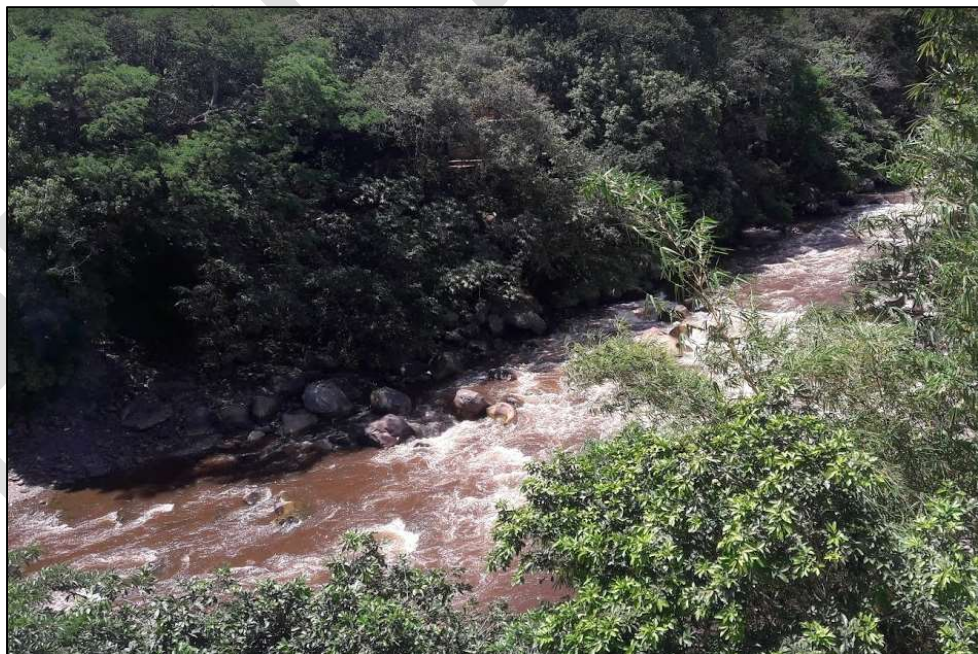
Fotografía 10 Bosque abierto en el área de influencia biótica terrestre.

5.2.2.1.2.1.2.2.2 *Bosque de galería y/o ripario*

Siguiendo la definición de la leyenda CORINE Land Cover e (IDEAM, 2010) hace referencia a la vegetación arbórea que bordea las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales, en este caso asociadas principalmente al río Sumpaz y cañadas naturales. Esta cobertura tiene una amplitud limitada debido a que bordea los cuerpos de agua y drenajes naturales. Según las observaciones realizadas en la zona de estudio, el Bosque de galería o ripario presenta un dosel abierto y está conformado, en su mayoría, por vegetación de porte arbóreo y arbustivo. Las especies más abundantes de esta cobertura son: *Zygia longifolia*, *Machaerium capote*, *Astronium graveolens*, *Senegalia polyphylla* entre otras (véase Fotografía 11 y Fotografía 12). Esta cobertura fue identificada dentro del área de intervención del Proyecto.



Fotografía 11 Bosque ripario en el río Sumapaz.



Fotografía 12 Bosque ripario en el río Sumapaz.

5.2.2.1.2.1.2.2.3 Plantaciones Forestales

Está constituida por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, cercas vivas, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera o bienes no madereros (IDEAM, 2010). Esta cobertura en el área de influencia biótica terrestre y el área de intervención del Proyecto corresponde a las áreas con cerca viva, observándose la presencia de especies como *Ficus benjamina*, *Mangifera indica*, *Machaerium capote*, *Guazuma ulmifolia* entre otras.

5.2.2.1.2.1.2.2.4 Arbustales

Esta cobertura se define según la leyenda CORINE Land Cover (IDEAM, 2010) como los territorios cubiertos por vegetación arbustiva esencialmente, desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Las áreas de arbustal identificadas para el área de influencia biótica terrestre están asociadas a los afloramientos rocosos en los cuales no se desarrollan comunidades boscosas por la gran pendiente, por esta razón dicha cobertura no fue posible ser evaluada en cuanto a su composición florística; sin embargo es típico encontrar en esta cobertura de bosque seco tropical especies como *Senegalia riparia*, *Zanthoxylum fagara*, *Machaerium microphyllum*, entre otras.

5.2.2.1.2.1.2.2.5 Vegetación secundaria

De acuerdo con la leyenda CORINE Land Cover e (IDEAM, 2010) esta cobertura se origina por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta después de la intervención y/o destrucción de la vegetación primaria causada por ejemplo por la tala y/o quemas de bosque y se localiza en el área de intervención del proyecto sobre aquellos sectores desmontados para la creación de cultivos y pastos para ganadería que fueron abandonados y donde actualmente se tienen estados iniciales e intermedios de sucesión natural. Se presenta un dosel irregular con alturas entre 5 y 12 metros, aproximadamente. La composición vegetal de la cobertura varía de acuerdo al grado de modificación, el tiempo desde la perturbación y el grado de recuperación natural del bosque.

En su mayoría la vegetación secundaria evaluada de acuerdo con la altura del dosel y el predominio de elementos herbáceos, arbustivos y arbóreos se clasifica en Vegetación secundaria baja (VSB); esta unidad de cobertura se desarrolla posterior a la intervención original con predominio de arbustos y herbáceas y de ciclo corto con alturas inferiores a los cinco metros y cobertura densa por la presencia de enredaderas.

En este caso, fue frecuente encontrar de manera disgregada especies características de la zona, sumidos en matrices de múltiples estadios sucesiones, algunos de los más representativos son: especies que pertenecen a las familias Sapindaceae, Rubiaceae, Capparaceae, Piperaceae e individuos del género *Cecropia sp.* (Véase Fotografía 13). Esta cobertura fue identificada dentro del área de intervención del Proyecto.



Fotografía 13 *Ochoterenaea colombiana* común en coberturas de vegetación secundaria.

5.2.2.1.2.1.2.2.6 *Afloramientos rocosos*

Siguiendo la definición de la leyenda CORINE Land Cover (IDEAM, 2010) son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. Asociado principalmente al cañón del Sumpaz y zonas con fuerte pendiente, donde predominan los sustratos de rocas duras y resistentes, relacionado con fallas y deformaciones geológicas.

5.2.2.1.2.1.2.2.7 *Tierras desnudas y degradadas*

En el área de influencia del proyecto son superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos antrópicos y naturales de erosión y degradación extrema.

5.2.2.1.2.2 Área de Intervención

5.2.2.1.2.2.1 Coberturas de la tierra y uso actual del suelo

El área de intervención corresponde al área de afectación directa por la ejecución del proyecto, para este caso corresponde a las zonas de obras correspondientes a la instalación de los Túneles Ermitaño, Divino Niño, Malmichala y Nariz del Diablo y a la zona de botadero. El área de intervención tiene un área total de 36,4 ha y se encuentra ubicada en su totalidad en la zona de vida Bosque seco tropical (bs-T) ya descrita para el Área de influencia biótica terrestre, por su parte los biomas registrados en el Área de intervención corresponden a: Orobiomas bajos de los Andes (20,3 ha) y Zonobioma alternohigróico y/o subxerofítico tropical del Alto Magdalena (16,1 ha).

Para caracterizar el Área de Intervención del Proyecto se llevó a cabo el levantamiento de información primaria mediante la metodología descrita en el numeral 5.2.2.1.1. El material recolectado para la composición florística en estado fértil fue ingresado a Herbario Nacional Colombiano –COL- (ver Anexo 2); de la totalidad de las

muestras colectadas tanto para la Caracterización florística como para el Inventario forestal, 30 muestras fueron aceptadas por el herbario al ser estas las únicas que se colectaron en estado fértil (con flor o fruto).

Anexo 2 Certificado de ingreso a herbario

Dentro del área de intervención del Proyecto se identificaron las coberturas naturales y antrópicas relacionadas en la Tabla 3.

Tabla 3 Coberturas de la tierra identificadas para el Área de intervención del Proyecto.

Coberturas de la Tierra			Área (Ha)	Área (%)
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
1. Territorios artificializados	1.1. Zonas urbanizadas	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	0,15	0,42
	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	4,84	13,26
	1.4. Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	1.4.1. Zonas verdes urbanas	0,10	0,27
		1.4.2. Instalaciones recreativas	0,01	0,04
2. Territorios agrícolas	2.3. Pastos	2.3.2. Pastos arbolados	1,54	4,22
		2.3.3. Pastos enmalezados	20,06	55,00
	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	0,11	0,30
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1. Bosques	3.1.2. Bosque abierto	2,16	5,92
		3.1.4. Bosque de galería y/o ripario	0,90	2,48
		3.1.5. Plantación forestal	0,64	1,77
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.2. Arbustal	0,003	0,01
		3.2.3 Vegetación secundaria o en transición	5,40	14,81
	3.3. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	3.3.2. Afloramientos rocosos	0,55	1,51
Total			36,48	100,00

Las coberturas de bosques y áreas seminaturales representan aproximadamente el 26% del área total. Dentro de estas sobresalen por su extensión la Vegetación secundaria o en transición y el Bosque abierto; por su parte en las coberturas de origen antrópico el área de mayor extensión corresponde a los Pastos enmalezados (correspondientes al área del Zodme) representando el 55% del área total de intervención.

- Muestreo para la caracterización florística

Para realizar la caracterización florística y estructural de las coberturas naturales y seminaturales se realizaron 23 parcelas en el área de intervención del Proyecto referenciadas en la Tabla 4 con su punto de inicio y final respectivo, así mismo se discrimina la cobertura a la cual pertenece y su ID de campo (ver plano G-UF2E-XXXXX-A-PDE-INGET-2538-A0).

Tabla 4 Parcelas de caracterización florística

Parcela	Cobertura	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		X	Y	X	Y
PD11	Bosque abierto	946724	963667	946688	963699
PD12	Bosque abierto	946678	963696	946638	963729

Parcela	Cobertura	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		X	Y	X	Y
PD2	Bosque abierto	947424	963186	947346	963263
PD3	Bosque abierto	947319	963289	947293	963249
PD8	Bosque abierto	946481	963852	946556	963789
PD16	Bosque ripario y/o de galería	944507	963684	944413	963655
PD17	Bosque ripario y/o de galería	944286	963574	944191	963551
PD19	Bosque ripario y/o de galería	943543	963642	943652	963639
PD20	Pastos enmalezados	933238	957388	-	-
PD21	Pastos enmalezados	933251	957350	-	-
PD22	Pastos enmalezados	933346	957229	-	-
PD23	Pastos enmalezados	933291	957184	-	-
PD24	Pastos enmalezados	933172	956943	-	-
PD4	Plantación forestal (cerca viva)	947433	963202	947362	963275
PD5	Plantación forestal (cerca viva)	945982	964068	946080	964033
PD6	Plantación forestal (cerca viva)	946203	963992	946114	964021
PD9	Plantación forestal (cerca viva)	946154	964030	946060	964064
PD1	Vegetación secundaria o en transición	947467	963162	947554	963100
PD13	Vegetación secundaria o en transición	944660	963716	944747	963758
PD15	Vegetación secundaria o en transición	944801	963757	944853	963770
PD18	Vegetación secundaria o en transición	945173	963779	945206	963821
PD25	Vegetación secundaria o en transición	943102	963513	943183	963558
PD7	Vegetación secundaria o en transición	946352	963933	946440	963881

- Error de muestreo (15%)

Según los Términos de referencia EIA – Proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, dentro de los requerimientos adicionales para el componente flora, el muestreo debe ser estadísticamente representativo en función de área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%. Siendo así a continuación se discrimina el cálculo de error de muestreo para cada cobertura muestreada teniendo en cuenta que todas pertenecen al mismo ecosistema teniendo en cuenta la variable del volumen total registrado. En todos los casos se obtuvo un error de muestreo por debajo del 15% con una probabilidad del 95% indicando que el esfuerzo de muestreo cumple para realizar la caracterización de la zona (ver Tabla 5, Tabla 6, Tabla 7 y Tabla 8).

Para la cobertura de Bosque abierto se realizaron cinco parcelas de 1000 m² con un volumen promedio de 17,05 m³; para el Bosque de galería se muestrearon tres unidades del mismo tamaño con un volumen promedio de 42,69 m³; en la Vegetación secundaria o en transición se realizaron seis parcelas de igual tamaño con un volumen promedio de 17,10 m³, por último la cobertura de Plantación forestal representada por las cercas vivas conto con cuatro unidades de muestreo de 1000 m² y un volumen promedio de 47,03 m³. Es importante resaltar que para la cobertura de Pastos enmalezados al no registrarse volumen de madera por su naturaleza, se realizó una curva de acumulación de especies demostrando que el muestreo realizado es representativo para el total de especies que se puedan registrar en dicha unidad (ver numeral 5.2.2.1.2.2.1.5. Pastos enmalezados); sin embargo todas las coberturas presentan además del error de muestreo su respectiva curva de acumulación de especies.

Tabla 5 Error de muestreo obtenido para la cobertura de Bosque abierto

MUESTREO	
Media (\bar{u})	17,05
Desviación (S)	1,76
Coefficiente de variación (CV)	10,30
Error estándar (Sx)	0,79
Error de muestreo (Em%)	12,85
Límite de confianza inferior (Lci)	14,86
Límite de confianza superior (Lcs)	19,24

Tabla 6 Error de muestreo obtenido para la cobertura de Bosque ripario y/o de galería

MUESTREO	
Media (\bar{u})	42,69
Desviación (S)	1,30
Coefficiente de variación (CV)	3,05
Error estándar (Sx)	0,76
Error de muestreo (Em%)	7,64
Límite de confianza inferior (Lci)	39,43
Límite de confianza superior (Lcs)	45,95

Tabla 7 Error de muestreo obtenido para la cobertura para la Vegetación secundaria o en transición

MUESTREO	
Media (\bar{u})	17,10
Desviación (S)	2,38
Coefficiente de variación (CV)	13,91
Error estándar (Sx)	0,98
Error de muestreo (Em%)	14,71
Límite de confianza inferior (Lci)	14,59
Límite de confianza superior (Lcs)	19,62

Tabla 8 Error de muestreo obtenido para la cobertura para la Plantación forestal (cerca viva)

MUESTREO	
Media (\bar{u})	47,03
Desviación (S)	1,85
Coefficiente de variación (CV)	3,94
Error estándar (Sx)	1,12
Error de muestreo (Em%)	7,57
Límite de confianza inferior (Lci)	43,46
Límite de confianza superior (Lcs)	50,59

- Composición florística y estructural

A continuación se desarrolla la caracterización florística y estructural de las coberturas naturales y seminaturales identificadas puntualmente para el área de intervención.

5.2.2.1.2.2.1.1 Bosque abierto

5.2.2.1.2.2.1.1.1 Composición florística

Para la caracterización de esta cobertura se levantaron cinco parcelas de 1000 m², en las que se registraron 314 individuos (incluidos fustales, latizales y brinzales), representantes de 22 familias, 40 géneros y 45 especies (ver Tabla 3.3 27).

La familia con mayor representación tanto de especies como de individuos es Fabacea con siete especies y 58 individuos, estos resultados son consecuentes con los reportes obtenidos para los bosques de este tipo, ya que la familia de las leguminosas se encuentra entre las más diversas en la mayor parte de los bosques (Gentry A. , 1990). *Astronium graveolens*, es el género con mayor número de registros en las parcelas realizadas en el Bosque abierto con 45 observaciones; esta especie es de heliófita o semiheliofita típica en bosques primarios o secundarios.

Tabla 9 Composición florística del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto.

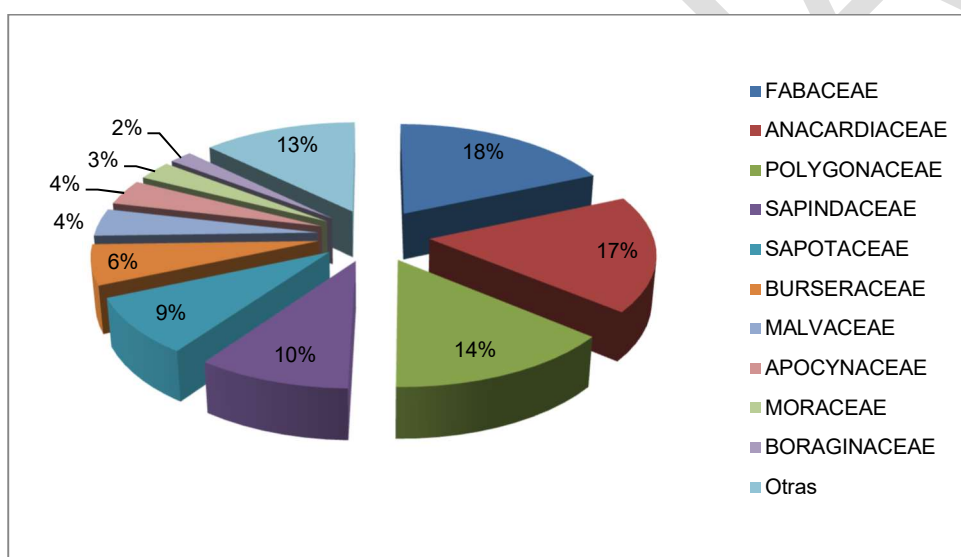
Familia	Especie	N° de individuos
ACHATOCARPACEAE	<i>Achatocarpus nigricans</i>	3
Total ACHATOCARPACEAE		3
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	45
	<i>Mangifera indica</i>	6
	<i>Spondias mombin</i>	4
Total ANACARDIACEAE		55
ANNONACEAE	<i>Xylopia sp.</i>	1
Total ANNONACEAE		1
APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	12
Total APOCYNACEAE		12
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	2
Total BIGNONIACEAE		2
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	6
Total BORAGINACEAE		6
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	19
Total BURSERACEAE		19
CANNABACEAE	<i>Celtis iguanaea</i>	1
Total CANNABACEAE		1
CAPPARACEAE	<i>Capparidastrum frondosum</i>	1
	<i>Capparis sp.</i>	2
	<i>Cynophalla flexuosa</i>	2
Total CAPPARACEAE		5
CLUSIACEAE	<i>Clusia sp.2</i>	3

Familia	Especie	N° de individuos
Total CLUSIACEAE		3
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	1
	<i>Machaerium capote</i>	34
	<i>Machaerium cf. goudoti</i>	9
	<i>Platymiscium hebestachyum</i>	4
	<i>Pterocarpus sp.</i>	3
	<i>Senegalia polyphylla</i>	1
	<i>Senegalia riparia</i>	6
Total FABACEAE		58
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	4
Total MALPIGHIACEAE		4
MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i>	7
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	6
Total MALVACEAE		13
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i>	2
Total MELIACEAE		2
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i>	1
	<i>Ficus sp.</i>	2
	<i>Maclura tinctoria</i>	3
	<i>Sorocea sp.</i>	1
	<i>Sorocea sprucei</i>	2
Total MORACEAE		9
POLYGONACEAE	<i>Triplaris americana</i>	45
Total POLYGONACEAE		45
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i>	1
	<i>Ladenbergia magnifolia</i>	1
	<i>Psychotria sp.</i>	3
Total RUBIACEAE		5
SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	4
	<i>Casearia sp.</i>	1
Total SALICACEAE		5
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	28
	<i>Talisia sp.</i>	2
Total SAPINDACEAE		30
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum cainito</i>	21
	<i>Chrysophyllum sp.</i>	1
	<i>Pouteria cf. caimito</i>	5
Total SAPOTACEAE		27
SOLANACEAE	<i>Cestrum sp.</i>	2
	<i>Solanum sp</i>	1

Familia	Especie	N° de individuos
Total SOLANACEAE		3
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	4
	<i>Urera baccifera</i>	2
Total URTICACEAE		6
Total general		314

Como se mencionó anteriormente Fabaceae es la familia más frecuentemente encontrada en los muestreos de las parcelas de caracterización del bosque abierto por encima de las demás con un 18,4%, la segunda por poca diferencia en la lista con un 17,5 % por Anacardiaceae, y Polygonaceae con 14,3%. En la Figura 1 se observan los porcentajes de representación de las familias más abundantes en el área muestreada.

Figura 1 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las 10 familias más representativas en el Bosque abierto



5.2.2.1.2.2.1.1.2 Análisis estructural

- Clases diamétricas

A partir del análisis estructural de los individuos fustales se obtuvieron nueve clases diamétricas para el bosque abierto dentro del área de intervención, con una amplitud entre intervalos de 7,81 cm, siendo 10,02 cm el DAP menor y 77,34 cm el mayor (Véase Tabla 10), los resultados mostraron que la mayoría de los individuos se encuentran ubicados en las primeras tres categorías representando el 86,22% de los árboles muestreados. (Ver Figura 2)

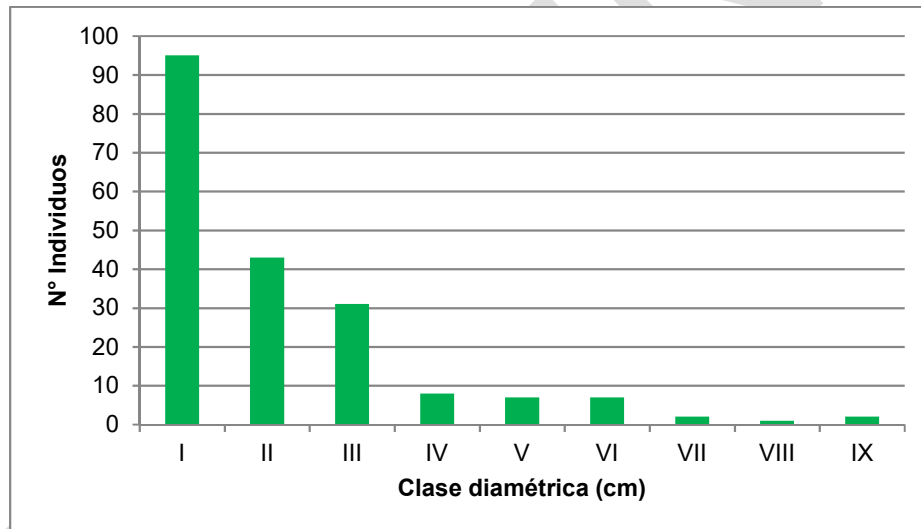
Tabla 10 Clases diamétricas del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (cm)		Clase diamétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
10,027	17,846	I	95	48,47
17,846	25,664	II	43	21,94

Amplitud de Intervalo (cm)		Clase diamétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
25,664	33,483	III	31	15,82
33,483	41,302	IV	8	4,08
41,302	49,121	V	7	3,57
49,121	56,940	VI	7	3,57
56,940	64,759	VII	2	1,02
64,759	72,578	VIII	1	0,51
72,578	80,396	IX	2	1,02
Total			196	100,00

Este comportamiento es típico de bosques maduros y refleja la competencia por luz y recursos que lleva solo a algunos pocos individuos y especies a establecerse como parte del dosel, este comportamiento se refleja en la Figura 2 siendo típico de comunidades boscosas disetaneas en los cuales pocos individuos logran establecerse en el dosel por las dinámicas de competencia mencionadas.

Figura 2 Distribución de clases diamétricas Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



- Clases altimétricas

En cuanto a las clases altimétricas para los individuos fustales del Bosque abierto, también se establecieron un total de nueve clases, con una amplitud de intervalo igual a 2,3 m, el muestreo en campo evidenció que la mayor cantidad de individuos se encuentran entre los 5 m y los 17 m aproximadamente (clases II a VI) con un total de 148 árboles encontrados dentro de las parcelas de caracterización florística del Bosque abierto para el área de influencia de intervención; representando el 75,5% del total muestreado. Se evidencia que el dosel tiene una altura promedio de aproximadamente 13 m y árboles emergentes de hasta 23 m, entre estos árboles se encuentran individuos de especies como *Ceiba pentandra* y *Astronium graveolens* (ver Tabla 11).

Tabla 11 Clases altimétricas del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

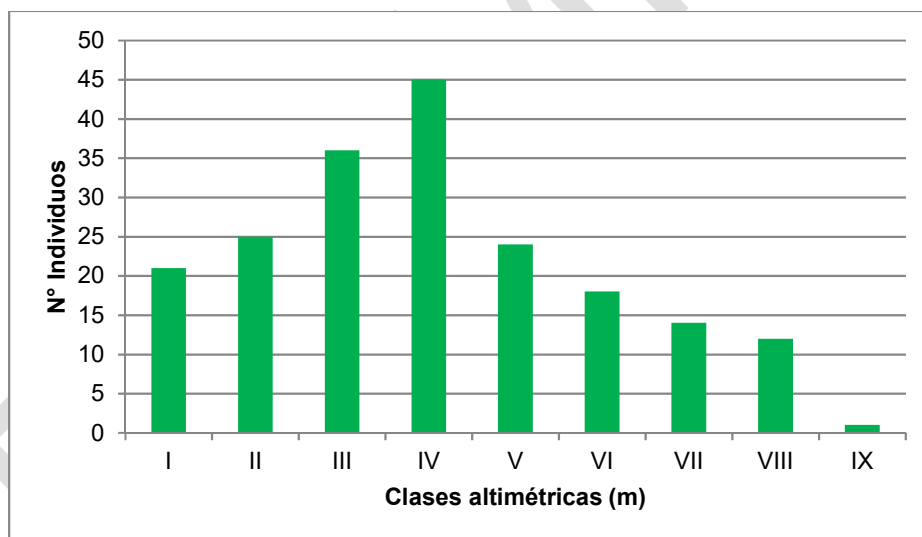
Amplitud de Intervalo (m)		Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
3,000	5,323	I	21	10,714

Amplitud de Intervalo (m)		Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
5,323	7,646	II	25	12,755
7,646	9,968	III	36	18,367
9,968	12,291	IV	45	22,959
12,291	14,614	V	24	12,245
14,614	16,937	VI	18	9,184
16,937	19,260	VII	14	7,143
19,260	21,582	VIII	12	6,122
21,582	23,905	IX	1	0,510
Total			196	100,00

Los resultados muestran un comportamiento típico de masas arbóreas naturales con presencia de algunos individuos emergentes (entre los 14 y 23 m aproximadamente), además se observa que la altura del dosel está en promedio entre los 9 y 12 m aproximadamente debido a que en allí se encuentran la mayoría de individuos registrados (ver

Figura 3), adicional a esto se evidencian también al igual que en las clases diamétricas las dinámicas de competencia de los individuos por luz y nutrientes.

Figura 3 Distribución de clases altimétricas Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



- Índice de valor de importancia (IVI%)

- Frecuencia

La especie más frecuente entre las nueve parcelas levantadas es *Astronium graveolens* estando presentes en todas las parcelas realizadas con un valor de frecuencia de 7,1% seguida por *Triplaris americana* presente en cuatro parcelas y un valor de 5,7%. En la Tabla 12 se observan los valores de frecuencia relativa por especie.

- Abundancia

La especie más abundante para esta cobertura dentro del área de intervención fue *Triplaris americana* registrando 24 individuos equivalentes a 12,2%, seguida por *Astronium graveolens* con 23, y *Machaerium capote* con 18 individuos cada una. En la Tabla 12 se muestran los valores de abundancia relativa para cada una de las especies identificadas.

○ *Dominancia*

Respecto al parámetro de la dominancia reflejado por el área basal *Astronium graveolens* con valores de 1,01 m² es la más dominante seguida por *Machaerium capote* con 0,93 m² de área basal teniendo en cuenta que ambas se destacan como especies abundantes; estas especies no desarrollan típicamente diámetros muy grandes a diferencia de otras, sin embargo son individuos más abundantes en el bosque. En la Tabla 12 se muestran los valores de dominancia relativa para cada especie.

○ *I.V.I (%)*

Para la cobertura de Bosque abierto muestreada en el área de intervención se encontró que *Astronium graveolens* es el que tiene mayor índice de importancia dentro del bosque con un valor de 28,8%, esto debido a que se destacó como la especie más frecuente, más dominante y la segunda más abundante según los parámetros anteriormente analizados.

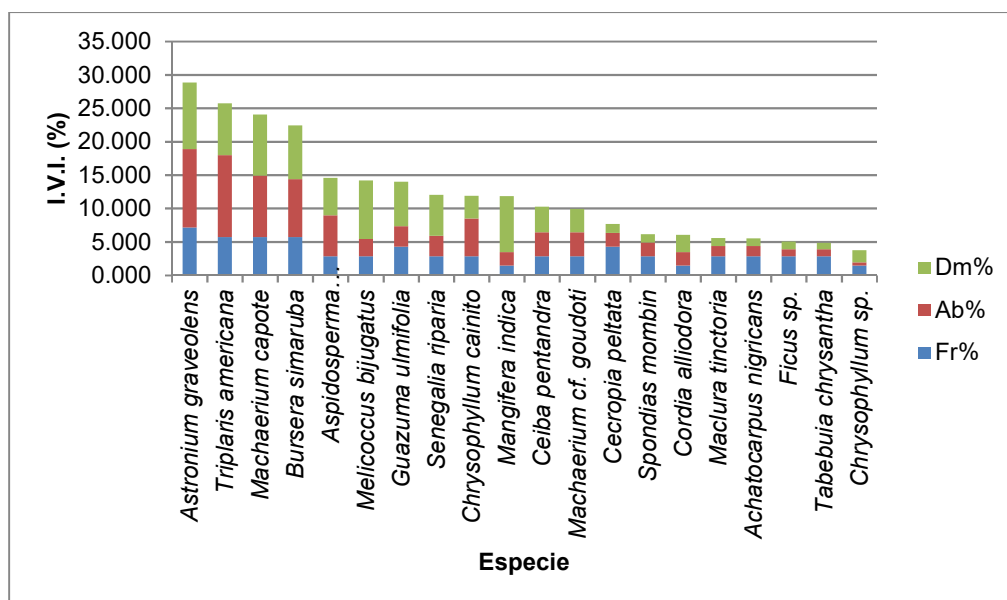
En segundo lugar se encuentra *Triplaris americana*, con un porcentaje de representatividad de 25,7%, esto debido a su abundancia y frecuencia en la comunidad; las especies destacadas presentan un balance equitativo entre los parámetros a diferencia de especies como *Melicoccus bijugatus* que debe su posición principalmente a su dominancia, mas no a su frecuencia ni su abundancia (ver Figura 4 y Tabla 12).

Tabla 12 Índice de Valor de Importancia del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Astronium graveolens</i>	7,143	11,735	9,954	28,832
<i>Triplaris americana</i>	5,714	12,245	7,770	25,729
<i>Machaerium capote</i>	5,714	9,184	9,173	24,071
<i>Bursera simaruba</i>	5,714	8,673	8,062	22,450
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	2,857	6,122	5,606	14,586
<i>Melicoccus bijugatus</i>	2,857	2,551	8,778	14,186
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4,286	3,061	6,652	13,999
<i>Senegalia riparia</i>	2,857	3,061	6,126	12,045
<i>Chrysophyllum cainito</i>	2,857	5,612	3,406	11,876
<i>Mangifera indica</i>	1,429	2,041	8,389	11,858
<i>Ceiba pentandra</i>	2,857	3,571	3,834	10,262
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	2,857	3,571	3,479	9,908
<i>Cecropia peltata</i>	4,286	2,041	1,364	7,690
<i>Spondias mombin</i>	2,857	2,041	1,230	6,128
<i>Cordia alliodora</i>	1,429	2,041	2,584	6,053
<i>Maclura tinctoria</i>	2,857	1,531	1,159	5,547
<i>Achatocarpus nigricans</i>	2,857	1,531	1,133	5,521
<i>Ficus sp.</i>	2,857	1,020	1,166	5,044
<i>Tabebuia chrysantha</i>	2,857	1,020	0,976	4,854

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Chrysophyllum sp.</i>	1,429	0,510	1,823	3,761
<i>Psychotria sp.</i>	1,429	1,531	0,355	3,314
<i>Pterocarpus sp.</i>	1,429	1,531	0,287	3,246
<i>Talisia sp.</i>	1,429	1,020	0,784	3,233
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	1,429	1,020	0,568	3,017
<i>Sorocea sprucei</i>	1,429	1,020	0,535	2,984
<i>Pouteria cf. caimito</i>	1,429	0,510	1,030	2,968
<i>Cynophalla flexuosa</i>	1,429	1,020	0,518	2,967
<i>Trichilia pallida</i>	1,429	1,020	0,345	2,794
<i>Capparis sp.</i>	1,429	1,020	0,277	2,726
<i>Urera baccifera</i>	1,429	1,020	0,180	2,629
<i>Senegalia polyphylla</i>	1,429	0,510	0,511	2,450
<i>Capparidastrum frondosum</i>	1,429	0,510	0,426	2,365
<i>Casearia sp.</i>	1,429	0,510	0,309	2,248
<i>Sorocea sp.</i>	1,429	0,510	0,262	2,201
<i>Celtis iguanaea</i>	1,429	0,510	0,144	2,083
<i>Brosimum alicastrum</i>	1,429	0,510	0,137	2,076
<i>Cestrum sp.</i>	1,429	0,510	0,137	2,076
<i>Gliricidia sepium</i>	1,429	0,510	0,125	2,063
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	1,429	0,510	0,118	2,057
<i>Ladenbergia magnifolia</i>	1,429	0,510	0,101	2,040
<i>Xylopia sp.</i>	1,429	0,510	0,095	2,034
<i>Solanum sp</i>	1,429	0,510	0,090	2,029
Total	100,000	100,000	100,000	300,000

Figura 4 Valor de I.V.I para las 20 especies más importantes del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.1.3 Posición sociológica (PS%)

La PS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos substratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). El substrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados subjetivamente, según el criterio que se haya elegido. Para esta cobertura se usaron los intervalos relacionados en la Tabla 13).

Este estimador nos permite identificar las especies que poseen mejor condición con relación a la adaptabilidad y por ende a la permanencia. Para el caso de la cobertura de bosque de abierto, aquellas especies que presentan mejores características son *Astronium graveolens* con un 13,31%, registrándose en los tres estratos con un gran número de individuos en el tercero, lo que podría dar cuenta de una constante regeneración de la especie, teniendo en cuenta el porte medio natural del árbol, especialmente porque no todas las especies van a ocupar todos los estratos estimados para el bosque debido a su genética (ver Figura 5). La especie que le sigue es *Triplaris americana* con un 12,88% ya que de igual forma tiene individuos en todas las categorías pero en menor proporción (ver Tabla 14). El resto de especies encontradas mostraron valores de posición sociológica menores.

Tabla 13 Categorías de tamaño determinadas para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

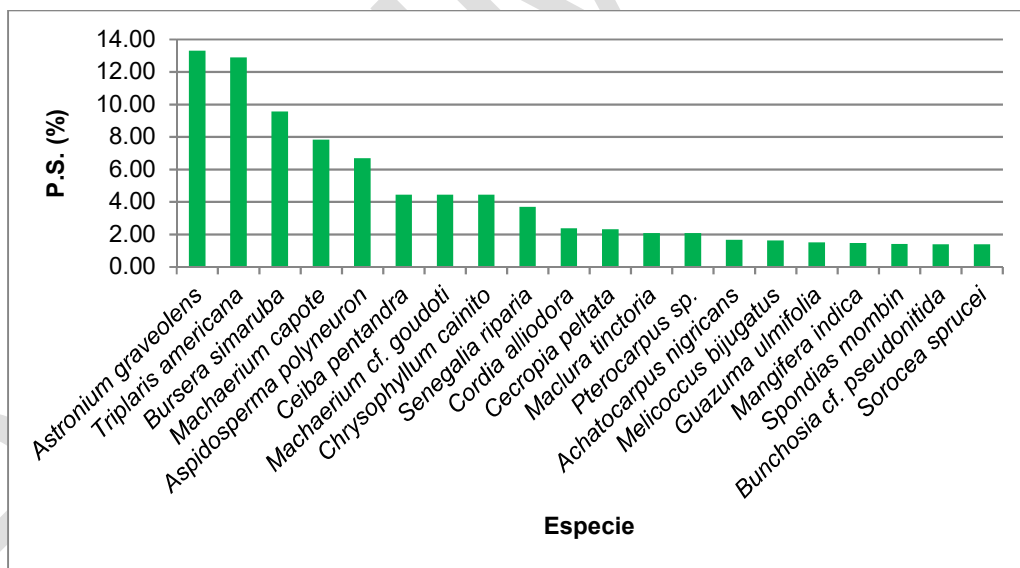
Amplitud del intervalo Altura (m)		Categoría de tamaño	N° Individuos	%
3	6,9	I	36	18,37
6,9	9,2	II	46	23,47
>	9,2	III	114	58,16
TOTAL			196	100,00

Tabla 14 Posición sociológica (Ps%) del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Especie	Abundancia absoluta por Estrato			Abundancia ab. por Valor Fitosociológico			Ps relt	Ps %
	I	II	III	I	II	III		
<i>Astronium graveolens</i>	3	3	17	5,5	7,04	98,88	111,43	13,31
<i>Triplaris americana</i>	1	8	15	1,8	18,78	87,24	107,86	12,88
<i>Bursera simaruba</i>	3	2	12	5,5	4,69	69,80	80,00	9,56
<i>Machaerium capote</i>	2	9	7	3,7	21,12	40,71	65,51	7,83
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	0	4	8	0,0	9,39	46,53	55,92	6,68
<i>Ceiba pentandra</i>	0	1	6	0,0	2,35	34,90	37,24	4,45
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	0	1	6	0,0	2,35	34,90	37,24	4,45
<i>Chrysophyllum cainito</i>	5	2	4	9,2	4,69	23,27	37,14	4,44
<i>Senegalia riparia</i>	1	0	5	1,8	0,00	29,08	30,92	3,69
<i>Cordia alliodora</i>	0	1	3	0,0	2,35	17,45	19,80	2,36
<i>Cecropia peltata</i>	1	0	3	1,8	0,00	17,45	19,29	2,30
<i>Maclura tinctoria</i>	0	0	3	0,0	0,00	17,45	17,45	2,08
<i>Pterocarpus sp.</i>	0	0	3	0,0	0,00	17,45	17,45	2,08
<i>Achatocarpus nigricans</i>	0	1	2	0,0	2,35	11,63	13,98	1,67
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3	1	1	5,5	2,35	5,82	13,67	1,63
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	3	0	5,5	7,04	0,00	12,55	1,50
<i>Mangifera indica</i>	1	2	1	1,8	4,69	5,82	12,35	1,47
<i>Spondias mombin</i>	2	1	1	3,7	2,35	5,82	11,84	1,41
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	0	0	2	0,0	0,00	11,63	11,63	1,39
<i>Sorocea sprucei</i>	0	0	2	0,0	0,00	11,63	11,63	1,39
<i>Psychotria sp.</i>	2	0	1	3,7	0,00	5,82	9,49	1,13
<i>Capparis sp.</i>	0	1	1	0,0	2,35	5,82	8,16	0,98
<i>Cynophalla flexuosa</i>	0	1	1	0,0	2,35	5,82	8,16	0,98
<i>Ficus sp.</i>	0	1	1	0,0	2,35	5,82	8,16	0,98
<i>Talisia sp.</i>	0	1	1	0,0	2,35	5,82	8,16	0,98
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0	1	1,8	0,00	5,82	7,65	0,91
<i>Brosimum alicastrum</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Capparidastrum frondosum</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Chrysophyllum sp.</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Ladenbergia magnifolia</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Pouteria cf. caimito</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Senegalia polyphylla</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Sorocea sp.</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,82	5,82	0,69
<i>Trichilia pallida</i>	2	0	0	3,7	0,00	0,00	3,67	0,44
<i>Urera baccifera</i>	2	0	0	3,7	0,00	0,00	3,67	0,44
<i>Casearia sp.</i>	0	1	0	0,0	2,35	0,00	2,35	0,28
<i>Cestrum sp.</i>	0	1	0	0,0	2,35	0,00	2,35	0,28
<i>Solanum sp</i>	0	1	0	0,0	2,35	0,00	2,35	0,28

Especie	Abundancia absoluta por Estrato			Abundancia ab. por Valor Fitosociológico			Ps relt	Ps %
	I	II	III	I	II	III		
<i>Celtis iguanaea</i>	1	0	0	1,8	0,00	0,00	1,84	0,22
<i>Gliricidia sepium</i>	1	0	0	1,8	0,00	0,00	1,84	0,22
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	1	0	0	1,8	0,00	0,00	1,84	0,22
<i>Xylopia sp.</i>	1	0	0	1,8	0,00	0,00	1,84	0,22
Totales	36	46	114	66,1	107,96	663,06	837,14	100,00
Valor fitosociológico numérico - estrato	1,84	2,35	5,82					

Figura 5 Posición sociológica del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.1.4 Regeneración natural (RN%)

Como regeneración natural se consideran todos los individuos descendientes de las plantas arbóreas que se encuentran entre el suelo forestal y los 9,9 cm de DAP (Finol, 1971), se establecen después de un proceso de dispersión, crecen, y sobreviven hasta convertirse en árboles fisiológicamente maduros. La regeneración natural permite verificar las tendencias de un bosque y la permanencia de las especies.

De las especies registradas para la cobertura de bosque abierto, se registraron un total de 16 individuos dentro de la categoría de regeneración natural. De éstas, las que mayores porcentajes de regeneración mostraron, fueron, *Melicoccus bijugatus* (21,72%), *Triplaris americana* (16,75%), *Chrysophyllum cainito* (12,84%) y *Astronium graveolens* (15,67%), el resto de especies presentan un porcentaje de regeneración natural inferior al 10% (véase Tabla 15 y

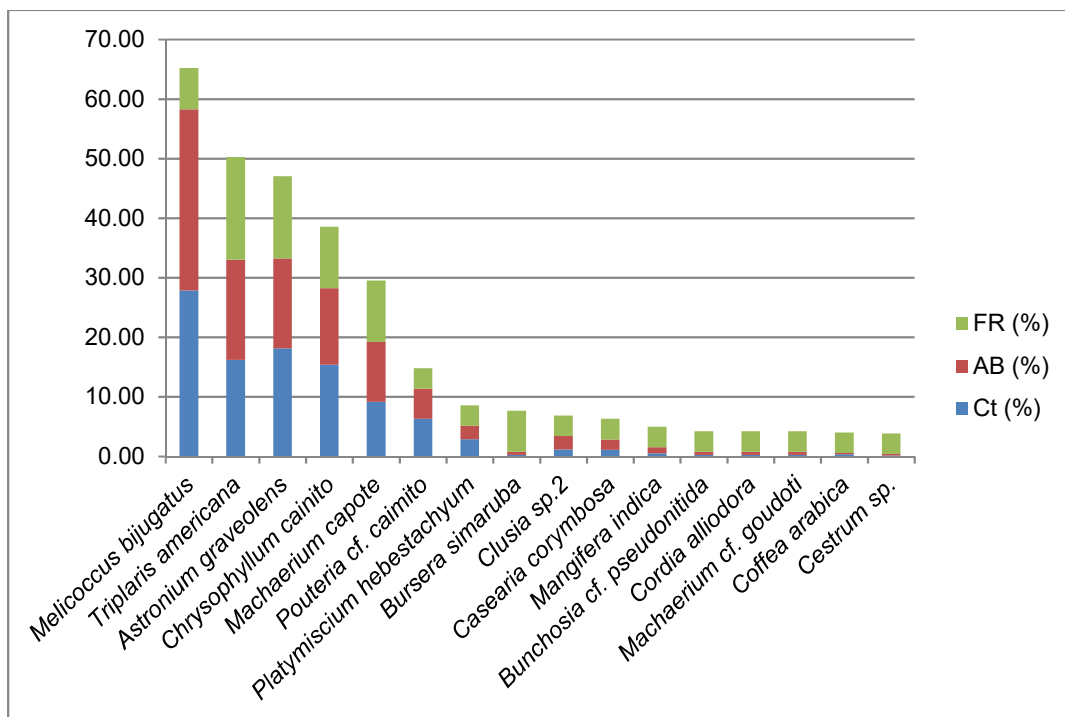
Figura 6), siendo *Cestrum sp.*, *Coffea arabica* y *Machaerium cf. Goudoti* las de menor porcentaje de regeneración natural.

Estos resultados permiten inferir que las especies nombradas anteriormente son las que mayor éxito han tenido en su ecosistema y que ante un régimen de disturbio pueden llegar a ser más competitivas sosteniendo sus poblaciones y asegurando una mejor productividad. Los buenos resultados de las especies relacionadas muestran relación con el análisis de los parámetros estructurales anteriormente descritos, donde *Astronium graveolens*, *Triplaris americana* y *Melicoccus bijugatus* sobresalen entre las especies más importantes ecológicamente de la comunidad evaluada.

Tabla 15 Regeneración natural (Rn%) para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Melicoccus bijugatus</i>	68	51	2	606,91	27,87	30,40	6,90	21,72
<i>Triplaris americana</i>	46	12	9	352,01	16,17	16,83	17,24	16,75
<i>Astronium graveolens</i>	56	4	0	395,08	18,14	15,08	13,79	15,67
<i>Chrysophyllum cainito</i>	48	2	1	335,13	15,39	12,81	10,34	12,85
<i>Machaerium capote</i>	24	12	4	199,10	9,14	10,05	10,34	9,85
<i>Pouteria cf. caimito</i>	20	0	0	137,19	6,30	5,03	3,45	4,92
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	9	0	0	61,73	2,84	2,26	3,45	2,85
<i>Bursera simaruba</i>	0	2	0	5,48	0,25	0,50	6,90	2,55
<i>Clusia sp.2</i>	0	9	0	24,65	1,13	2,26	3,45	2,28
<i>Casearia corymbosa</i>	1	6	0	23,29	1,07	1,76	3,45	2,09
<i>Mangifera indica</i>	0	4	0	10,95	0,50	1,01	3,45	1,65
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	0	2	0	5,48	0,25	0,50	3,45	1,40
<i>Cordia alliodora</i>	0	2	0	5,48	0,25	0,50	3,45	1,40
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	0	2	0	5,48	0,25	0,50	3,45	1,40
<i>Coffea arabica</i>	1	0	0	6,86	0,32	0,25	3,45	1,34
<i>Cestrum sp.</i>	0	1	0	2,74	0,13	0,25	3,45	1,28
Totales	273	109	16	2177,54	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor fitosociológico %	68,59	27,39	4,02					
Valor fitosociológico simplificado	6,9	2,7	0,4					

Figura 6 Diagnóstico de la regeneración natural para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.1.5 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA%)

Haciendo un análisis integral para la cobertura (estructura horizontal y vertical), se tiene que las especies que presentan mayores valores de IVIA son *Astronium graveolens* (57,81%), *Triplaris americana* (55,36%), *Machaerium capote* (41,74) y *Melicoccus bijugatus* (37,54%) en este caso se hace evidente que los valores de posición sociológica y regeneración natural resultaron determinantes en el resultado del índice (Ver Tabla 16).

Tabla 16 Índice de valor de importancia ampliado en Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

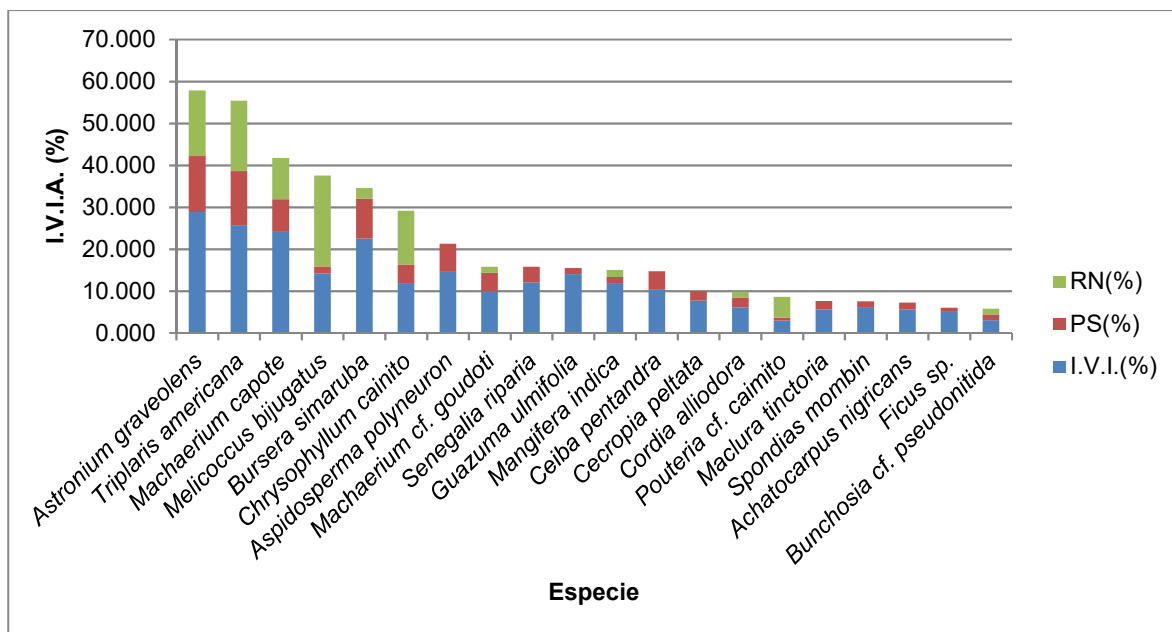
Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Astronium graveolens</i>	28,832	13,311	15,671	57,813
<i>Triplaris americana</i>	25,729	12,884	16,747	55,360
<i>Machaerium capote</i>	24,071	7,825	9,846	41,742
<i>Melicoccus bijugatus</i>	14,186	1,633	21,723	37,543
<i>Bursera simaruba</i>	22,450	9,556	2,550	34,556
<i>Chrysophyllum cainito</i>	11,876	4,437	12,850	29,162
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	14,586	6,680	0,000	21,265
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	9,908	4,449	1,401	15,758
<i>Senegalia riparia</i>	12,045	3,693	0,000	15,738
<i>Guazuma ulmifolia</i>	13,999	1,499	0,000	15,498
<i>Mangifera indica</i>	11,858	1,475	1,652	14,985
<i>Ceiba pentandra</i>	10,262	4,449	0,000	14,712
<i>Cecropia peltata</i>	7,690	2,304	0,000	9,994
<i>Cordia alliodora</i>	6,053	2,365	1,401	9,819
<i>Pouteria cf. caimito</i>	2,968	0,695	4,924	8,588

Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Maclura tinctoria</i>	5,547	2,084	0,000	7,631
<i>Spondias mombin</i>	6,128	1,414	0,000	7,541
<i>Achatocarpus nigricans</i>	5,521	1,670	0,000	7,191
<i>Ficus sp.</i>	5,044	0,975	0,000	6,019
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	3,017	1,390	1,401	5,808
<i>Tabebuia chrysantha</i>	4,854	0,914	0,000	5,768
<i>Pterocarpus sp.</i>	3,246	2,084	0,000	5,330
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	2,057	0,219	2,848	5,125
<i>Chrysophyllum sp.</i>	3,761	0,695	0,000	4,456
<i>Psychotria sp.</i>	3,314	1,134	0,000	4,448
<i>Sorocea sprucei</i>	2,984	1,390	0,000	4,374
<i>Talisia sp.</i>	3,233	0,975	0,000	4,208
<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,967	0,975	0,000	3,942
<i>Capparis sp.</i>	2,726	0,975	0,000	3,701
<i>Cestrum sp.</i>	2,076	0,280	1,275	3,632
<i>Trichilia pallida</i>	2,794	0,439	0,000	3,233
<i>Senegalia polyphylla</i>	2,450	0,695	0,000	3,144
<i>Urea baccifera</i>	2,629	0,439	0,000	3,068
<i>Capparidastrium frondosum</i>	2,365	0,695	0,000	3,060
<i>Sorocea sp.</i>	2,201	0,695	0,000	2,895
<i>Brosimum alicastrum</i>	2,076	0,695	0,000	2,771
<i>Ladenbergia magnifolia</i>	2,040	0,695	0,000	2,734
<i>Casearia sp.</i>	2,248	0,280	0,000	2,528
<i>Solanum sp</i>	2,029	0,280	0,000	2,309
<i>Celtis iguanaea</i>	2,083	0,219	0,000	2,302
<i>Gliricidia sepium</i>	2,063	0,219	0,000	2,283
<i>Clusia sp.2</i>	0,000	0,000	2,281	2,281
<i>Xylopia sp.</i>	2,034	0,219	0,000	2,254
<i>Casearia corymbosa</i>	0,000	0,000	2,092	2,092
<i>Coffea arabica</i>	0,000	0,000	1,338	1,338
Total general	300,000	100,000	100,000	500,000

Finalmente se concluye que *Astronium graveolens* es la especie ecológicamente y fitosociológicamente más importante ya que su desarrollo estructural y su capacidad de regeneración y posición en la comunidad le permiten sobresalir de entre las demás especies y tener mejores estrategias de competencia, en la

Figura 7 se puede observar que su posición esta principalmente influenciada por el IVI%, sin embargo muestra una proporcionalidad en los índices que tiene en cuenta el IVIA%; por su parte especies como *Melicoccus bijugatus* presenta una falencia notoria en el índice de PS% pero con una gran capacidad de regeneración natural.

Figura 7 I.V.I.A para el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.1.6 Índices de diversidad

Respecto a los índices de diversidad alfa, se calcularon los índices de equidad de Shannon - Wiener, dominancia de Simpson, riqueza específica de Margalef y los índices de Equitatividad y Dominancia calculados mediante el software PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) descritos a continuación.

El índice de Shannon es ampliamente utilizado para medir la diversidad de una comunidad de plantas de un hábitat determinado; expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar de la muestra (Moreno C. E., 2001). Para el caso evaluado el valor obtenido fue de 3,053 (ver Tabla 17) teniendo en cuenta que el valor máximo calculado con el logaritmo natural de la cantidad de especies registradas es 3,8, se puede inferir que es una comunidad que presenta equidad en tanto el valor se acerca al máximo y por consiguiente indica un buen nivel de diversidad.

Por su parte el índice de dominancia de Simpson expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; para este caso el valor obtenido fue de 0,92 (ver Tabla 17) tendiendo a 1 lo que indica que hay dominancia de una especie sobre la comunidad evaluada. Este valor obedece principalmente a la cantidad de individuos registrados de especies como *Astronium graveolens*, *Triplaris americana*, *Machaerium capote* y *Melicoccus bijugatus* que dominan por su abundancia; sin embargo las 41 especies restantes presentan valores de abundancia más homogéneos; el resultado de este índice indica que no hay una abundancia absoluta de una especie y por tanto se puede concluir que el Bosque abierto es una comunidad diversa (ver Tabla 17).

El índice de diversidad de Margalef indica la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Para este caso el valor obtenido fue de 7,65 (ver Tabla 17), con un valor máximo ($Dmg=(S-1)/Ln S$, donde S corresponde al número de especies) de 11,55. La relación del valor obtenido con su máximo indica que la comunidad evaluada tiene un nivel medio de diversidad teniendo en cuenta la relación de especies con el total de individuos registrados; este índice es concordante con lo obtenido por los índices anteriormente analizados.

La equitatividad expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en una determinada comunidad. Cuando todas las especies de una muestra son igualmente abundantes, se puede pensar intuitivamente que los índices de equitatividad tienen valores máximos, y decrecen cuando las

abundancias relativas de las especies varían; así, si hay una especie dominante el valor de este disminuye (Mijail, 2004); mide la uniformidad en la que los individuos se dividen en los taxones presentes. En este caso, el valor de Equitatividad encontrado fue 0,8 (ver Tabla 17), este valor tiene a 1 lo que indica que se tiene una distribución equilibrada de los individuos para las especies registradas.

Finalmente el índice de Dominancia (1- Valor índice de Simpson) que toma valores entre 0 (todas las especies están igualmente presentes) y 1 (una especie domina completamente a la comunidad) obtuvo un valor de 0,07 (ver Tabla 17); este valor tiende a 0 lo que indica que no hay una dominancia de una especie determinada y que por el contrario las especies están representadas por abundancia de individuos de manera equitativa.

Tabla 17 Índices evaluados para el análisis de diversidad en el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Índice	Valor
# Especies	45
# Individuos	314
Shannon	3,053
Simpson	0,9249
Margalef	7,653
Equitatividad	0,8021
Dominancia	0,07513

5.2.2.1.2.2.1.1.7 Herbáceas

Con respecto al estrato herbáceo y rasante, se registraron un total de 11 especies, distribuidas en 10 géneros y 10 familias botánicas; como se observa en la Tabla 18. La familia Aspleniaceae registró el mayor número de especies con dos, las familias restantes registran una sola especie cada una. Además, como se muestra en la Tabla 18, la especie de hábito herbáceo que se encontró con mayor frecuencia en el Bosque abierto fue *Serjania* sp.; sin embargo no se evidencia una diferencia significativa en la frecuencia de las especies registradas como se observa en la Figura 8).

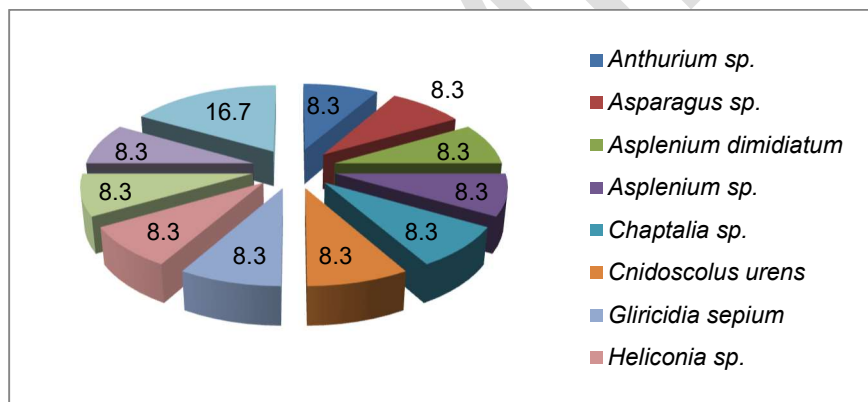
Tabla 18 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración en el Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
ARACEAE	<i>Anthurium sp.</i>	2	8,33
Total ARACEAE		2	-
ASPARAGACEAE	<i>Asparagus sp.</i>	2	8,33
Total ASPARAGACEAE		2	-
ASPLENIACEAE	<i>Asplenium dimidiatum</i>	2	8,33
	<i>Asplenium sp.</i>	1	8,33
Total ASPLENIACEAE		3	-
ASTERACEAE	<i>Chaptalia sp.</i>	1	8,33
Total ASTERACEAE		1	-
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus urens</i>	1	8,33
Total EUPHORBIACEAE		1	-

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
FABACEAE	<i>Gliricidia sepium</i>	1	8,33
Total FABACEAE		1	-
HELICONIACEAE	<i>Heliconia sp.</i>	8	8,33
Total HELICONIACEAE		8	-
ORCHIDACEAE	<i>Oeceoclades maculata</i>	1	8,33
Total ORCHIDACEAE		1	-
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	2	8,33
Total PIPERACEAE		2	-
SAPINDACEAE	<i>Serjania sp.</i>	2	16,67
Total SAPINDACEAE		2	-
Total general		23	100

La presencia de géneros como *Anthurium* como muchos otros de la familia Araceae están asociados a sitios con alta humedad, sin embargo son comúnmente registrados en bosques tropicales secos. Dentro del grupo de herbáceas cabe resaltar la presencia de *Oeceoclades maculata* orquídea de sustrato en estado de veda nacional.

Figura 8 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración del Bosque abierto en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.2 Bosque de galería y/o ripario

5.2.2.1.2.2.1.2.1 Composición florística

En el caso del Bosque de galería del área de intervención se levantaron tres unidades de muestreo de 1000 m² dentro de las cuales se tomaron datos a 202 individuos, quienes hacen parte de 12 familias, 24 géneros y 25 especies (véase Tabla 19) entre fustales, latizales y renuevos.

Teniendo en cuenta el número de individuos, las familias más sobresalientes son Fabaceae con 152 individuos pertenecientes a nueve especies, seguido por la familia Anacardiaceae con 18 individuos de 3 especies (ver Figura 9).

Tabla 19 Composición florística del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto.

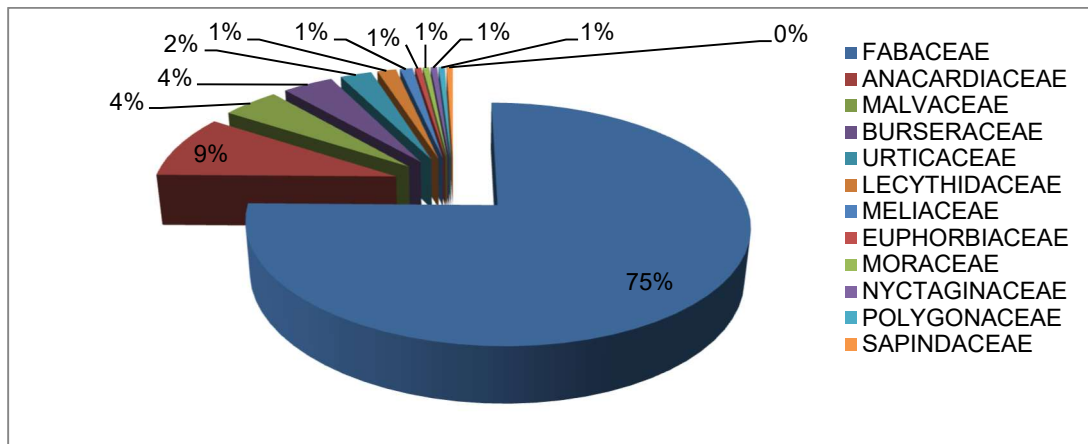
Familia	Especie	N° de individuos
---------	---------	------------------

Familia	Especie	N° de individuos
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	13
	<i>Mangifera indica</i>	3
	<i>Spondias sp.</i>	2
Total ANACARDIACEAE		18
BURSERACEAE	<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	1
	<i>Protium tenuifolium</i>	7
Total BURSERACEAE		8
EUPHORBIACEAE	<i>Maprounea guianensis</i>	1
Total EUPHORBIACEAE		1
FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	5
	<i>Calliandra sp.</i>	3
	<i>Inga sp.</i>	1
	<i>Lonchocarpus sericeus</i>	1
	<i>Machaerium capote</i>	36
	<i>Senegalia polyphylla</i>	6
	<i>Senegalia riparia</i>	1
	<i>Swartzia robinifolia</i>	7
	<i>Zygia longifolia</i>	92
Total FABACEAE		152
LECYTHIDACEAE	<i>Gustavia speciosa</i>	3
Total LECYTHIDACEAE		3
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	6
	<i>Ochroma pyramidale</i>	3
Total MALVACEAE		9
MELIACEAE	<i>Guarea glabra</i>	1
	<i>Trichilia sp.</i>	1
Total MELIACEAE		2
MORACEAE	<i>Ficus sp. 2</i>	1
Total MORACEAE		1
NYCTAGINACEAE	<i>Cephalotomandra fragrans</i>	1
Total NYCTAGINACEAE		1
POLYGONACEAE	<i>Triplaris americana</i>	1
Total POLYGONACEAE		1
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	1
Total SAPINDACEAE		1
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	5
Total URTICACEAE		5
Total general		202

Como se mencionaba Fabaceae fue la familia más representativa tanto en abundancia de individuos como de especies, pues del total de individuos evaluados el 75% pertenecen a dicha familia notándose su clara

dominancia. Esto puede deberse al rol como fijadoras del nitrógeno atmosférico, lo cual les da gran ventaja, en todos los bosques tropicales sobre las demás familias.

Figura 9 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las 10 familias más representativas en el Bosque de galería.



5.2.2.1.2.2.1.2.2 Análisis estructural

- Clases diamétricas

Para el cálculo de las clases diamétricas se definieron ocho intervalos con una amplitud de 17,3 cm (véase Tabla 20). Los organismos se encuentran distribuidos a lo largo de todas las clases diamétricas siendo la clase I (10,02 cm – 27,33 cm) la que registra más abundancia de individuos equivalente al 62% del total evaluado. Además, las clases VI y VII registran un único árbol perteneciente a las especies *Lonchocarpus sericeus* y *Mangifera indica*.

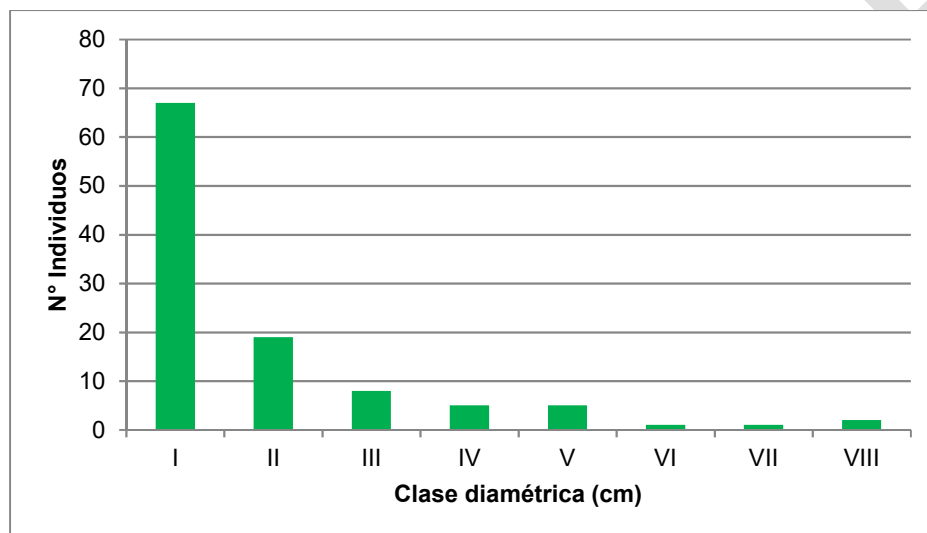
Tabla 20 Clases diamétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (cm)		Clase diamétrica	Nº Individuos	Abundancia (%)
10,027	27,337	I	67	62,04
27,337	44,646	II	19	17,59
44,646	61,956	III	8	7,41
61,956	79,266	IV	5	4,63
79,266	96,576	V	5	4,63
96,576	113,886	VI	1	0,93
113,886	131,195	VII	1	0,93
131,195	148,505	VIII	2	1,85

Amplitud de Intervalo (cm)	Clase diamétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
Total		108	100,00

Se evidencia en la Figura 10 el patrón de jota invertida que se presenta al disminuir la proporción de individuos a medida que aumentan los DAP, típico de coberturas boscosas naturales maduras disetáneas, que se encuentran en constante regeneración pero en las cuales solo algunos llegarán a los diámetros y alturas mayores por las dinámicas de competencia que se dan dentro de la comunidad; lo que es muestra de bosques con un buen grado de conservación.

Figura 10 Distribución de clases diamétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto



- Clases altimétricas

Para las clases altimétricas se definieron ocho intervalos con una amplitud de 2,7 m (ver

Tabla 21), tomando como base 1 m de altura y como tope el individuo más grande dentro del muestreo (22 m), siendo *Senegalia riparia* el individuo más alto. El 77% de los individuos muestreados de la cobertura boscosa se encuentran dentro de las clases II a V, que corresponden a las especies en etapas del desarrollo más temprana y algunas genéticamente determinadas a ocupar los estratos más bajos dentro de la estructura del bosque: aquellos tolerantes a la sombra, mayores temperaturas y humedad relativa. Por su parte las categorías con menor cantidad de individuos corresponden a las clases de la VI a la VIII con tan solo el 7,4% de representatividad que corresponden a los arboles emergentes del dosel.

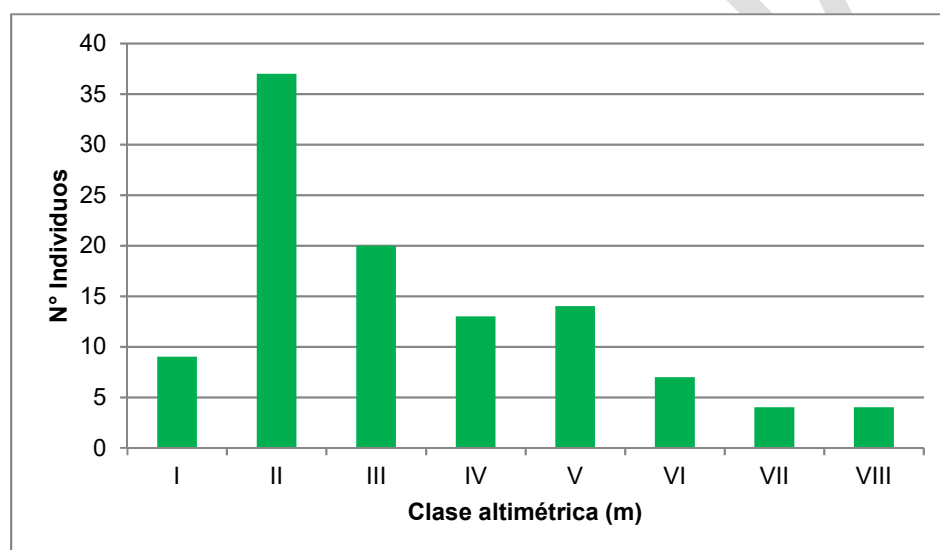
Tabla 21 Clases altimétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (m)	Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia (%)	
1,000	3,709	I	9	8,33
3,709	6,419	II	37	34,26
6,419	9,128	III	20	18,52
9,128	11,837	IV	13	12,04

Amplitud de Intervalo (m)		Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
11,837	14,547	V	14	12,96
14,547	17,256	VI	7	6,48
17,256	19,965	VII	4	3,70
19,965	22,675	VIII	4	3,70
Total			108	100,00

En la Figura 11 se evidencia la acumulación de especies en las clases mencionadas, adicionalmente se evidencia que la altura promedio del dosel de la comunidad evaluada corresponde a aproximadamente a 10 m y se registran arboles emergentes en las categorías VI a VIII con alturas de 14 a 22 m. Dentro de estos árboles emergentes se registran especies como *Senegalia riparia*, *Albizia guachapele*, *Guazuma ulmifolia* y *Machaerium capote* entre otras.

Figura 11 Distribución de clases altimétricas del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto



- Índice de valor de importancia (IVI%)
 - Frecuencia

Para el parámetro de frecuencia se registraron cinco especies predominantes; *Zygia longifolia*, *Machaerium capote*, *Albizia guachapele*, *Guazuma ulmifolia* y *Astronium graveolens* estando en todas las parcelas evaluadas con un valor de frecuencia de 8,82% cada una. En la Tabla 22 se observan los valores de frecuencia relativa por especie.

- Abundancia

La especie más abundante para esta cobertura fue *Zygia longifolia* registrando 44 individuos seguida por *Machaerium capote* y *Astronium graveolens* con 14 y ocho individuos respectivamente, en la Tabla 22 se muestran los valores de abundancia relativa para cada una de las especies identificadas.

○ *Dominancia*

Respecto al parámetro de la dominancia reflejado por el área basal *Zygia longifolia* con valores de 3,23 m² es la más dominante seguida por *Mangifera indica* y *Ficus* sp. 2 con 1,78 y 1,63 m² de área basal; de estas especies *M. indica* es la que presenta más comúnmente grandes diámetros y por ende mayor área basal, sin embargo son individuos poco abundantes, en el caso de *Z. longifolia* dada su abundancia respecto a las otras especies dominantes logra tener el mayor valor total de área basal, igualmente su crecimiento es típicamente bifurcado y con diámetros grandes. En la Tabla 22 se muestran los valores de dominancia relativa para cada especie.

○ *IVI (%)*

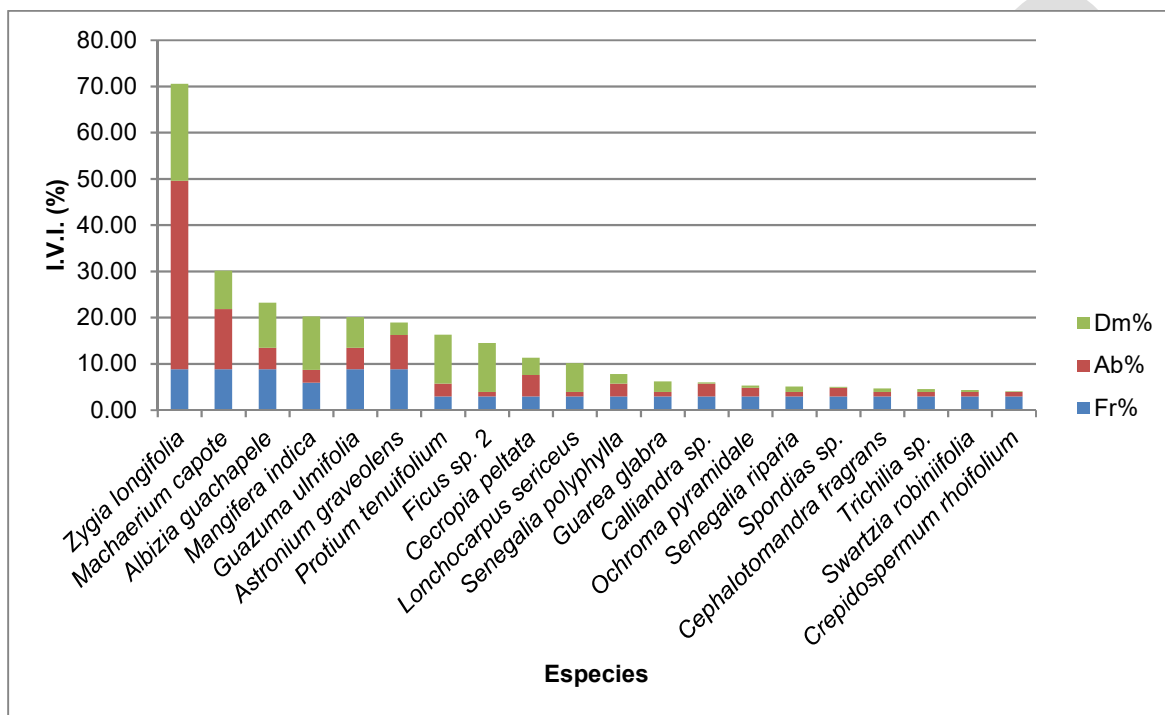
Para la cobertura de Bosque de galería muestreada se encontró que *Zygia longifolia* es la especie con mayor índice de importancia dentro del bosque, esto debido principalmente que fue la especie con mayor cálculo de la abundancia y dominancia (basado en la suma de las áreas basales de los individuos pertenecientes al taxón) obteniendo un IVI de 70,55%. En segundo lugar se encuentra *Machaerium capote*, con un 30,12%, y en tercer lugar *Albizia guachapele* con un 23,23% (véase Tabla 22 y Figura 12)

Tabla 22 Índice de Valor de Importancia del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Zygia longifolia</i>	8,82	40,74	20,99	70,55
<i>Machaerium capote</i>	8,82	12,96	8,33	30,12
<i>Albizia guachapele</i>	8,82	4,63	9,77	23,23
<i>Mangifera indica</i>	5,88	2,78	11,59	20,25
<i>Guazuma ulmifolia</i>	8,82	4,63	6,66	20,11
<i>Astronium graveolens</i>	8,82	7,41	2,66	18,89
<i>Protium tenuifolium</i>	2,94	2,78	10,56	16,27
<i>Ficus</i> sp. 2	2,94	0,93	10,59	14,46
<i>Cecropia peltata</i>	2,94	4,63	3,75	11,32
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	2,94	0,93	6,29	10,15
<i>Senegalia polyphylla</i>	2,94	2,78	2,06	7,78
<i>Guarea glabra</i>	2,94	0,93	2,28	6,14
<i>Calliandra</i> sp.	2,94	2,78	0,28	6,00
<i>Ochroma pyramidale</i>	2,94	1,85	0,46	5,25
<i>Senegalia riparia</i>	2,94	0,93	1,21	5,08
<i>Spondias</i> sp.	2,94	1,85	0,20	4,99
<i>Cephalotomandra fragrans</i>	2,94	0,93	0,76	4,62
<i>Trichilia</i> sp.	2,94	0,93	0,62	4,49
<i>Swartzia robinifolia</i>	2,94	0,93	0,44	4,30
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	2,94	0,93	0,18	4,05
<i>Maprounea guianensis</i>	2,94	0,93	0,17	4,03
<i>Melicoccus bijugatus</i>	2,94	0,93	0,10	3,96

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Inga sp.</i>	2,94	0,93	0,08	3,95
Total	100	100	100	300

Figura 12 Valor de I.V.I para las especies registradas en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.2.3 Posición sociológica (PS%)

Como se mencionó anteriormente la posición sociológica se calcula con el fin de determinar el lugar en la estructura y composición de una comunidad boscosa de determinada especie, dependiendo de su presencia en las categorías de tamaño establecidas (Finol, 1971). Las categorías de tamaño establecidas para la posición sociológica del bosque ripario se relacionan en la Tabla 23.

Para la comunidad vegetal evaluada la especie con mayor posición sociológica fue *Zygia longifolia* con 41,73% seguida por *Machaerium capote* y *Astronium graveolens* con 13,93% y 8,33% respectivamente. Estos resultados son concordantes con los anteriores índices analizados, es decir *Z. longifolia* fue la especie más abundante y dominante, y por consiguiente más importante y para la posición sociológica reitera que es ecológicamente importante. En la Tabla 24 se relacionan los valores de cada parámetro tenido en cuenta para el cálculo de la posición sociológica.

Tabla 23 Categorías de tamaño determinadas para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Amplitud del intervalo Altura (m)		Categoría de tamaño	N° Individuos	%
1	6,6	I	51	47,22
6,6	8,8	II	11	10,19
>	8,8	III	46	42,59
TOTAL			108	100,00

Tabla 24 Posición sociológica (Ps%) del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Especie	Abundancia absoluta por Estrato			Abundancia ab. por Valor Fitosociológico			Ps relt	Ps %
	I	II	III	I	II	III		
<i>Zygia longifolia</i>	13	2	29	61,4	2,04	123,52	186,94	41,73
<i>Machaerium capote</i>	6	0	8	28,3	0,00	34,07	62,41	13,93
<i>Astronium graveolens</i>	7	0	1	33,1	0,00	4,26	37,31	8,33
<i>Albizia guachapele</i>	3	1	1	14,2	1,02	4,26	19,44	4,34
<i>Cecropia peltata</i>	3	1	1	14,2	1,02	4,26	19,44	4,34
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3	1	1	14,2	1,02	4,26	19,44	4,34
<i>Senegalia polyphylla</i>	3	0	0	14,2	0,00	0,00	14,17	3,16
<i>Protium tenuifolium</i>	2	0	1	9,4	0,00	4,26	13,70	3,06
<i>Calliandra sp.</i>	0	0	3	0,0	0,00	12,78	12,78	2,85
<i>Mangifera indica</i>	2	1	0	9,4	1,02	0,00	10,46	2,34
<i>Spondias sp.</i>	2	0	0	9,4	0,00	0,00	9,44	2,11
<i>Cephalotomandra fragrans</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Ficus sp. 2</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Guarea glabra</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Inga sp.</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Senegalia riparia</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Trichilia sp.</i>	1	0	0	4,7	0,00	0,00	4,72	1,05
<i>Maprounea guianensis</i>	0	0	1	0,0	0,00	4,26	4,26	0,95
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	2	0	0,0	2,04	0,00	2,04	0,45
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	0	1	0	0,0	1,02	0,00	1,02	0,23
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	1	0	0,0	1,02	0,00	1,02	0,23
<i>Swartzia robinifolia</i>	0	1	0	0,0	1,02	0,00	1,02	0,23
Totales	51	11	46	240,8	11,2	195,9	448,0	100,0
Valor fitosociologico numerico - estrato	4,72	1,02	4,26					

En la Figura 13 se muestra la tendencia de la posición sociológica de las 20 especies que obtuvieron los mayores valores.

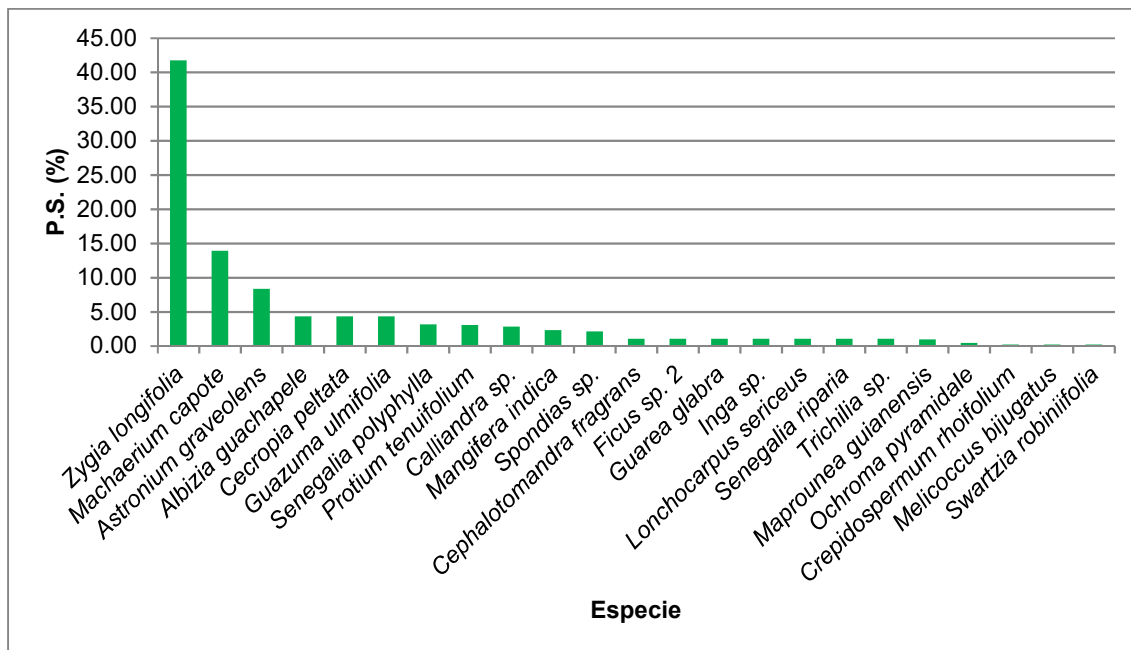


Figura 13 Posición sociológica del Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

5.2.2.1.2.2.1.2.4 Regeneración natural (RN%)

De las especies registradas en la composición florística, solamente 10 registraron información de regeneración natural en las parcelas levantadas, como observación general se debe mencionar que el sustrato del Bosque de galería evaluado era bastante rocoso por lo que la regeneración natural se limitaba a algunas especies que se adaptan a dicha condición.

Para el parámetro de regeneración natural se obtuvieron los resultados relacionados en la Tabla 25, la especie con mayor valor fue *Zygia longifolia* con 43,39% seguida por *Machaerium capote* y *Swartzia robiniifolia* con 25,49% y 7,57%, respectivamente. El resultado obtenido para este parámetro muestra concordancia con los obtenidos para los índices de valor de importancia y posición sociológica, con la diferencia que aparece una nueva especie en las primeras posiciones (*Swartzia robiniifolia*), desplazando a *Astronium graveolens*.

S. robiniifolia muestra una amplia reproducción y niveles de germinación, esta especie se caracteriza por ser arbusto o arbolito, el cual se adapta muy bien a condiciones de sombra, por tal razón es una especie que se destaca en los estratos inferiores del Bosque de galería, pero que no se ve representada en el dosel o en arboles emergentes debiéndose entonces a caracteres genéticos de la especie.

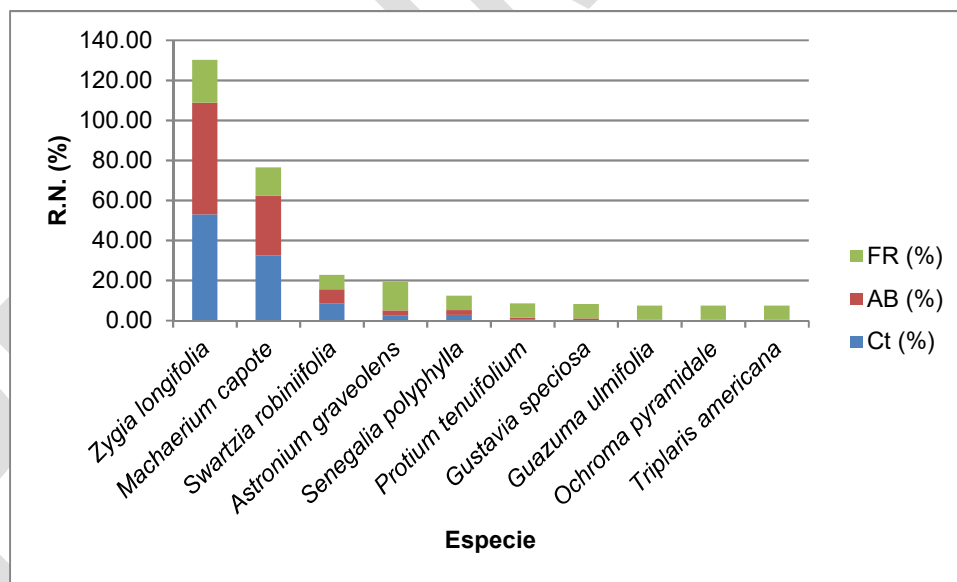
Tabla 25 Regeneración natural (Rn%) para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Zygia longifolia</i>	158	52	0	1374,75	53,02	55,70	21,43	43,39
<i>Machaerium capote</i>	102	10	0	841,86	32,47	29,71	14,29	25,49
<i>Swartzia robiniifolia</i>	27	0	0	217,72	8,40	7,16	7,14	7,57
<i>Astronium graveolens</i>	8	1	0	66,45	2,56	2,39	14,29	6,41

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Senegalia polyphylla</i>	9	0	0	72,57	2,80	2,39	7,14	4,11
<i>Protium tenuifolium</i>	0	4	0	7,75	0,30	1,06	7,14	2,83
<i>Gustavia speciosa</i>	0	3	0	5,81	0,22	0,80	7,14	2,72
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0	1	0	1,94	0,07	0,27	7,14	2,49
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	1	0	1,94	0,07	0,27	7,14	2,49
<i>Triplaris americana</i>	0	1	0	1,94	0,07	0,27	7,14	2,49
Totales	304	73	0	2592,71	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor fitosociológico %	80,64	19,36	0,00					
Valor fitosociológico simplificado	8,1	1,9	0,0					

La Figura 14 muestra el comportamiento de regeneración de las especies registradas en el Bosque de galería; se evidencia que hay una gran diferencia en el valor total de la regeneración de las dos primeras especies con el resto de las evaluadas, adicional a esto se observa que las últimas cuatro especies de la figura solo se registraron en la regeneración de la comunidad establecidas solamente en una categoría de tamaño y por consiguiente con un valor de abundancia muy bajo. Especies como *A. graveolens* demuestran que sus estrategias de reproducción y germinación son suficientes para lograr establecerse en la comunidad vegetal y de llegar a ser una de las más abundantes en el dosel del bosque, mientras que *Z. lonifolia* utiliza un mecanismo de mayor reproducción con el fin de asegurar individuos en el dosel del bosque.

Figura 14 Diagnóstico de la regeneración natural para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.2.5 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA%)

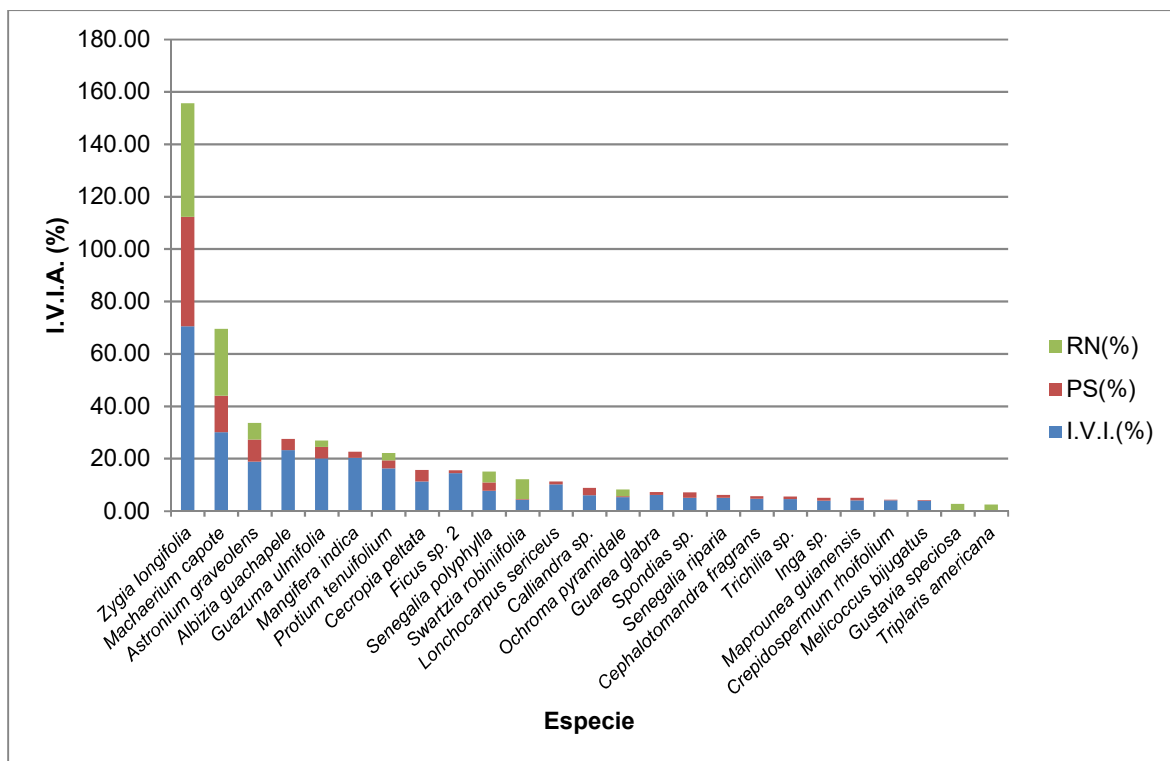
En cuanto al Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA), se encuentra para esta cobertura un patrón de comportamiento similar al identificado en la evaluación de los índices anteriores, donde las especies *Zygia longifolia*, *Machaerium capote* y *Astronium graveolens* son las que poseen los mayores valores, debido a que son las que igualmente presentan mayores valores de posición sociológica, regeneración natural e IVI, y por lo tanto ante un régimen de disturbio son las especies que resultarían más exitosas en el sostenimiento de sus poblaciones (Ver Tabla 26).

Tabla 26 Índice de valor de importancia ampliado en Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Zygia longifolia</i>	70,55	41,73	43,39	155,67
<i>Machaerium capote</i>	30,12	13,93	25,49	69,54
<i>Astronium graveolens</i>	18,89	8,33	6,41	33,63
<i>Albizia guachapele</i>	23,23	4,34	0,00	27,57
<i>Guazuma ulmifolia</i>	20,11	4,34	2,49	26,95
<i>Mangifera indica</i>	20,25	2,34	0,00	22,58
<i>Protium tenuifolium</i>	16,27	3,06	2,83	22,17
<i>Cecropia peltata</i>	11,32	4,34	0,00	15,66
<i>Ficus sp. 2</i>	14,46	1,05	0,00	15,51
<i>Senegalia polyphylla</i>	7,78	3,16	4,11	15,05
<i>Swartzia robinifolia</i>	4,30	0,23	7,57	12,10
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	10,15	1,05	0,00	11,21
<i>Calliandra sp.</i>	6,00	2,85	0,00	8,85
<i>Ochroma pyramidale</i>	5,25	0,45	2,49	8,20
<i>Guarea glabra</i>	6,14	1,05	0,00	7,20
<i>Spondias sp.</i>	4,99	2,11	0,00	7,10
<i>Senegalia riparia</i>	5,08	1,05	0,00	6,13
<i>Cephalotomandra fragrans</i>	4,62	1,05	0,00	5,68
<i>Trichilia sp.</i>	4,49	1,05	0,00	5,55
<i>Inga sp.</i>	3,95	1,05	0,00	5,00
<i>Maprounea guianensis</i>	4,03	0,95	0,00	4,99
<i>Crepidospemum rhoifolium</i>	4,05	0,23	0,00	4,27
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3,96	0,23	0,00	4,19
<i>Gustavia speciosa</i>	0,00	0,00	2,72	2,72
<i>Triplaris americana</i>	0,00	0,00	2,49	2,49
Total general	300,00	100,00	100,00	500,00

En la Figura 15 se muestra la proporción de los parámetros tenidos en cuenta en el cálculo del IVIA, allí se observa que *Z. longifolia* sobresale muy por encima de las demás especies mostrando además proporcionalidad en los índices evaluados y garantizando su éxito y posicionamiento en la comunidad, indicando además su permanencia ante un disturbio.

Figura 15 I.V.I.A para el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.2.6 Índices de diversidad

Como se mencionó anteriormente los índices de diversidad alfa calculados para la comunidad vegetal fueron: índice de equidad de Shannon - Wiener, dominancia de Simpson, riqueza específica de Margalef y los índices de Equitatividad y Dominancia calculados mediante el software PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) descritos a continuación.

El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar de la muestra (Moreno C. E., 2001). El valor obtenido para la comunidad evaluada fue de 2,052 (ver Tabla 27) teniendo en cuenta que el valor máximo calculado con el logaritmo natural de la cantidad de especies registradas es 3,21, se puede inferir que es una comunidad que presenta equidad en tanto el valor está más cercano al máximo por encima del valor medio y por consiguiente indica un buen nivel de diversidad.

El índice de Simpson expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; para este caso el valor obtenido fue de 0,75 (ver Tabla 27) tendiendo en cierta medida a 1 lo que indica que hay dominancia de una especie sobre la comunidad evaluada. Este valor obedece principalmente a la cantidad de individuos registrados de especies como *Zygia longifolia* y *Machaerium capote*, que dominan por su abundancia la comunidad evaluada. *Z. longifolia* sobre sale del resto de las especies al ser típica de bosques de galería.

El índice de diversidad de Margalef indica la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, como se mencionó anteriormente. Para este caso el valor obtenido fue de 4,52 (ver Tabla 27), con un valor máximo ($Dmg=(S-1)/Ln S$, donde S corresponde al número de especies) de 7,45. La relación del valor obtenido con su máximo indica que la comunidad evaluada tiene un nivel medio de diversidad teniendo en cuenta la relación de especies con el total de individuos registrados; a pesar de que la comunidad registra una dominancia de *Z. longifolia* las especies restantes tienen valores de abundancia más proporcionados

permitiendo así que se tenga un valor de diversidad por encima del valor medio respecto al máximo calculado para este índice.

La equitatividad expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en una determinada comunidad. Cuando todas las especies de una muestra son igualmente abundantes, se puede pensar intuitivamente que los índices de equitatividad tienen valores máximos, y decrecen cuando las abundancias relativas de las especies varían; así, si hay una especie dominante el valor de este disminuye (Mijail, 2004); mide la uniformidad en la que los individuos se dividen en los taxones presentes. En este caso, el valor de Equitatividad encontrado fue 0,63 (ver Tabla 27), este valor tiende más 1 que a 0, sin embargo no presenta una tendencia marcada a la equidad.

Finalmente el índice de Dominancia (1- Valor índice de Simpson) que toma valores entre 0 (todas las especies están igualmente presentes) y 1 (una especie domina completamente a la comunidad) obtuvo un valor de 0,25 (ver Tabla 17); este valor tiende a 0 lo que indica que no hay una dominancia de una especie determinada y que por el contrario las especies están representadas por abundancia de individuos de manera equitativa en cierto grado.

Tabla 27 Índices evaluados para el análisis de diversidad en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Índice	Valor
# Especies	25
# Individuos	202
Shannon	2,052
Simpson	0,75
Margalef	4,521
Equitatividad	0,6375
Dominancia	0,25

5.2.2.1.2.2.1.2.7 Herbáceas

Con respecto a las especies de hábito herbáceo, se registraron un total de cuatro especies, para las sub parcelas de las tres unidades de muestreo establecidas, distribuidas en cuatro géneros y cuatro familias como se observa en la Tabla 28. La especies más abundantes fueron *Carludovica palmata* y *Sida abutilifolia*; sin embargo no hay una diferencia significativa en la abundancia de especies de hábito herbáceo que se encontraron.

Adicionalmente la composición de especies de hábito herbáceo no fue muy diversa teniendo en cuenta las condiciones físicas del bosque de galería (terreno bastante pedregoso) y la presión antrópica que se evidencio en estos bosques (contaminación por mala disposición de basuras) que dificultaban su establecimiento.

Tabla 28 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración en el Bosque de galería en el área de intervención del Proyecto

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra sp.</i>	5	25

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
Total ACANTHACEAE		5	-
CYCLANTHACEAE	<i>Carludovica palmata</i>	6	25
Total CYCLANTHACEAE		6	-
MALVACEAE	<i>Sida abutilifolia</i>	6	25
Total MALVACEAE		6	-
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	3	25
Total VERBENACEAE		3	-
Total general		20	100

5.2.2.1.2.2.1.3 Plantación forestal (cerca viva)

5.2.2.1.2.2.1.3.1 Composición florística

Para la cobertura de Plantación forestal, representadas por las cercas vivas se realizaron cuatro parcelas de 1000 m² cada una, registrando en total 196 individuos en las categorías de fustal, latizal y brinzal; representados en 18 familias, 25 géneros y 27 especies. En la Tabla 29 se relacionan las especies registradas para cada familia identificada y el total de individuos muestreados. En esta cobertura se realizaron para la caracterización florística 4 parcelas de 1000 m² cada una.

Tabla 29 Composición florística de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto.

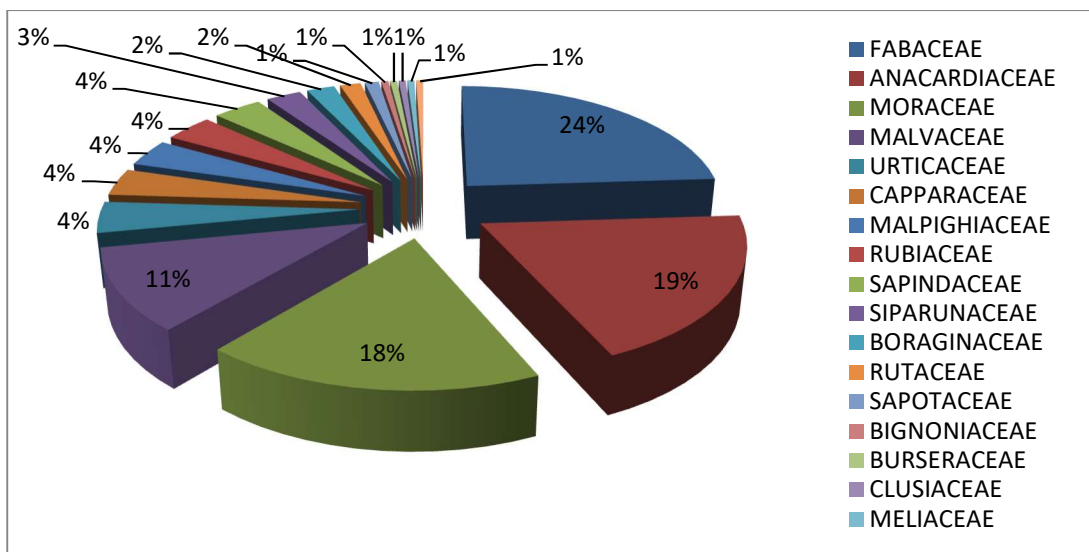
Familia	Especie	N° de individuos
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	15
	<i>Mangifera indica</i>	23
Total ANACARDIACEAE		38
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i>	1
Total BIGNONIACEAE		1
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	4
Total BORAGINACEAE		4
BURSERACEAE	<i>Bursera sp.</i>	1
Total BURSERACEAE		1
CAPPARACEAE	<i>Capparis sp.2</i>	7
Total CAPPARACEAE		7
CLUSIACEAE	<i>Clusia sp.1</i>	1
Total CLUSIACEAE		1
FABACEAE	<i>Albizia cf. carbonaria</i>	2
	<i>Albizia guachapele</i>	15
	<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	1
	<i>Enterolobium sp.</i>	1
	<i>Machaerium capote</i>	28
Total FABACEAE		47
MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia sp.</i>	7

Familia	Especie	N° de individuos
Total MALPIGHIACEAE		7
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	17
	<i>Ochroma pyramidale</i>	3
	<i>Pseudobombax septenatum</i>	1
Total MALVACEAE		21
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i>	1
Total MELIACEAE		1
MORACEAE	<i>Ficus benjamina</i>	35
Total MORACEAE		35
POLYGONACEAE	<i>Triplaris americana</i>	1
Total POLYGONACEAE		1
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i>	7
Total RUBIACEAE		7
RUTACEAE	<i>Amyris pinnata</i>	2
	<i>Citrus reticulata</i>	1
Total RUTACEAE		3
SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	7
Total SAPINDACEAE		7
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum cainito</i>	1
	<i>Pouteria cf. torta</i>	1
Total SAPOTACEAE		2
SIPARUNACEAE	<i>Siparuna guianensis</i>	5
Total SIPARUNACEAE		5
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	8
Total URTICACEAE		8
Total general		196

La familia que registró mayor abundancia de individuos fue Fabaceae con 47, pertenecientes a cinco especies; le siguen la familia Anacardiaceae y Moraceae con 38 (dos especies) y 35 (una especie) individuos respectivamente. Malvaceae por su parte registra 21 individuos distribuidos en tres especies siendo la segunda especie con mayor cantidad de especies. La dominancia de Fabaceae se debe principalmente a su capacidad fijadora de nitrógeno destacándose como una de las familias más importantes del Neotropico (ver Figura 16).

Por otro lado es importante resaltar que para una Plantación forestal equivalente en este caso a una cerca viva, no se espera se registren un gran número de especies, sin embargo los parches de cerca viva en los cuales se realizó el muestreo hacían parte de una transición de la vegetación secundaria hacia los linderos establecidos para la delimitación de predios en la cual fueron introducidos elementos arbóreos que son ampliamente utilizados como cerca viva. Adicionalmente no se evidenció un tratamiento silvicultural en el cual se tuviera por objetivo eliminar individuos que ya estuvieran establecidos y pudieran formar parte de dicha cerca. Por esta razón la composición florística en esta cobertura registro especies de Vegetación secundaria, pero al mismo tiempo no presento la estructura y composición típica de una cobertura boscosa natural.

Figura 16 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias registradas en la Plantación forestal (cerca viva).



5.2.2.1.2.2.1.3.2 Análisis estructural

- Clases diamétricas

El análisis de las clases diamétricas para la Plantación forestal representada por las cercas vivas arroja en total ocho clases con un valor de amplitud de 16,6 cm siendo 10,5 cm el DAP menor y 140,37 cm el DAP mayor. La clase con mayor cantidad de individuos fue la I (10,5 cm – 27,12 cm) con 45 representando el 39% del total registrados, seguida por la II y III con 25 y 23 individuos respectivamente (ver Figura 24). Se observa una acumulación de individuos en las clases iniciales con menores DAP y una disminución hacia las clases finales, adicionalmente la clase VII no registro ningún individuo; esta tendencia indica que a pesar de identificar un patrón de cerca viva en la comunidad evaluada hay presencia de individuos de bosque natural con diferentes edades y estadios de crecimiento.

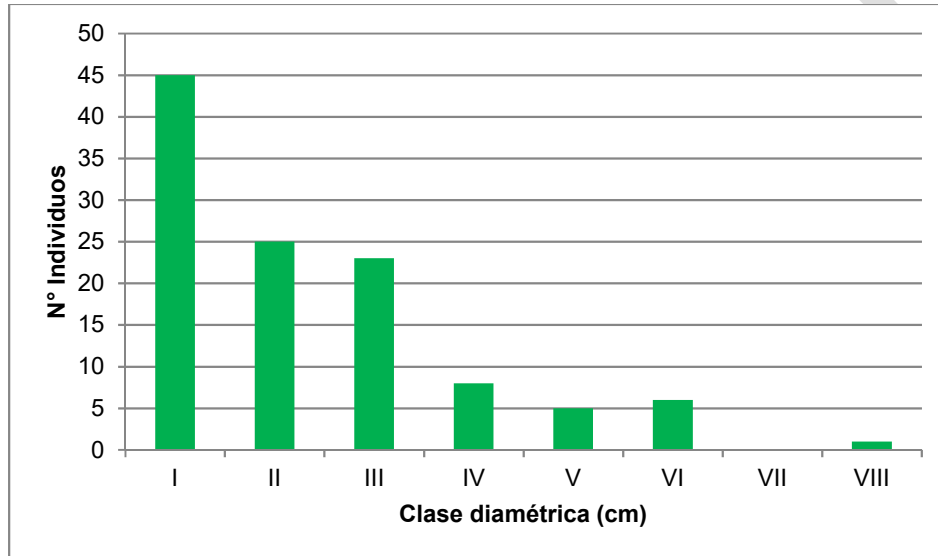
Tabla 30 Clases diamétricas de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (cm)		Clase diamétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
10,504	27,120	I	45	39,82
27,120	43,735	II	25	22,12
43,735	60,351	III	23	20,35
60,351	76,966	IV	8	7,08
76,966	93,582	V	5	4,42
93,582	110,197	VI	6	5,31
110,197	126,813	VII	0	0,00
126,813	143,428	VIII	1	0,88
Total			113	100,00

En la Figura 17 se muestra un comportamiento de J invertida en el cual los individuos por dinámicas de competencia van disminuyendo conforme otros alcanzan diámetros mayores y por ende clases diamétricas superiores. Esta tendencia es típica de una comunidad boscosa natural disetánea.

A pesar de que el análisis que se realiza es de una Plantación forestal correspondiente a una cerca viva según la Leyenda Corine Land Cover, en la cual se espera que todos los individuos tengan diámetros y alturas similares al ser de origen antrópico, se registran especies en otros estadios de crecimiento debido principalmente a que dichas cercas colindan con comunidades boscosas de origen natural que se restauran pasivamente mediante técnicas de competencia con otras plantas establecidas, adicionalmente el tratamiento silvicultural o limpia en dichas cercas no va dirigido a la erradicación de especies que no fueron previamente seleccionadas como parte de las cercas vivas, permitiendo así el crecimiento de vegetación natural que en su mayoría correspondía a Vegetación secundaria o en transición.

Figura 17 Distribución de clases diamétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



- Clases altimétricas

Para las clases altimétricas se obtuvieron igualmente ocho rangos con un valor de amplitud de 2, 6 m siendo 23 m la mayor altura registrada y 2 m la menor. La distribución de individuos está distribuida de manera más equitativa en todas las clases (ver Tabla 31) a excepción de las clases VII y VIII que corresponden a registros de individuos emergentes pertenecientes a *Albizia guachapele* y *Bursera* sp. Sin embargo las clases III y IV registraron la mayor cantidad de individuos con 25 cada una, se evidencia que la altura promedio de la cerca viva está entre los 7 m y los 15 m aproximadamente.

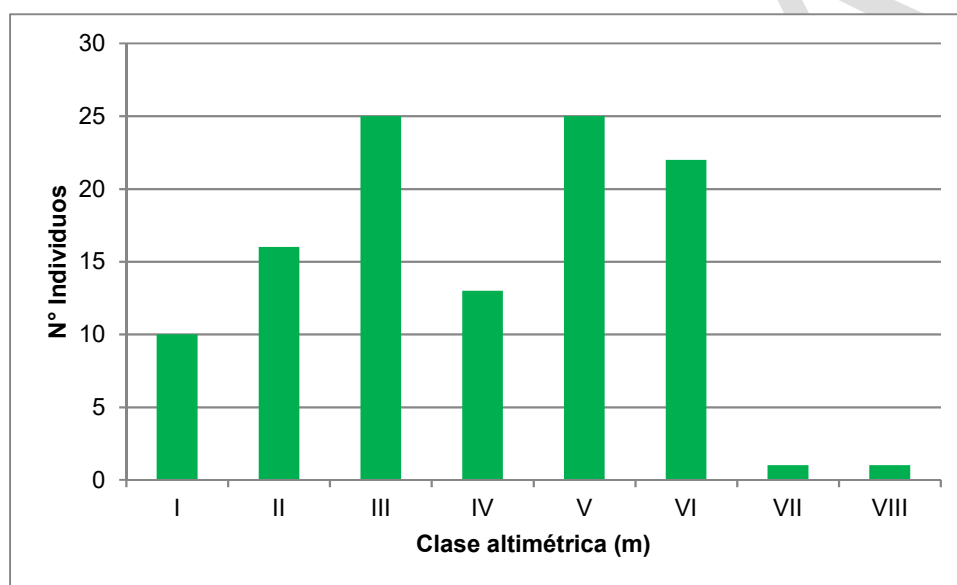
Tabla 31 Clases altimétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (m)		Clase altimétrica	Nº Individuos	Abundancia
2,000	4,687	I	10	8,85
4,687	7,373	II	16	14,16
7,373	10,060	III	25	22,12
10,060	12,747	IV	13	11,50
12,747	15,434	V	25	22,12
15,434	18,120	VI	22	19,47
18,120	20,807	VII	1	0,88
20,807	23,494	VIII	1	0,88

Amplitud de Intervalo (m)	Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia
Total		113	100,00

La Figura 18 muestra que la mayor cantidad de individuos están comprendidos entre la clase II y VI registrando el 89% del total de individuos; en la clase IV se observa una disminución del número de individuos que puede indicar que se halla presentado algún tipo de perturbación en los individuos de este tamaño mermando número de individuos. En este parámetro se observa que las clases altimétricas superiores poseen gran cantidad de individuos evidenciando el factor antrópico de la cobertura analizada que a diferencia de una comunidad boscosas natural (en la cual pocos individuos alcanzan estas clases) llega a registrar individuos en dichas clases; así mismo se observa la presencia de árboles emergentes de hasta 23 m de altura.

Figura 18 Distribución de clases altimétricas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



- Índice de valor de importancia (IVI%)
 - Frecuencia

La frecuencia representa la cantidad de veces que una especie se registra en las unidades de muestreo establecidas. Para la plantación forestal representada por las cercas vivas la especie más frecuente fue *Guazuma ulmifolia*, con 12,1% registrándose en las cuatro parcelas realizadas; seguida por *Melicoccus bijugatus* y *Cecropia peltata* con 9,09% cada una presentes en tres de las cuatro parcelas (ver Tabla 32).

- Abundancia

Para el parámetro de abundancia la especie que registro la mayor cantidad de individuos fue *Ficus benjamina* con 30,97% equivalente a 35 individuos. Esta especie es comúnmente utilizada como cerca viva por lo cual era de esperar que fuera la especie más abundante. Le siguen *Mangifera indica* y *Albizia guachapele* con 17,6 % y 10,6 %; estas especies también son ampliamente registradas en cercas vivas con especies arbóreas (ver Tabla 32).

○ Dominancia

La especie más dominante es *Mangifera indica* con 34,92% y un valor total de área basal de 7,11 m², seguida por *Ficus benjamina* y *Albizia guachapele* con el 31% (con un valor de área basal total de 6,33 m²) y 14,2% (con valor de área basal total de 2,89 m²) respectivamente. *Mangifera indica* desarrolla normalmente grandes dimensiones de diámetros por lo cual es de esperar que sea la especie más dominante a partir del parámetro de área basal, *Ficus benjamina* también desarrolla genéticamente grandes diámetros, adicional a esto es la especie más abundante (ver Tabla 32).

○ IVI (%)

Finalmente a partir de los parámetros analizados se obtiene el índice de valor de importancia de cada especie registrada para la Plantación forestal representada por las cercas vivas. Para este índice la especie más importante fue *Ficus benjamina* con 68,1% seguida por *Mangifera indica* y *Albizia guachapele* con 58,6% y 30,89 %. Los resultados obtenidos van en concordancia con los obtenidos para la frecuencia, abundancia y dominancia siendo estas tres especies las que sobresalían para cada parámetro (ver Tabla 32).

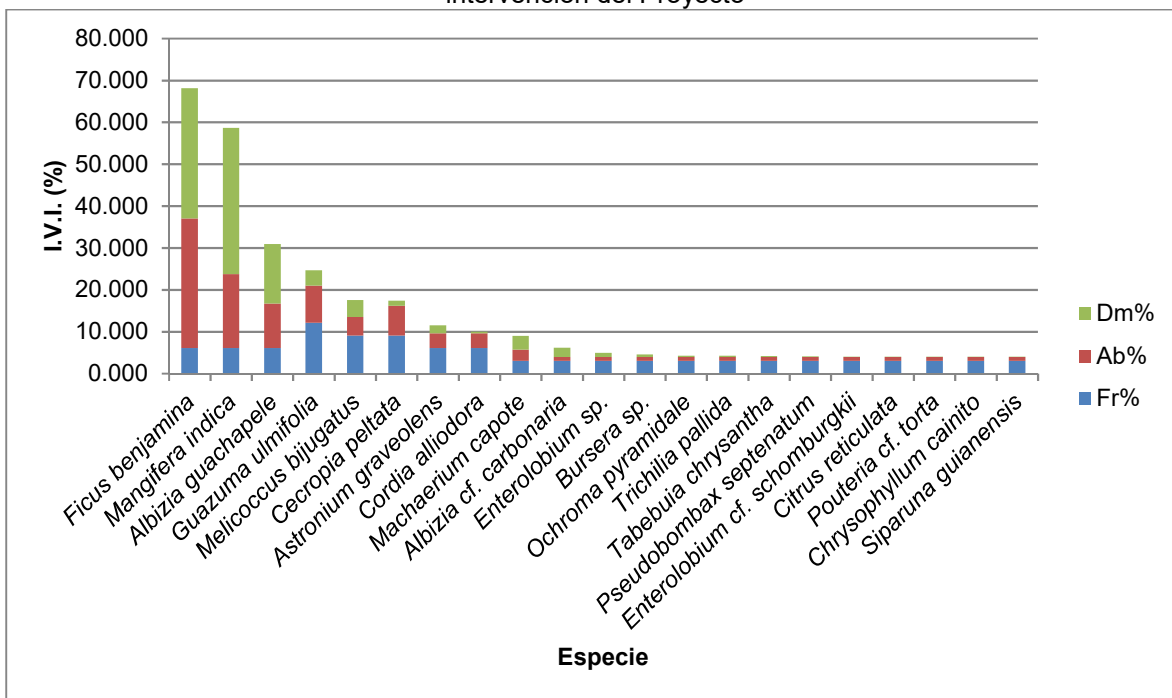
Tabla 32 Índice de Valor de Importancia de la Plantación forestal (ceca viva) en el área de intervención del Proyecto

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Ficus benjamina</i>	6,061	30,973	31,071	68,105
<i>Mangifera indica</i>	6,061	17,699	34,923	58,682
<i>Albizia guachapele</i>	6,061	10,619	14,214	30,894
<i>Guazuma ulmifolia</i>	12,121	8,850	3,678	24,649
<i>Melicoccus bijugatus</i>	9,091	4,425	4,023	17,538
<i>Cecropia peltata</i>	9,091	7,080	1,241	17,412
<i>Astronium graveolens</i>	6,061	3,540	1,915	11,515
<i>Cordia alliodora</i>	6,061	3,540	0,402	10,002
<i>Machaerium capote</i>	3,030	2,655	3,282	8,968
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	3,030	0,885	2,231	6,146
<i>Enterolobium sp.</i>	3,030	0,885	1,000	4,915
<i>Bursera sp.</i>	3,030	0,885	0,650	4,565
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,030	0,885	0,316	4,232
<i>Trichilia pallida</i>	3,030	0,885	0,302	4,218
<i>Tabebuia chrysantha</i>	3,030	0,885	0,244	4,159
<i>Pseudobombax septenatum</i>	3,030	0,885	0,150	4,065
<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	3,030	0,885	0,136	4,051
<i>Citrus reticulata</i>	3,030	0,885	0,072	3,987
<i>Pouteria cf. torta</i>	3,030	0,885	0,059	3,975
<i>Chrysophyllum cainito</i>	3,030	0,885	0,045	3,960
<i>Siparuna guianensis</i>	3,030	0,885	0,045	3,960
Total	100	100	100	300

La Figura 19 muestra la proporción de los parámetros analizados para obtener el índice de valor de importancia para las especies registradas en la cobertura, las tres especies más importantes evidencian una

proporcionalidad en cada parámetro analizado lo que finalmente las posiciona como las ecológicamente más importantes de la comunidad.

Figura 19 Valor de I.V.I para las especies registradas en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.3.3 Posición sociológica (PS%)

La PS es una expresión de la expansión vertical de las especies. Es un índice que informa sobre la composición florística de los distintos substratos de la vegetación, y del papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). Para esta cobertura se usaron los intervalos relacionados en la Tabla 33.

En la plantación forestal aquellas especies que presentan mejores características son *Ficus benjamina* con un 27,58%, registrándose en los tres estratos disminuyendo su abundancia gradualmente conforme aumenta el estrato, lo que podría dar cuenta de una constante regeneración de la especie (ver Figura 20). La especie que le sigue es *Mangifera indica* con un 22,86% que registra individuos en la primer y tercer categoría (ver Tabla 34). El resto de especies encontradas mostraron valores de posición sociológica menores.

Tabla 33 Categorías de tamaño determinadas para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

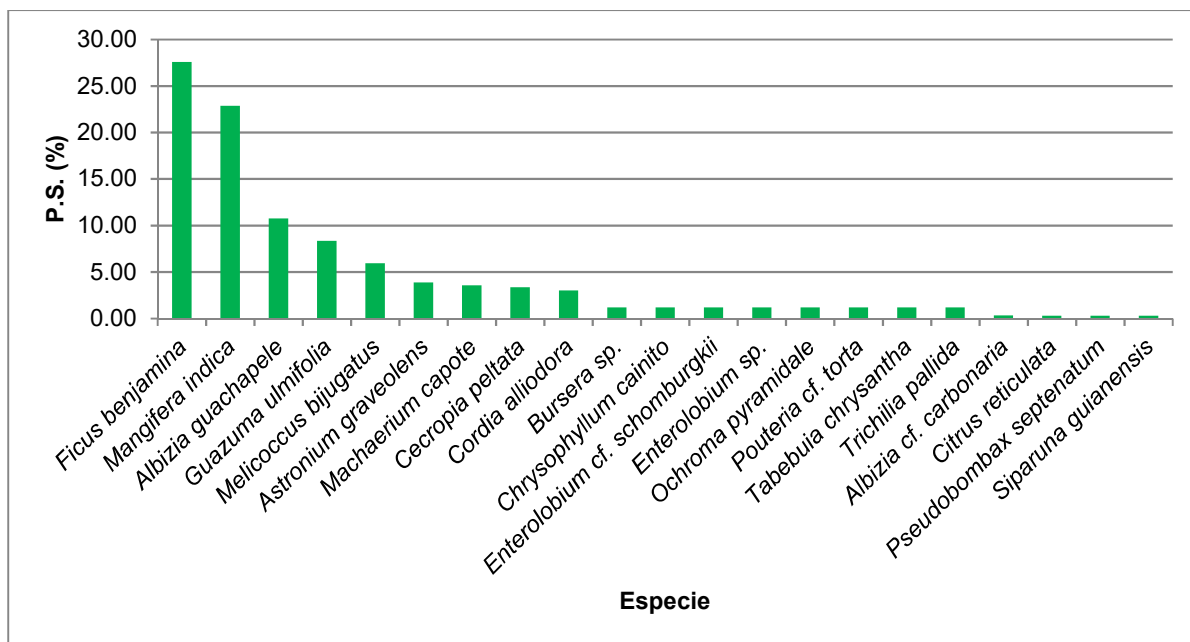
Amplitud del intervalo Altura (m)	Categoría de tamaño	N° Individuos	%
--------------------------------------	------------------------	------------------	---

Amplitud del intervalo Altura (m)		Categoría de tamaño	N° Individuos	%
2	6,9	I	19	16,81
6,9	9,2	II	20	17,70
>	9,2	III	74	65,49
TOTAL			113	100,00

Tabla 34 Posición sociológica (Ps%) en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Especie	Abundancia absoluta por Estrato			Abundancia ab. por Valor Fitosociológico			Ps relt	Ps %
	I	II	III	I	II	III		
<i>Ficus benjamina</i>	19	10	6	124,4	17,70	10,09	152,21	27,58
<i>Mangifera indica</i>	19	1	0	124,4	1,77	0,00	126,19	22,86
<i>Albizia guachapele</i>	8	3	1	52,4	5,31	1,68	59,38	10,76
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6	1	3	39,3	1,77	5,04	46,11	8,35
<i>Melicoccus bijugatus</i>	5	0	0	32,7	0,00	0,00	32,74	5,93
<i>Astronium graveolens</i>	3	0	1	19,6	0,00	1,68	21,33	3,86
<i>Machaerium capote</i>	3	0	0	19,6	0,00	0,00	19,65	3,56
<i>Cecropia peltata</i>	1	3	4	6,5	5,31	6,73	18,58	3,37
<i>Cordia alliodora</i>	2	1	1	13,1	1,77	1,68	16,55	3,00
<i>Bursera sp.</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Chrysophyllum cainito</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Enterolobium sp.</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Ochroma pyramidale</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Pouteria cf. torta</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Tabebuia chrysantha</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Trichilia pallida</i>	1	0	0	6,5	0,00	0,00	6,55	1,19
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	0	1	0	0,0	1,77	0,00	1,77	0,32
<i>Citrus reticulata</i>	0	0	1	0,0	0,00	1,68	1,68	0,30
<i>Pseudobombax septenatum</i>	0	0	1	0,0	0,00	1,68	1,68	0,30
<i>Siparuna guianensis</i>	0	0	1	0,0	0,00	1,68	1,68	0,30
Totales	74	20	19	485	35,4	31,9	551,9	100
Valor fitosociológico numérico - estrato	6,55	1,77	1,68					

Figura 20 Posición sociológica de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.3.4 Regeneración natural (RN%)

De las especies registradas en la composición florística, solamente 15 registraron información de regeneración natural en las parcelas levantadas. Para el parámetro de regeneración natural se obtuvieron los resultados relacionados en la Tabla 35, la especie con mayor valor fue *Machaerium capote* con 45,09% seguida por *Coffea arabica* y *Malpighia sp.* con 8,52% cada una. El resultado obtenido para este parámetro indica que respecto a la capacidad de regeneración natural otras especies son las que destacan a diferencia del IVI y la PS. Esto puede deberse principalmente a que el origen de la cobertura es antrópico por lo que las especies establecidas en la estructura principal de la vegetación debieron ser sembradas en su mayoría, pero que debido a su cercanía con coberturas naturales como la Vegetación secundaria y al poco manejo silvicultural se empezó a dar un proceso de restauración con especies distintas a las ya establecidas.

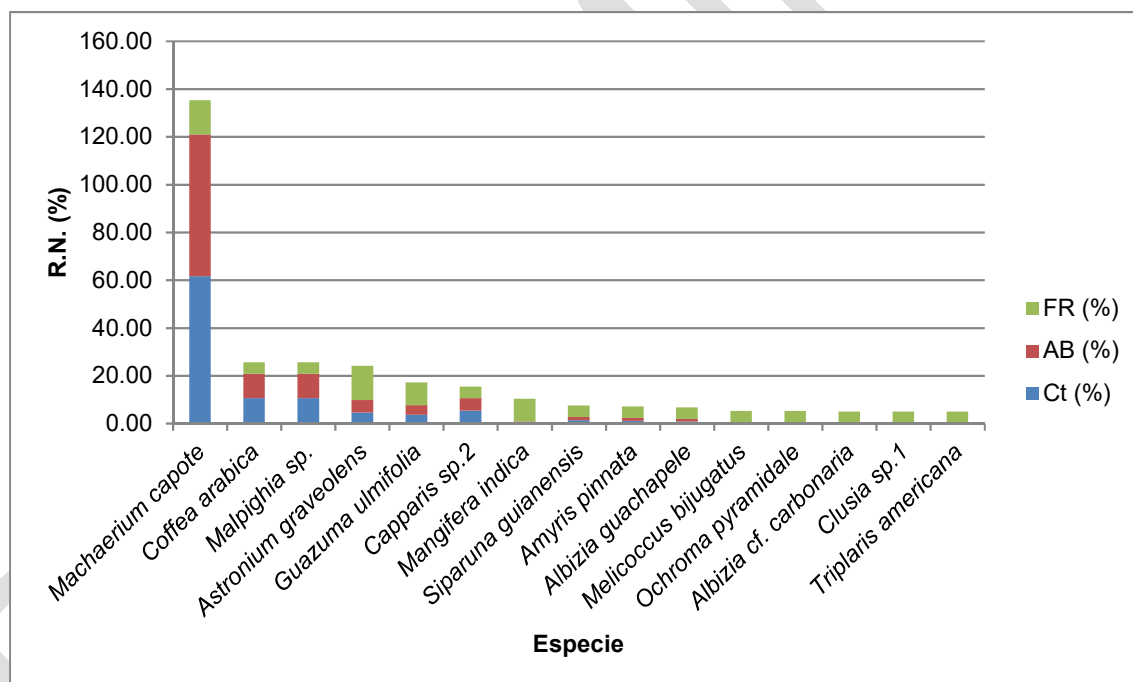
Tabla 35 Regeneración natural (Rn%) para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Machaerium capote</i>	285	0	0	2743,13	61,59	59,38	14,29	45,09
<i>Coffea arabica</i>	49	0	0	471,63	10,59	10,21	4,76	8,52
<i>Malpighia sp.</i>	49	0	0	471,63	10,59	10,21	4,76	8,52
<i>Astronium graveolens</i>	21	4	0	203,63	4,57	5,21	14,29	8,02
<i>Guazuma ulmifolia</i>	17	2	0	164,38	3,69	3,96	9,52	5,72
<i>Capparis sp.2</i>	25	0	0	240,63	5,40	5,21	4,76	5,12
<i>Mangifera indica</i>	1	2	0	10,38	0,23	0,63	9,52	3,46
<i>Siparuna guianensis</i>	6	1	0	58,13	1,31	1,46	4,76	2,51
<i>Amyris pinnata</i>	5	1	0	48,50	1,09	1,25	4,76	2,37

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Albizia guachapele</i>	4	1	0	38,88	0,87	1,04	4,76	2,23
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	2	0	0,75	0,02	0,42	4,76	1,73
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	2	0	0,75	0,02	0,42	4,76	1,73
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	0	1	0	0,38	0,01	0,21	4,76	1,66
<i>Clusia sp.1</i>	0	1	0	0,38	0,01	0,21	4,76	1,66
<i>Triplaris americana</i>	0	1	0	0,38	0,01	0,21	4,76	1,66
Totales	462	18	0	4453,50	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor fitosociológico %	96,25	3,75	0,00					
Valor fitosociológico simplificado	9,6	0,4	0,0					

En la Figura 21 se puede apreciar la proporción de importancia de cada parámetro que tiene en cuenta la regeneración natural.

Figura 21 Diagnóstico de la regeneración natural para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.3.5 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA%)

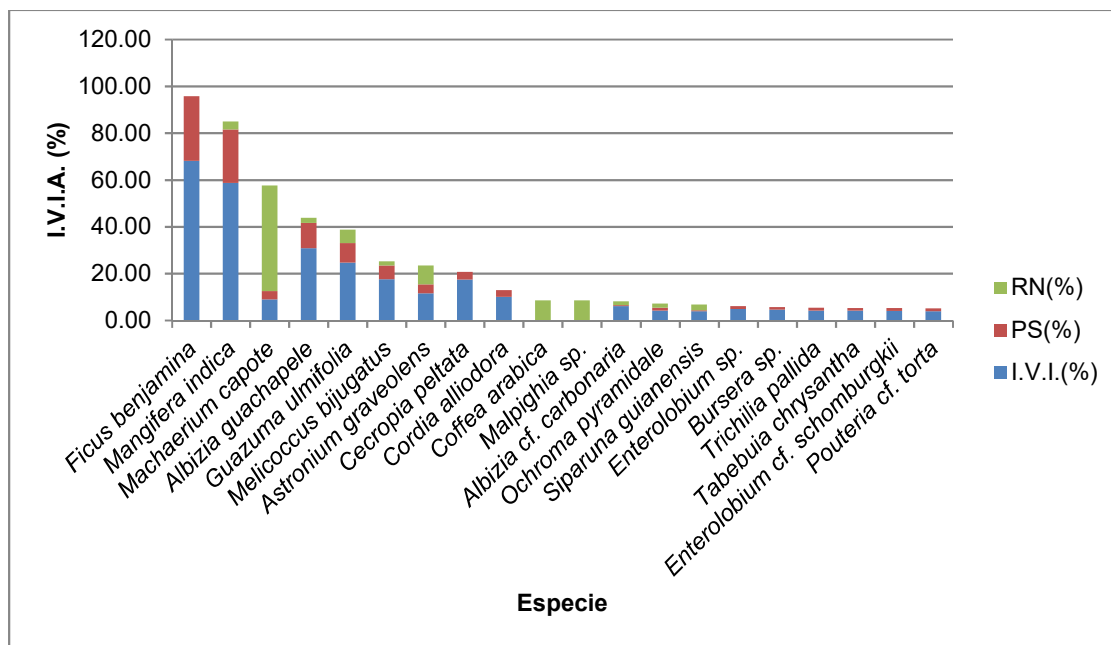
El índice de valor de importancia ampliado tiene en cuenta el índice de valor de importancia, la posición sociológica y la regeneración natural para determinar la especie ecológicamente y fitosociológicamente más importante. A partir de esto *Ficus benjamina* fue la especie que registró el mejor resultado con 95,68% (ver Tabla 36 a pesar de no registrar regeneración natural, si fue la que obtuvo el mayor valor de IVI y de PS. Esto se debe a que es una especie que si bien se encuentra en comunidades vegetales naturales, es ampliamente utilizada para realizar cercas vivas por su facilidad de propagación asexual, su variación altitudinal y su tolerancia a la luz.

Tabla 36 Índice de valor de importancia ampliado para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Ficus benjamina</i>	68,10	27,58	0,00	95,68
<i>Mangifera indica</i>	58,68	22,86	3,46	85,01
<i>Machaerium capote</i>	8,97	3,56	45,09	57,61
<i>Albizia guachapele</i>	30,89	10,76	2,23	43,88
<i>Guazuma ulmifolia</i>	24,65	8,35	5,72	38,73
<i>Melicoccus bijugatus</i>	17,54	5,93	1,73	25,20
<i>Astronium graveolens</i>	11,52	3,86	8,02	23,40
<i>Cecropia peltata</i>	17,41	3,37	0,00	20,78
<i>Cordia alliodora</i>	10,00	3,00	0,00	13,00
<i>Coffea arabica</i>	0,00	0,00	8,52	8,52
<i>Malpighia sp.</i>	0,00	0,00	8,52	8,52
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	6,15	0,32	1,66	8,13
<i>Ochroma pyramidale</i>	4,23	1,19	1,73	7,15
<i>Siparuna guianensis</i>	3,96	0,30	2,51	6,77
<i>Enterolobium sp.</i>	4,92	1,19	0,00	6,10
<i>Bursera sp.</i>	4,57	1,19	0,00	5,75
<i>Trichilia pallida</i>	4,22	1,19	0,00	5,40
<i>Tabebuia chrysantha</i>	4,16	1,19	0,00	5,35
<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	4,05	1,19	0,00	5,24
<i>Pouteria cf. torta</i>	3,97	1,19	0,00	5,16
<i>Chrysophyllum cainito</i>	3,96	1,19	0,00	5,15
<i>Capparis sp.2</i>	0,00	0,00	5,12	5,12
<i>Pseudobombax septenatum</i>	4,07	0,30	0,00	4,37
<i>Citrus reticulata</i>	3,99	0,30	0,00	4,29
<i>Amyris pinnata</i>	0,00	0,00	2,37	2,37
<i>Clusia sp.1</i>	0,00	0,00	1,66	1,66
<i>Triplaris americana</i>	0,00	0,00	1,66	1,66
Total	300	100	100	500

En la Figura 22 se muestra la proporción de cada parámetro contemplado para el cálculo del IVIA para las especies registradas en esta cobertura.

Figura 22 I.V.I.A para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.3.6 Índices de diversidad

Los índices de diversidad alfa calculados para la comunidad vegetal fueron: índice de equidad de Shannon - Wiener, dominancia de Simpson, riqueza específica de Margalef y los índices de Equitatividad y Dominancia calculados mediante el software PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) descritos a continuación.

El índice de Shannon expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar de la muestra (Moreno C. E., 2001). El valor obtenido para la comunidad evaluada fue de 2,676 (ver Tabla 37) teniendo en cuenta que el valor máximo calculado con el logaritmo natural de la cantidad de especies registradas es 3,29, se puede inferir que es una comunidad que presenta equidad pues está por encima del valor medio lo que indica un buen nivel de diversidad.

El índice de Simpson expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; para este caso el valor obtenido fue de 0,90 (ver Tabla 37); el valor obtenido tiende a 1 lo que indica que hay dominancia de una especie sobre la comunidad evaluada. En este caso puntual dicha dominancia corresponde principalmente a la abundancia registrada por *Ficus benjamina* con 35 individuos; sin embargo especies como *Machaerium capote* y *Mangifera indica* registraron valores por encima de 20 individuos lo que indica que no hay una dominancia absoluta de *F. benjamina* permitiendo que en la comunidad existan otras especies codominantes y por ende aumente la diversidad.

El índice de diversidad de Margalef indica la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, como se mencionó anteriormente. Para este caso el valor obtenido fue de 4,926 (ver Tabla 37), con un valor máximo ($Dmg=(S-1)/\ln S$, donde S corresponde al número de especies) de 7,88. El valor obtenido está por encima del valor medio (del máximo calculado) lo que indica un buen nivel de diversidad concordante con los resultados hasta ahora descritos.

La equitatividad expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en una determinada comunidad. Cuando todas las especies de una muestra son igualmente abundantes, se puede pensar intuitivamente que los índices de equitatividad tienen valores máximos, y decrecen cuando las

abundancias relativas de las especies varían; así, si hay una especie dominante el valor de este disminuye (Mijail, 2004); mide la uniformidad en la que los individuos se dividen en los taxones presentes. En este caso, el valor de Equitatividad encontrado fue 0,81 (ver Tabla 37), este valor tiende a 1 indicando que a pesar de registrarse dominancia de ciertas especies las demás están equitativamente representadas en la comunidad.

Finalmente el índice de Dominancia (1- Valor índice de Simpson) que toma valores entre 0 (todas las especies están igualmente presentes) y 1 (una especie domina completamente a la comunidad) obtuvo un valor de 0,90 (ver Tabla 37); este valor tiende a 1 lo que indica que hay una tendencia marcada hacia la dominancia de una especie determinada (*F. benjamina*); sin embargo las demás especies registradas tienen una representatividad similar entre ellas lo que permite que haya mayor diversidad. Por otro lado la clara dominancia de *F. benjamina* ratifica que la comunidad evaluada es de tipo antrópico ya que sin registrar regeneración esta especie está ampliamente representada en la estructura definitiva.

Tabla 37 Índices evaluados para el análisis de diversidad en la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Índice	Valor
# Especies	27
# Individuos	196
Shannon	2,676
Simpson	0,9061
Margalef	4,926
Equitatividad	0,8119
Dominancia	0,09387

5.2.2.1.2.2.1.3.7 Herbáceas

Respecto a las especies de hábito herbáceo para la Plantación forestal (cerca viva) se tuvieron 17 registros de individuos pertenecientes a siete familias, ocho géneros y nueve especies. Las familias que registraron mayor cantidad de especies fueron Piperaceae y Poaceae con dos especies cada una. En la Tabla 38 se relaciona la frecuencia de cada especie para las parcelas evaluadas.

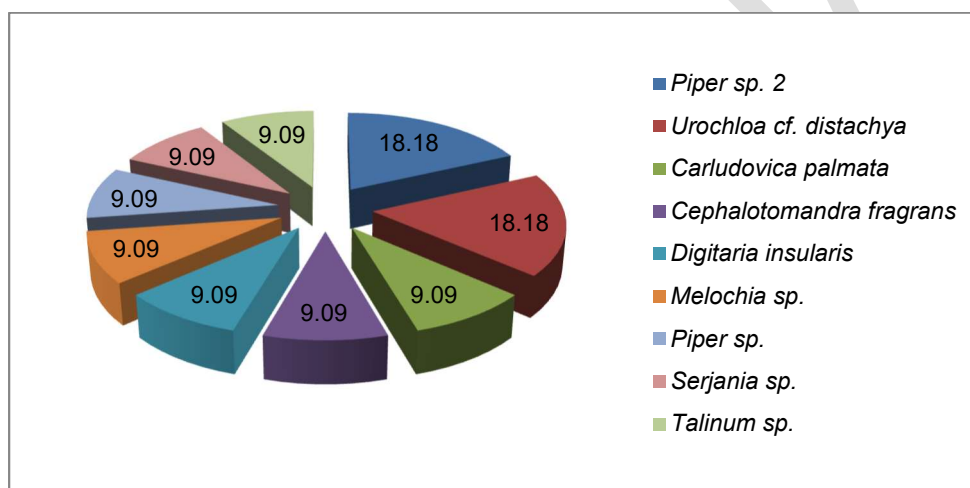
Tabla 38 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
CYCLANTHACEAE	<i>Carludovica palmata</i>	1	9,09
Total CYCLANTHACEAE		1	-
MALVACEAE	<i>Melochia sp.</i>	4	9,09
Total MALVACEAE		4	-
NYCTAGINACEAE	<i>Cephalotomandra fragrans</i>	2	9,09
Total NYCTAGINACEAE		2	-
PIPERACEAE	<i>Piper sp.</i>	1	9,09
	<i>Piper sp. 2</i>	4	18,18
Total PIPERACEAE		5	-
POACEAE	<i>Digitaria insularis</i>	1	9,09
	<i>Urochloa cf. distachya</i>	2	18,18

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
Total POACEAE		3	-
SAPINDACEAE	<i>Serjania sp.</i>	1	9,09
Total SAPINDACEAE		1	-
TALINACEAE	<i>Talinum sp.</i>	1	9,09
Total TALINACEAE		1	-
Total general		17	100

En la Figura 23 se relaciona el porcentaje de frecuencia obtenido para las hierbas en la Plantación forestal (cerca viva), evidenciando que la especie más frecuentes fueron *Piper sp. 2* y *Urochloa cf. distachya* con un 18,18% cada una, estando presentes en dos de las tres parcelas realizadas. Las demás especies registraron un porcentaje de 9,09% cada una, lo que indica una frecuencia de una sola parcela.

Figura 23 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración de la Plantación forestal (cerca viva) en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.4 Vegetación secundaria o en transición

5.2.2.1.2.2.1.4.1 Composición florística

En la Vegetación secundaria o en transición se realizaron seis parcelas de 1000 m² cada una. Para esta cobertura se identificaron dentro del área de intervención 23 familias, 40 géneros y 42 especies para un total de 364 individuos, la familia con mayor cantidad de especies es Fabaceae con nueve, seguida por Malvaceae con tres. En la Tabla 39 se muestran las especies e individuos registrados por familia.

Tabla 39 Composición florística de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto.

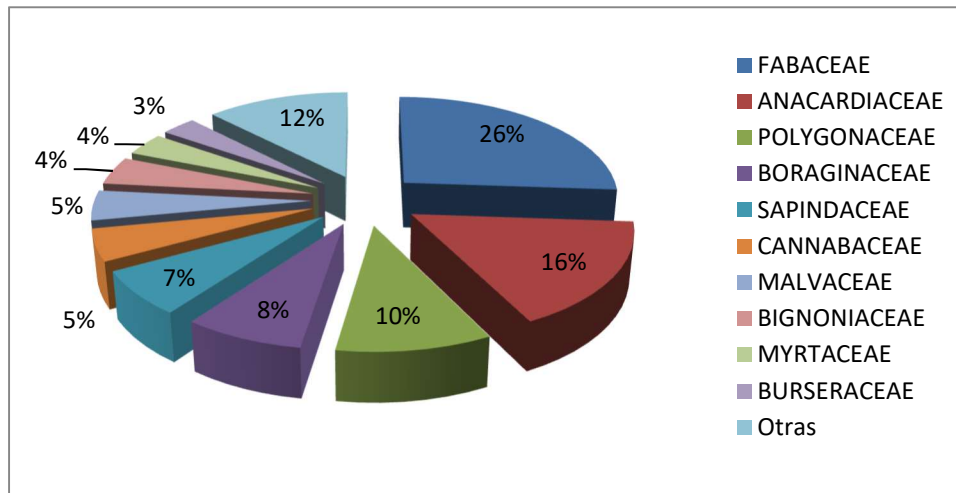
Familia	Especie	N° de individuos
ACHATOCARPACEAE	<i>Achatocarpus nigricans</i>	1
Total ACHATOCARPACEAE		1
ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	59
	<i>Mangifera indica</i>	1

Familia	Especie	N° de individuos
Total ANACARDIACEAE		60
APOCYNACEAE	<i>Stemmadenia cf. grandiflora</i>	3
Total APOCYNACEAE		3
BIGNONIACEAE	<i>Adenocalymma cf. dugandii</i>	4
	<i>Tabebuia chrysantha</i>	12
Total BIGNONIACEAE		16
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	28
Total BORAGINACEAE		28
BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	8
	<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	3
Total BURSERACEAE		11
CANNABACEAE	<i>Celtis iguanaea</i>	4
	<i>Trema micrantha</i>	14
Total CANNABACEAE		18
CAPPARACEAE	<i>Cynophalla flexuosa</i>	1
Total CAPPARACEAE		1
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum cf. hondense</i>	5
Total ERYTHROXYLACEAE		5
FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	19
	<i>Apuleia leiocarpa</i>	1
	<i>Bauhinia sp.</i>	15
	<i>Brownea sp.</i>	4
	<i>Dalbergia monetaria</i>	1
	<i>Erythrina sp.</i>	1
	<i>Machaerium capote</i>	42
	<i>Machaerium cf. goudoti</i>	6
<i>Senegalia huilana</i>	6	
Total FABACEAE		95
MALVACEAE	<i>Abutilon cf. ibarrense</i>	10
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	5
	<i>Ochroma pyramidale</i>	2
Total MALVACEAE		17
MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i>	3
Total MELIACEAE		3
MORACEAE	<i>Ficus cf. dendrocida</i>	2
Total MORACEAE		2
MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	9
Total MUNTINGIACEAE		9
MYRTACEAE	<i>Eugenia cf. florida</i>	6
	<i>Eugenia sp.</i>	7

Familia	Especie	N° de individuos
Total MYRTACEAE		13
NYCTAGINACEAE	<i>Neea sp.2</i>	1
Total NYCTAGINACEAE		1
PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus sp.</i>	1
Total PHYLLANTHACEAE		1
POLYGONACEAE	<i>Coccoloba polystachya</i>	7
	<i>Triplaris americana</i>	29
Total POLYGONACEAE		36
RUBIACEAE	<i>Psychotria sp.</i>	1
	<i>Warszewiczia coccinea</i>	1
Total RUBIACEAE		2
SALICACEAE	<i>Casearia corymbosa</i>	3
Total SALICACEAE		3
SAPINDACEAE	<i>Cupania americana</i>	1
	<i>Melicoccus bijugatus</i>	24
Total SAPINDACEAE		25
SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum cainito</i>	8
	<i>Pouteria sp.</i>	2
Total SAPOTACEAE		10
URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	4
Total URTICACEAE		4
Total general		364

En la Figura 24 se muestra el número de individuos registrados por familias dentro de la comunidad evaluada, Fabaceae representa el 26 % de la comunidad con 95 individuos, seguida por Anacardiaceae y Polygonaceae con 60 y 36 individuos respectivamente. De nuevo se evidencia la dominancia y abundancia de las Fabaceas por sobre otras familias, recalcando que es una de las especies más importantes del Neotropico atribuyendo su éxito a su capacidad fijadora de nitrógeno y a su gran adaptabilidad a ambientes adversos.

Figura 24 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias más representativas en la Vegetación secundaria.



5.2.2.1.2.2.1.4.2 Análisis estructural

- Clases diamétricas

Para la Vegetación secundaria o en transición se obtuvieron nueve clases diamétricas para los individuos fustales evaluados, el diámetro máximo registrado fue de 88,8 cm y 10,02 cm el menor con un rango de amplitud de clase de 9,25 cm. La clase con mayor cantidad de individuos fue la I (10,02 a 19,28 cm) con 125 individuos equivalentes al 68,3% del total de individuos, seguida por las clases II y III con 28 y nueve individuos respectivamente. En la Tabla 40 se muestran los rangos obtenidos para cada una de las clases y la cantidad de individuos.

Tabla 40 Clases diamétricas de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

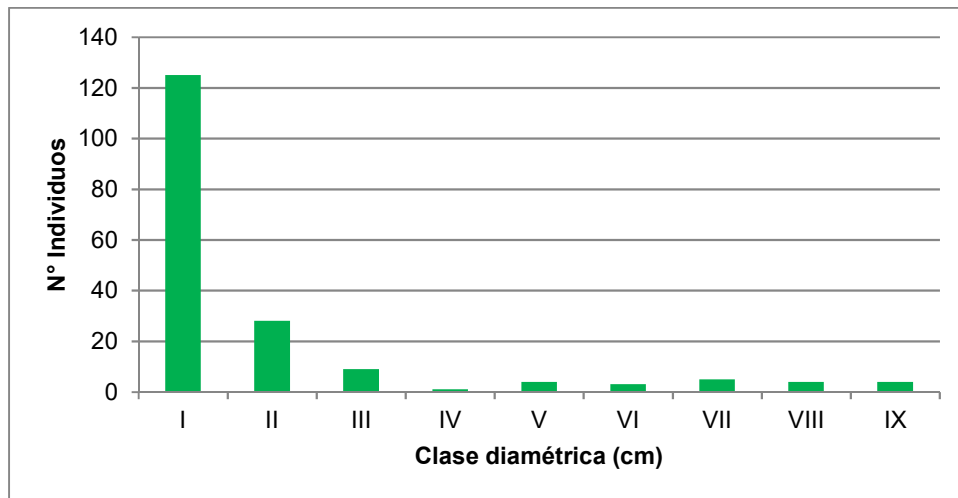
Amplitud de Intervalo (cm)		Clase diamétrica	N° Individuos	Abundancia (%)
10,027	19,283	I	125	68,31
19,283	28,539	II	28	15,30
28,539	37,795	III	9	4,92
37,795	47,051	IV	1	0,55
47,051	56,307	V	4	2,19
56,307	65,563	VI	3	1,64
65,563	74,819	VII	5	2,73
74,819	84,075	VIII	4	2,19
84,075	93,332	IX	4	2,19
Total			183	100

En la

Figura 25 se muestra la distribución de individuos por clase diamétrica con una tendencia marcada de J invertida, registrando la mayoría de individuos en las clases iniciales y muy pocos en las finales; adicionalmente se nota una amplia diferencia entre la primera clase y las que le siguen ya que más de la mitad de los individuos

evaluados se encuentran allí categorizados, esto indica que la Vegetación secundaria evaluada se encuentra en un proceso inicial de sucesión o que por sus condiciones topográficas muy pocos individuos pueden establecerse definitivamente en la estructura de la comunidad.

Figura 25 Distribución de clases diamétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



- Clases altimétricas

En cuanto al comportamiento de alturas para los individuos fustales de la cobertura se obtuvieron igualmente nueve clases altimétricas con un rango de amplitud de 2,58 m registrando como altura mayor 23 m y altura menor 1 m. Las clases con mayor cantidad de individuos fueron la IV (8,75 m a 11,39 m) y III (6,17 m a 8,75 m) con 63 y 27 individuos cada una y un porcentaje de representatividad de 49,18% seguidas por la clase II con 22 individuos y una representatividad de 12,02%.

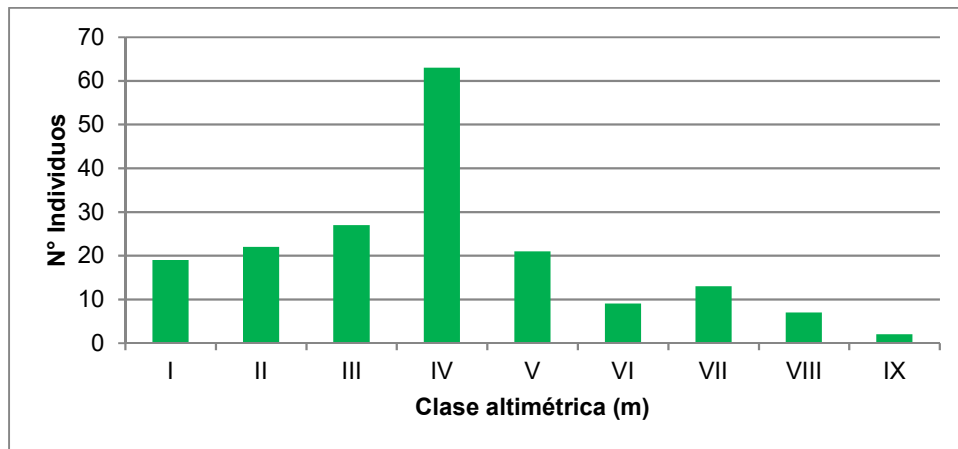
Tabla 41 Clases altimétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Amplitud de Intervalo (m)		Clase altimétrica	N° Individuos	Abundancia
1,000	3,585	I	19	10,38
3,585	6,170	II	22	12,02
6,170	8,754	III	27	14,75
8,754	11,339	IV	63	34,43
11,339	13,924	V	21	11,48
13,924	16,509	VI	9	4,92
16,509	19,094	VII	13	7,10
19,094	21,678	VIII	7	3,83
21,678	24,263	IX	2	1,09
Total			183	100

En la Figura 26 se muestra la distribución de individuos por cada clase altimétrica observando una tendencia de acumulación entre las clases II a V con el 72,68% de representatividad; esto indica que entre los 3 y 14 metros aproximadamente se da un estrato discontinuo en la comunidad, a diferencia de comunidades boscosas estructuralmente más desarrolladas. Para este caso de la Vegetación Secundaria, lo que se observa en un

estado de sucesión transicional entre el inicial y el secundario. Se encuentran algunos árboles emergentes de alturas entre los 19 m y los 23 m, con abundancias mucho menores, allí se encuentran individuos de especies como *Astronium graveolens*, *Bursera simaruba*, *Tabebuia chrysantha* y *Triplaris americana*.

Figura 26. Distribución de clases altimétricas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



- Índice de valor de importancia (IVI%)

- Frecuencia

Las especies más frecuentes entre las seis parcelas levantadas son *Astronium graveolens* y *Machaerium capote* estando en todas las parcelas evaluadas con un valor de frecuencia de 9,84% cada una, seguidas por *Cordia alliodora*, *Triplaris americana* y *Bursera simaruba* cada una presente en cinco parcelas y un valor de 8,2% cada una. En la Tabla 42 se observan los valores de frecuencia relativa por especie.

- Abundancia

La especie más abundante para esta cobertura dentro del área de intervención fue *Astronium graveolens* registrando 44 individuos seguida por *Cordia alliodora*, *Machaerium capote* con 21 y 20 individuos respectivamente, en la Tabla 42 se muestran los valores de abundancia relativa para cada una de las especies identificadas.

- Dominancia

En este parámetro se destaca como especie más dominante *Albizia guachapele* con 2,92 m², seguida por *Astronium graveolens* con 2,62 m² y *Pouteria* sp. con 1,19 m² de área basal; de estas *Albizia guachapele* es la especie que genéticamente presenta grandes diámetros y por ende mayor área basal, por otro lado *A. graveolens* además de presentar diámetros considerables, debe su posición en la dominancia intrínsecamente a su gran abundancia. En la Tabla 42 se muestran los valores de dominancia relativa para cada especie.

- IVI (%)

Para el cálculo del índice de valor de importancia se tuvieron en cuenta los parámetros anteriormente descritos, siendo así la especie más importante para la cobertura fue *Astronium graveolens* con 55,9% seguida por *Albizia guachapele* y *Machaerium capote* con 41,53% y 28,46% respectivamente, el resultado obtenido es concordante con el análisis de los parámetros descritos previamente. En la Tabla 42 se muestran los valores de cada parámetro por especie y el valor total de IVI para cada una.

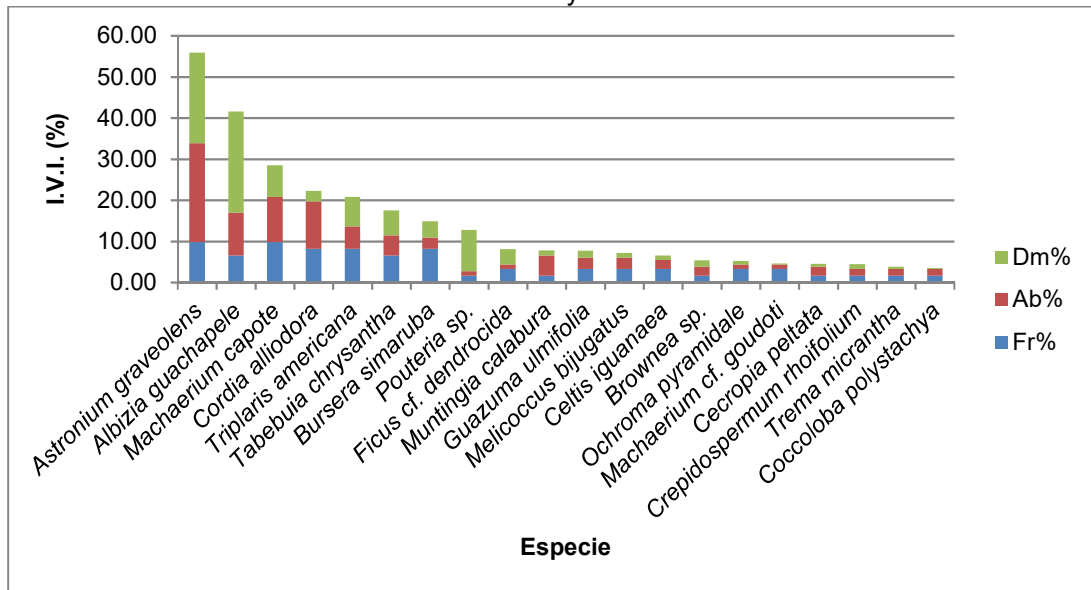
Tabla 42 Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Especie	Fr%	Ab%	Dm%	I.V.I%
<i>Astronium graveolens</i>	9,84	24,04	22,02	55,90
<i>Albizia guachapele</i>	6,56	10,38	24,59	41,53
<i>Machaerium capote</i>	9,84	10,93	7,70	28,46
<i>Cordia alliodora</i>	8,20	11,48	2,61	22,28
<i>Triplaris americana</i>	8,20	5,46	7,09	20,75
<i>Tabebuia chrysantha</i>	6,56	4,92	6,05	17,53
<i>Bursera simaruba</i>	8,20	2,73	3,96	14,88
<i>Pouteria sp.</i>	1,64	1,09	10,07	12,81
<i>Ficus cf. dendrocida</i>	3,28	1,09	3,76	8,14
<i>Muntingia calabura</i>	1,64	4,92	1,25	7,81
<i>Guazuma ulmifolia</i>	3,28	2,73	1,67	7,68
<i>Melicoccus bijugatus</i>	3,28	2,73	1,17	7,18
<i>Celtis iguanaea</i>	3,28	2,19	1,09	6,55
<i>Brownea sp.</i>	1,64	2,19	1,57	5,40
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,28	1,09	0,86	5,23
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	3,28	1,09	0,20	4,57
<i>Cecropia peltata</i>	1,64	2,19	0,72	4,54
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	1,64	1,64	1,13	4,41
<i>Trema micrantha</i>	1,64	1,64	0,51	3,79
<i>Coccoloba polystachya</i>	1,64	1,64	0,25	3,53
<i>Trichilia pallida</i>	1,64	0,55	0,72	2,91
<i>Cupania americana</i>	1,64	0,55	0,44	2,62
<i>Mangifera indica</i>	1,64	0,55	0,24	2,43
<i>Apuleia leiocarpa</i>	1,64	0,55	0,10	2,28
<i>Erythrina sp.</i>	1,64	0,55	0,08	2,27
<i>Dalbergia monetaria</i>	1,64	0,55	0,07	2,26
<i>Cynophalla flexuosa</i>	1,64	0,55	0,06	2,25
Total	100,00	100,00	100,00	300,00

En la Figura 27 se muestra la tendencia de valor de importancia para las 20 especies identificadas más importantes en la comunidad boscosa, se muestra además la proporción de abundancia, dominancia y frecuencia para cada una de estas.

Los resultados son concordantes con los análisis de abundancia, dominancia y frecuencia en los cuales *Astronium graveolens* siempre se destacó; por su parte *Machaerium capote* y *Albizia guachapele* sobresalieron por su dominancia o abundancia. Estas tres especies son de carácter heliófita, con rápidos crecimientos y una gran adaptabilidad a la amplia disponibilidad de luz en sus etapas iniciales y además generadoras de las condiciones de sombrío para las especies de etapas sucesionales más avanzadas.

Figura 27 Valor de I.V.I para las especies registradas en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.4.3 Posición sociológica (PS%)

A partir de la posición sociológica se puede determinar en cierta medida si una especie tendrá su valor asegurado o no en la estructura y composición definitiva de la comunidad vegetal. Para llevar a cabo este análisis se deben determinar las categorías de tamaños o estratos dependiendo de las alturas registradas en los muestreos, para este caso las categorías de tamaño o estratos determinados se relacionan en la Tabla 43.

Respecto a la posición sociológica la especie que obtuvo el mayor porcentaje fue *Astronium graveolens* con 24,45% seguida por *Cordia alliodora* y *Albizia guachapele* con 11,73% y 10,79% respectivamente; este resultado es concordante con lo obtenido en los parámetros estructurales, ya que estas especies se destacan por su dominancia, abundancia, frecuencia y por ende por su valor de importancia. Estas especies están representadas en todos los estratos por lo que lograron asegurar un espacio en la composición y estructura de la comunidad.

En la Tabla 43 se muestran los valores de posición sociológica para cada especie y las abundancias dentro de cada estrato definido.

Tabla 43 Categorías de tamaño determinadas para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

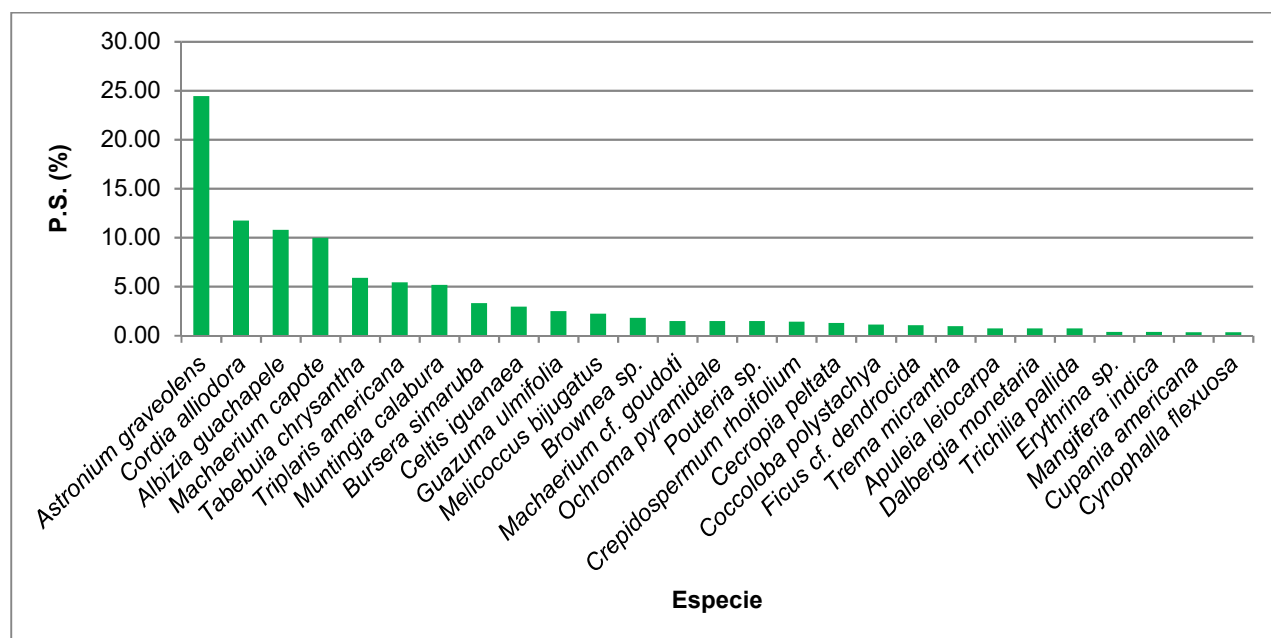
Amplitud del intervalo Altura (m)		Categoría de tamaño	N° Individuos	%
1	6,9	I	19	16,81
6,9	9,2	II	20	17,70
>	9,2	III	74	65,49
TOTAL			113	100,00

Tabla 44 Posición sociológica (Ps%) en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Especie	Estratos			Estratos			Ps relt	Ps %
	I	II	III	I	II	III		
<i>Astronium graveolens</i>	5	16	23	11,2	41,97	118,14	171,31	24,45
<i>Cordia alliodora</i>	8	1	12	17,9	2,62	61,64	82,19	11,73
<i>Albizia guachapele</i>	5	3	11	11,2	7,87	56,50	75,57	10,79
<i>Machaerium capote</i>	7	5	8	15,7	13,11	41,09	69,89	9,98
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	2	7	0,0	5,25	35,96	41,20	5,88
<i>Triplaris americana</i>	2	3	5	4,5	7,87	25,68	38,03	5,43
<i>Muntingia calabura</i>	0	4	5	0,0	10,49	25,68	36,17	5,16
<i>Bursera simaruba</i>	0	1	4	0,0	2,62	20,55	23,17	3,31
<i>Celtis iguanaea</i>	0	0	4	0,0	0,00	20,55	20,55	2,93
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	1	2	4,5	2,62	10,27	17,38	2,48
<i>Melicoccus bijugatus</i>	0	4	1	0,0	10,49	5,14	15,63	2,23
<i>Brownea sp.</i>	1	2	1	2,2	5,25	5,14	12,62	1,80
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	0	0	2	0,0	0,00	10,27	10,27	1,47
<i>Ochroma pyramidale</i>	0	0	2	0,0	0,00	10,27	10,27	1,47
<i>Pouteria sp.</i>	0	0	2	0,0	0,00	10,27	10,27	1,47
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	1	1	1	2,2	2,62	5,14	10,00	1,43
<i>Cecropia peltata</i>	4	0	0	9,0	0,00	0,00	8,96	1,28
<i>Coccoloba polystachya</i>	0	3	0	0,0	7,87	0,00	7,87	1,12
<i>Ficus cf. dendrocida</i>	1	0	1	2,2	0,00	5,14	7,38	1,05
<i>Trema micrantha</i>	3	0	0	6,7	0,00	0,00	6,72	0,96
<i>Apuleia leiocarpa</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,14	5,14	0,73
<i>Dalbergia monetaria</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,14	5,14	0,73
<i>Trichilia pallida</i>	0	0	1	0,0	0,00	5,14	5,14	0,73
<i>Erythrina sp.</i>	0	1	0	0,0	2,62	0,00	2,62	0,37
<i>Mangifera indica</i>	0	1	0	0,0	2,62	0,00	2,62	0,37
<i>Cupania americana</i>	1	0	0	2,2	0,00	0,00	2,24	0,32
<i>Cynophalla flexuosa</i>	1	0	0	2,2	0,00	0,00	2,24	0,32
Totales	41	48	94	91,9	126	482,8415	700,6	100
Valor fitosociológico numérico - estrato	2,24	2,62	5,14					

En la Figura 28 se muestra la tendencia de porcentajes de posición sociológica para las especies registradas; como se mencionaba *Astronium graveolens* es una especie que según los índices y parámetros analizados ha logrado posicionarse con su mecanismo de reproducción, germinación y adaptación.

Figura 28 Posición sociológica de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.4.4 Regeneración natural (RN%)

Respecto a la regeneración natural de las 42 especies registradas solamente 26 registraron individuos en la regeneración para las parcelas evaluadas; *Bauhinia sp.* fue la que obtuvo un mayor valor con 13,15% seguida por *Melicococcus bijugatus* y *Triplaris americana* con 11,35% y 7,92% cada una, en la Tabla 45 se muestran los valores de abundancia, frecuencia y categoría de tamaño así como el valor total de regeneración natural para cada especie evaluada siguiendo lo estipulado por Finol (1971).

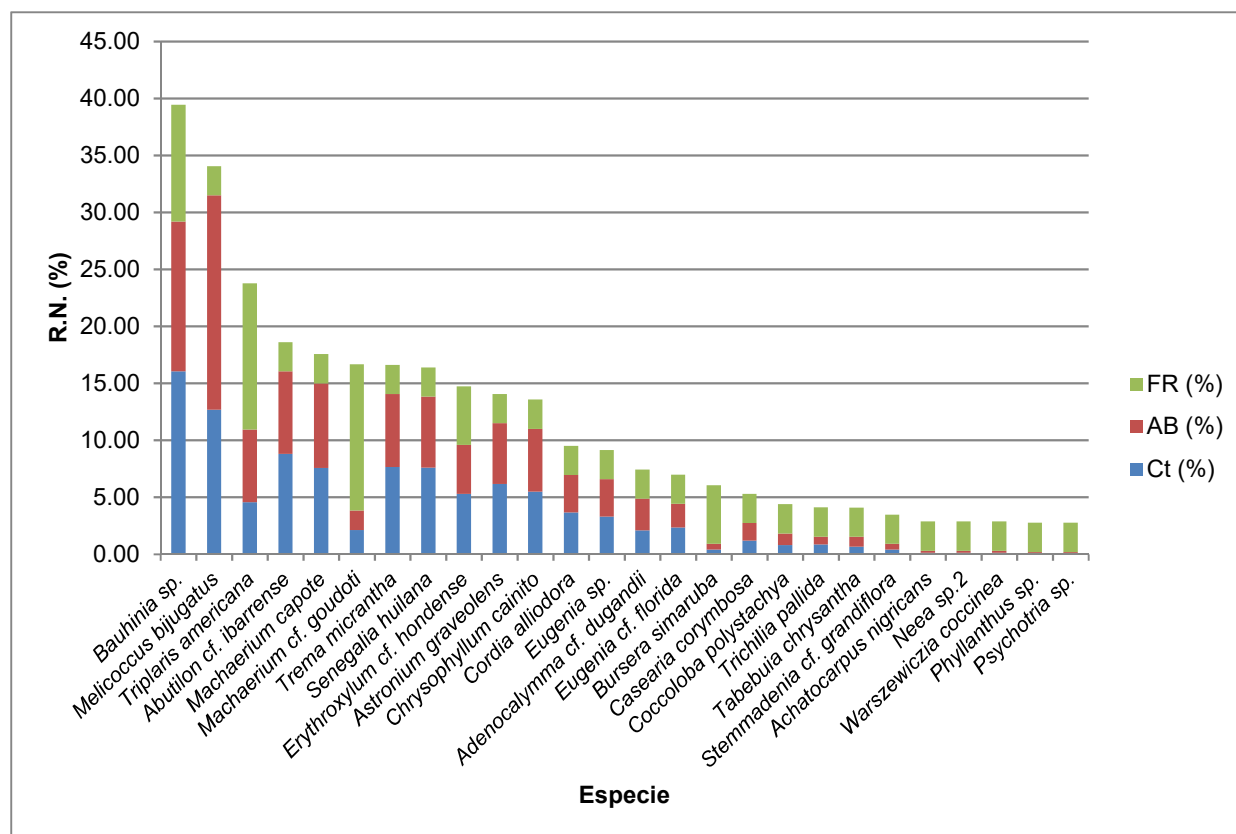
Tabla 45 Regeneración natural (Rn%) para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Bauhinia sp.</i>	76	0	0	446,29	16,06	13,13	10,26	13,15
<i>Melicococcus bijugatus</i>	1	93	15	352,04	12,67	18,83	2,56	11,35
<i>Triplaris americana</i>	9	19	9	126,44	4,55	6,39	12,82	7,92
<i>Abutilon cf. ibarrese</i>	41	1	0	244,40	8,79	7,25	2,56	6,20
<i>Machaerium capote</i>	24	19	0	210,17	7,56	7,43	2,56	5,85
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	10	0	0	58,72	2,11	1,73	12,82	5,55
<i>Trema micrantha</i>	35	2	0	212,82	7,66	6,39	2,56	5,54
<i>Senegalia huilana</i>	36	0	0	211,40	7,61	6,22	2,56	5,46
<i>Erythroxylum cf. hondense</i>	25	0	0	146,80	5,28	4,32	5,13	4,91
<i>Astronium graveolens</i>	26	5	0	170,90	6,15	5,35	2,56	4,69
<i>Chrysophyllum cainito</i>	16	16	0	152,26	5,48	5,53	2,56	4,52
<i>Cordia alliodora</i>	16	2	1	101,73	3,66	3,28	2,56	3,17
<i>Eugenia sp.</i>	10	9	0	91,52	3,29	3,28	2,56	3,05

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Adenocalymma cf. dugandii</i>	0	16	0	58,31	2,10	2,76	2,56	2,48
<i>Eugenia cf. florida</i>	11	0	1	65,08	2,34	2,07	2,56	2,33
<i>Bursera simaruba</i>	0	3	0	10,93	0,39	0,52	5,13	2,01
<i>Casearia corymbosa</i>	0	9	0	32,80	1,18	1,55	2,56	1,77
<i>Coccoloba polystachya</i>	0	6	0	21,87	0,79	1,04	2,56	1,46
<i>Trichilia pallida</i>	4	0	0	23,49	0,85	0,69	2,56	1,37
<i>Tabebuia chrysantha</i>	0	5	0	18,22	0,66	0,86	2,56	1,36
<i>Stemmadenia cf. grandiflora</i>	0	3	0	10,93	0,39	0,52	2,56	1,16
<i>Achatocarpus nigricans</i>	0	1	0	3,64	0,13	0,17	2,56	0,96
<i>Neea sp.2</i>	0	1	0	3,64	0,13	0,17	2,56	0,96
<i>Warszewiczia coccinea</i>	0	1	0	3,64	0,13	0,17	2,56	0,96
<i>Phyllanthus sp.</i>	0	0	1	0,48	0,02	0,17	2,56	0,92
<i>Psychotria sp.</i>	0	0	1	0,48	0,02	0,17	2,56	0,92
Totales	340	211	28	2779,02	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor fitosociológico %	58,72	36,44	4,84					
Valor fitosociológico simplificado	5,9	3,6	0,5					

En la Figura 29 se muestra la proporción de cada parámetro utilizado en el cálculo de regeneración natural, las especies destacadas no corresponden a las ecológicamente más importantes o con un alto valor de posición sociológica, lo que indica que de estas especies, pocos individuos logran trascender a estratos superiores o genéticamente se desarrollan en estratos inferiores solamente como es el caso de *Bahunia* sp.

Figura 29 Diagnóstico de la regeneración natural para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.4.5 Índice de valor de importancia ampliado (IVIA%)

Para la vegetación secundaria la especie que obtuvo mayor valor de IVIA fue *Astronium graveolens* con 85,05% seguida por *Albizia guachapele* y *Machaerium capote* con 52,05% y 44,29% respectivamente; estas especies se destacaron en los índices ya evaluados lo que es concordante con los resultados obtenidos. *A. graveolens* fue la especie que dominó en todos los índices y parámetros evaluados primando sobre las demás por su adaptación y con excelentes estrategias de reproducción y desarrollo. En la Tabla 46 se relacionan los valores de IVIA para cada especie registrada.

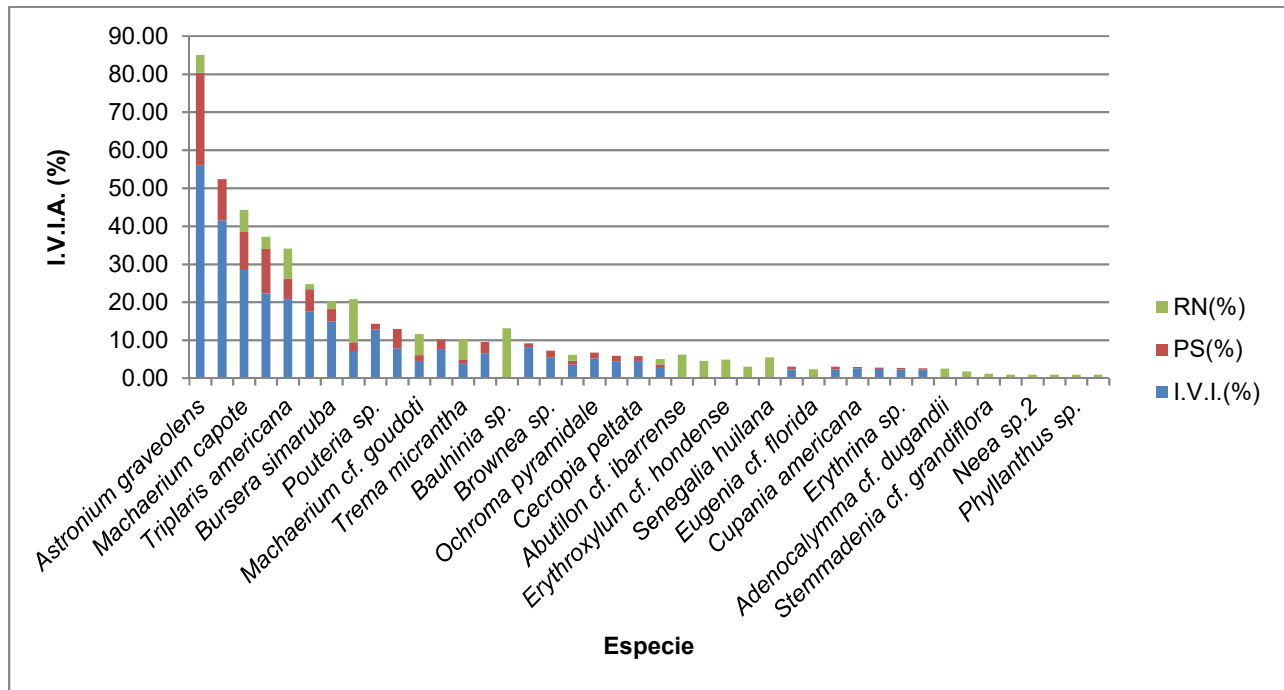
Tabla 46 Índice de valor de importancia ampliado para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Astronium graveolens</i>	55,90	24,45	4,69	85,05
<i>Albizia guachapele</i>	41,53	10,79	0,00	52,32
<i>Machaerium capote</i>	28,46	9,98	5,85	44,29
<i>Cordia alliodora</i>	22,28	11,73	3,17	37,18
<i>Triplaris americana</i>	20,75	5,43	7,92	34,10
<i>Tabebuia chrysantha</i>	17,53	5,88	1,36	24,77

Especie	I.V.I.(%)	PS(%)	RN(%)	I.V.I.A.(%)
<i>Bursera simaruba</i>	14,88	3,31	2,01	20,21
<i>Melicoccus bijugatus</i>	7,18	2,23	11,35	20,76
<i>Pouteria sp.</i>	12,81	1,47	0,00	14,27
<i>Muntingia calabura</i>	7,81	5,16	0,00	12,97
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	4,57	1,47	5,55	11,59
<i>Guazuma ulmifolia</i>	7,68	2,48	0,00	10,16
<i>Trema micrantha</i>	3,79	0,96	5,54	10,29
<i>Celtis iguanaea</i>	6,55	2,93	0,00	9,48
<i>Bauhinia sp.</i>	0,00	0,00	13,15	13,15
<i>Ficus cf. dendrocida</i>	8,14	1,05	0,00	9,19
<i>Brownea sp.</i>	5,40	1,80	0,00	7,20
<i>Coccoloba polystachya</i>	3,53	1,12	1,46	6,12
<i>Ochroma pyramidale</i>	5,23	1,47	0,00	6,70
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	4,41	1,43	0,00	5,84
<i>Cecropia peltata</i>	4,54	1,28	0,00	5,82
<i>Trichilia pallida</i>	2,91	0,73	1,37	5,01
<i>Abutilon cf. ibarrese</i>	0,00	0,00	6,20	6,20
<i>Chrysophyllum cainito</i>	0,00	0,00	4,52	4,52
<i>Erythroxylum cf. hondense</i>	0,00	0,00	4,91	4,91
<i>Eugenia sp.</i>	0,00	0,00	3,05	3,05
<i>Senegalia huilana</i>	0,00	0,00	5,46	5,46
<i>Apuleia leiocarpa</i>	2,28	0,73	0,00	3,02
<i>Eugenia cf. florida</i>	0,00	0,00	2,33	2,33
<i>Dalbergia monetaria</i>	2,26	0,73	0,00	2,99
<i>Cupania americana</i>	2,62	0,32	0,00	2,94
<i>Mangifera indica</i>	2,43	0,37	0,00	2,80
<i>Erythrina sp.</i>	2,27	0,37	0,00	2,64
<i>Cynophalla flexuosa</i>	2,25	0,32	0,00	2,57
<i>Adenocalymma cf. dugandii</i>	0,00	0,00	2,48	2,48
<i>Casearia corymbosa</i>	0,00	0,00	1,77	1,77
<i>Stemmadenia cf. grandiflora</i>	0,00	0,00	1,16	1,16
<i>Achatocarpus nigricans</i>	0,00	0,00	0,96	0,96
<i>Neea sp.2</i>	0,00	0,00	0,96	0,96
<i>Warszewiczia coccinea</i>	0,00	0,00	0,96	0,96
<i>Phyllanthus sp.</i>	0,00	0,00	0,92	0,92
<i>Psychotria sp.</i>	0,00	0,00	0,92	0,92
Total	300,00	100,00	100,00	500,00

En la Figura 30 se muestra la proporción de cada parámetro tenido en cuenta para la obtención del índice de valor de importancia ampliado, en el caso de *A. graveolens*, fue el porcentaje de IVI y Ps lo que le permitió posicionarse como la especie más importante dentro de la cobertura a pesar de no presentar en el momento del muestreo una amplia regeneración natural.

Figura 30 I.V.I.A para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.4.6 Índices de diversidad

Se calcularon los índices de equidad de Shannon - Wiener, dominancia de Simpson, riqueza específica de Margalef y los índices de Equitatividad y Dominancia calculados mediante el software PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) para esta cobertura siguiendo los parámetros descritos en los análisis de cobertura descritos anteriormente.

El índice de Shannon es ampliamente utilizado para medir la diversidad de una comunidad de plantas de un hábitat determinado; el valor obtenido para esta comunidad fue de 3,097 (ver Tabla 47) teniendo en cuenta que el valor máximo calculado con el logaritmo natural de la cantidad de especies registradas es 3,73, se puede inferir que es una comunidad que presenta equidad en tanto el valor se acerca al máximo y por consiguiente indica un buen nivel de diversidad.

Por su parte el índice de dominancia de Simpson obtuvo un resultado de 0,93 (ver Tabla 47) tendiendo a 1 lo que indica que hay dominancia de una especie sobre la comunidad evaluada. Este valor obedece principalmente a la cantidad de individuos registrados de especies como *Astronium graveolens*, *Machaerium capote*, *Cordia alliodora*, *Triplaris americana* y *Melicoccus bijugatus* que dominan por su abundancia; sin embargo sin embargo no se presenta una dominancia absoluta de una sola especie por lo que se puede concluir que la Vegetación secundaria es una comunidad diversa (ver Tabla 47).

El índice de diversidad de Margalef indica la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Para este caso el valor obtenido fue de 6,95 (ver Tabla 47), con un valor máximo ($Dmg=(S-1)/Ln S$, donde S corresponde al número de especies) de 10,96. La relación del valor obtenido con su máximo indica que la comunidad evaluada tiene un nivel de diversidad por encima del valor medio teniendo en cuenta la relación de especies con el total de individuos registrados; este índice es concordante con lo obtenido por los índices anteriormente analizados.

La equitatividad expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en una determinada comunidad, para este caso, el valor de Equitatividad encontrado fue 0,82 (ver Tabla 47), este valor tiene a 1 lo que indica que se tiene una distribución equilibrada de los individuos para las especies registradas indicando que la comunidad evaluada es una diversa.

Finalmente el índice de Dominancia (1- Valor índice de Simpson) que toma valores entre 0 (todas las especies están igualmente presentes) y 1 (una especie domina completamente a la comunidad) obtuvo un valor de 0,06 (ver Tabla 47); este valor tiende a 0 lo que indica que no hay una dominancia absoluta de una especie determinada, como indica el índice de Simpson y que por el contrario las especies están representadas por abundancia de individuos de manera equitativa.

Tabla 47 Índices evaluados para el análisis de diversidad en la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Índice	Valor
# Especies	42
# Individuos	364
Shannon	3,097
Simpson	0,9316
Margalef	6,953
Equitatividad	0,8286
Dominancia	0,06838

5.2.2.1.2.2.1.4.7 Herbáceas

En análisis de herbáceas se hizo teniendo en cuenta la frecuencia de las especies para todas las parcelas realizadas, resaltando que no en todas las parcelas se registraban especies herbáceas por las condiciones de dosel, siendo así *Serjania* sp. es la que se da con más frecuencia en la cobertura con 28,57% las especies restantes obtuvieron el mismo valor de frecuencia relativa con 14,29% cada una. En la Tabla 48 se muestran los valores de frecuencia obtenidos para cada especie de hábito herbáceo.

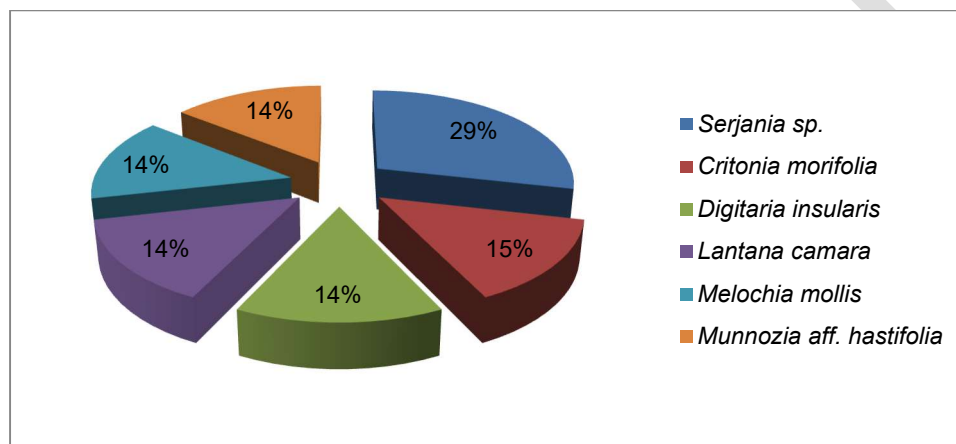
Tabla 48 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
ASTERACEAE	<i>Critonia morifolia</i>	1	14,29
	<i>Munnozia aff. hastifolia</i>	5	14,29
Total ASTERACEAE		6	-
MALVACEAE	<i>Melochia mollis</i>	5	14,29
Total MALVACEAE		5	-
POACEAE	<i>Digitaria insularis</i>	1	14,29
Total POACEAE		1	-
SAPINDACEAE	<i>Serjania sp.</i>	6	28,57
Total SAPINDACEAE		6	-
VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	1	14,29

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
Total VERBENACEAE		1	-
Total general		19	100,00

En la Figura 31 se muestra la proporción de frecuencia para las especies registradas en la Vegetación secundaria.

Figura 31 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración de la Vegetación secundaria en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.5 Pastos enmalezados

5.2.2.1.2.2.1.5.1 Composición florística

Para los pastos enmalezados se realizaron cinco parcelas de 100 m² teniendo en cuenta que el hábito de las especies predominantes son de porte herbáceo y algunos individuos de regeneración natural. Siendo así se idéntico la presencia de 48 individuos entre regeneración y hierbas, distribuidos en 13 familias, 20 géneros y 24 especies. En la Tabla 49 se relacionan las especies por familia identificadas y el número de registros realizados.

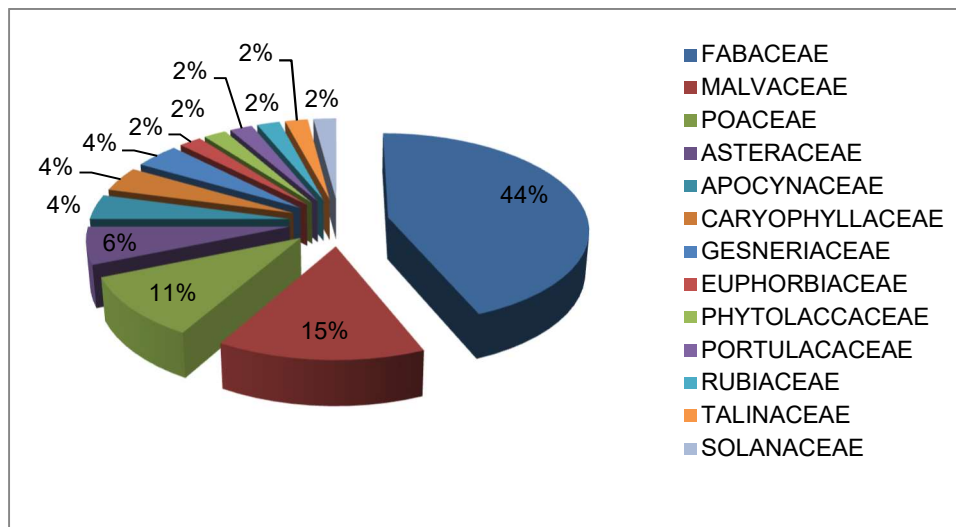
Tabla 49 Composición florística de los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto.

Familia	Especie	N° de individuos
APOCYNACEAE	<i>Apocynaceae sp.</i>	2
Total APOCYNACEAE		2
ASTERACEAE	<i>Asteraceae sp. 1</i>	3
Total ASTERACEAE		3
CARYOPHYLLACEAE	<i>Caryophyllaceae sp.</i>	2
Total CARYOPHYLLACEAE		2
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscopus urens</i>	1
Total EUPHORBIACEAE		1
FABACEAE	<i>Chloroleucon mangense</i>	2
	<i>Desmodium axillare</i>	3

Familia	Especie	N° de individuos
	<i>Desmodium cajanifolium</i>	6
	<i>Desmodium cf. intortum</i>	2
	<i>Desmodium sp.</i>	4
	<i>Mimosa pudica</i>	1
	<i>Vigna adenantha</i>	3
Total FABACEAE		21
GESNERIACEAE	<i>Columnnea sp.</i>	2
Total GESNERIACEAE		2
MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4
	<i>Melochia cf. spicata</i>	1
	<i>Melochia sp. 2</i>	1
	<i>Waltheria indica</i>	1
Total MALVACEAE		7
PHYTOLACCACEAE	<i>Petiveria cf. alliacea</i>	1
Total PHYTOLACCACEAE		1
POACEAE	<i>Cenchrus ciliaris</i>	1
	<i>Digitaria insularis</i>	1
	<i>Sorghum cf. bicolor</i>	3
Total POACEAE		5
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pilosa</i>	1
Total PORTULACACEAE		1
RUBIACEAE	<i>Spermacoce cf. remota</i>	1
Total RUBIACEAE		1
TALINACEAE	<i>Talinum sp.</i>	1
Total TALINACEAE		1
SOLANACEAE	<i>Capsicum annum var. glabriusculum</i>	1
Total SOLANACEAE		1
Total general		48

En la Figura 32 se relaciona la proporción de abundancia registrada para cada familia, se puede observar que la familia más abundante en la comunidad es Fabaceae representada por siete especies y 21 registros, seguida por Malvaceae con cuatro especies y siete registros y Poaceae con tres especies y siete registros (es importante aclarar que para las especies de hábito herbáceo la abundancia corresponde al registro realizado para cada parcela pues para estas se tuvo en cuenta el porcentaje de cobertura dentro de la parcela en la cual podían encontrarse más de un individuo).

Figura 32 Muestra la distribución porcentual de la abundancia de individuos de las familias identificadas en los Pastos enmalezados



En esta cobertura predominan lógicamente especies de porte herbáceo, resaltando la abundancia y cobertura de especies como *Desmodium cajanifolium* que están comúnmente asociadas a rastrojos, matorrales, orillas de carreteras y caminos y bordes de bosque asociada a otras especies de gramíneas; esta especie crece en campo abierto con abundante luz solar y se adapta bien a suelos ácidos con pH 4,3 con niveles bajos de fosforo y altos de aluminio (Biblioteca digital del Real Jardín Botánico de Madrid, sf). Por su parte se evidencia la abundancia de Poaceas como *Digitaria insularis* y *Sorghum* cf. *Bicolor* principalmente.

5.2.2.1.2.1.5.2 Regeneración natural (RN%)

Como regeneración natural se consideran todos los individuos descendientes de las plantas arbóreas que se encuentran entre el suelo forestal y los 9,9 cm de DAP (Finol, 1971), se establecen después de un proceso de dispersión, crecen, y sobreviven hasta convertirse en árboles fisiológicamente maduros. La regeneración natural permite verificar las tendencias de un bosque y la permanencia de las especies. Para este caso es importante resaltar que las especies que registraron regeneración son de individuos arbóreos que por dispersión se están desarrollando en dicho lugar, evidenciando además que el área de pastos enmalezados está en un proceso de restauración teniendo en cuenta que allí no se está realizando ninguna práctica silvicultural.

Solamente se registraron tres especies de especies arbóreas, de éstas, la que mayor porcentaje de regeneración mostró, fue, *Guazuma ulmifolia* con 45,57% (véase Tabla 50 y Figura 33), especie comúnmente registrada en áreas que sufrieron algún tipo de disturbio natural antrópico (especie pionera), es tolerante a grandes cantidades de luz solar y tiene un rápido crecimiento.

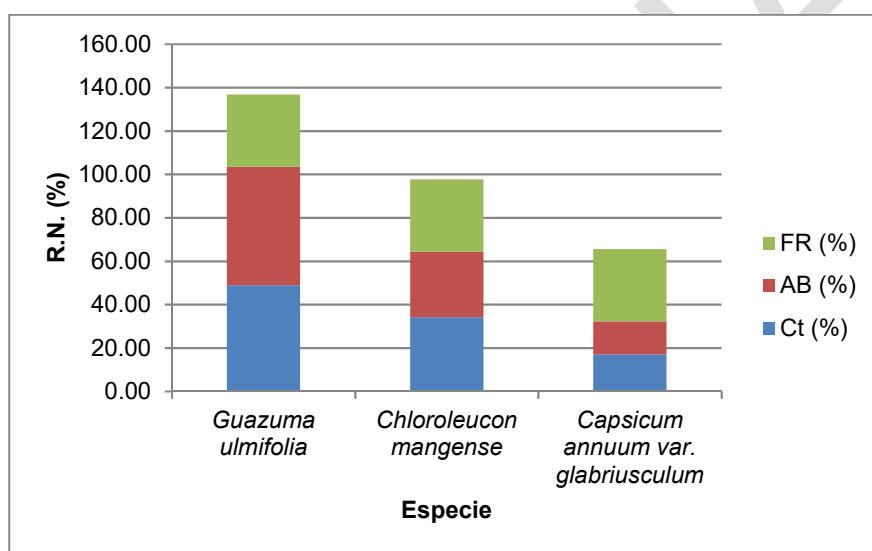
Tabla 50 Regeneración natural (Rn%) para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	14	0	82,42	48,83	54,55	33,33	45,57
<i>Chloroleucon mangense</i>	10	0	0	57,58	34,11	30,30	33,33	32,58

Nombre Científico	Estratos			Ct. Abs	Ct (%)	AB (%)	FR (%)	RN%
	I	II	III					
<i>Capsicum annum var. glabriusculum</i>	5	0	0	28,79	17,06	15,15	33,33	21,85
Totales	19	14	0	168,79	100,00	100,00	100,00	100,00
Valor fitosociológico %	57,58	42,42	0,00					
Valor fitosociológico simplificado	5,8	4,2	0,0					

En la Figura 33 se relacionan la proporción de los parámetros evaluados para el cálculo de la regeneración natural. Se observa que las especies encontradas tienen proporcionalidad en la abundancia, frecuencia y categoría de tamaño.

Figura 33 Diagnóstico de la regeneración natural para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.1.5.3 Índices de diversidad

Respecto a los índices de diversidad alfa, se calcularon los índices de equidad de Shannon - Wiener, dominancia de Simpson, riqueza específica de Margalef y los índices de Equitatividad y Dominancia calculados mediante el software PAST (Hammer, Harper, & Ryan, 2001) descritos a continuación.

El índice de Shannon es ampliamente utilizado para medir la diversidad de una comunidad de plantas de un hábitat determinado; expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo tomado al azar de la muestra (Moreno C. E., 2001). Para el caso evaluado el valor obtenido fue de 2,99 (ver Tabla 51) teniendo en cuenta que el valor máximo calculado con el logaritmo natural de la cantidad de especies registradas es 3,17, se puede inferir que es una comunidad que presenta equidad en tanto el valor es muy cercano al máximo calculado y por consiguiente indica que el muestreo para esta cobertura arrojó una alta diversidad de especies.

Por su parte el índice de dominancia de Simpson expresa la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; para este caso el valor obtenido fue de 0,94 (ver Tabla 51) tendiendo a 1 lo que indica que hay dominancia de una especie sobre la comunidad evaluada. Este valor obedece principalmente a la cantidad de registros registrados de especies como *Desmodium cajanifolium*; sin

embargo las especies restantes presentan valores de abundancia más homogéneos así como de cobertura por lo que no se evidencia una dominancia absoluta sobre la comunidad (ver Tabla 51).

El índice de diversidad de Margalef indica la relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos, transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Para este caso el valor obtenido fue de 5,94 (ver Tabla 51), con un valor máximo ($Dmg=(S-1)/Ln S$, donde S corresponde al número de especies) de 7,23. La relación del valor obtenido con su máximo indica que la comunidad evaluada tiene un alto grado de diversidad teniendo en cuenta la relación de especies con el total de individuos registrados; este índice es concordante con lo obtenido por los índices anteriormente analizados.

La equitatividad expresa la homogeneidad o heterogeneidad en la distribución de las especies en una determinada comunidad. Cuando todas las especies de una muestra son igualmente abundantes, se puede pensar intuitivamente que los índices de equitatividad tienen valores máximos, y decrecen cuando las abundancias relativas de las especies varían; así, si hay una especie dominante el valor de este disminuye (Mijail, 2004); mide la uniformidad en la que los individuos se dividen en los taxones presentes. En este caso, el valor de Equitatividad encontrado fue 0,94 (ver Tabla 51), este valor tiene a 1 lo que indica que se tiene una distribución equilibrada de los individuos para las especies registradas.

Finalmente el índice de Dominancia (1- Valor índice de Simpson) que toma valores entre 0 (todas las especies están igualmente presentes) y 1 (una especie domina completamente a la comunidad) obtuvo un valor de 0,05 (ver Tabla 51); este valor tiende a 0 lo que indica que no hay una dominancia de una especie determinada y que por el contrario las especies están representadas por abundancia de individuos de manera equitativa.

Tabla 51 Índices evaluados para el análisis de diversidad para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto

Índice	Valor
# Especies	24
# Individuos	48
Shannon	2,997
Simpson	0,941
Margalef	5,941
Equitatividad	0,9431
Dominancia	0,05903

5.2.2.1.2.2.1.5.4 Herbáceas

Teniendo en cuenta que la estructura principal de la cobertura es de hábito herbáceo, las especies registradas en esta categoría corresponden a la mayoría de la composición florística ya descrita. En los registros del hábito herbáceo la familia que tuvo mayor cantidad de especies identificadas fue Fabacea con seis. Esta familia así mismo fue la más frecuente al registrarse en todas las parcelas realizadas. Las especies que obtuvieron mayor valor de frecuencia relativa fueron *Desmodium cajanifolium*, *Desmodium* sp. y *Sorghum* cf. *bicolor* con 10,34% cada una (ver Tabla 52)

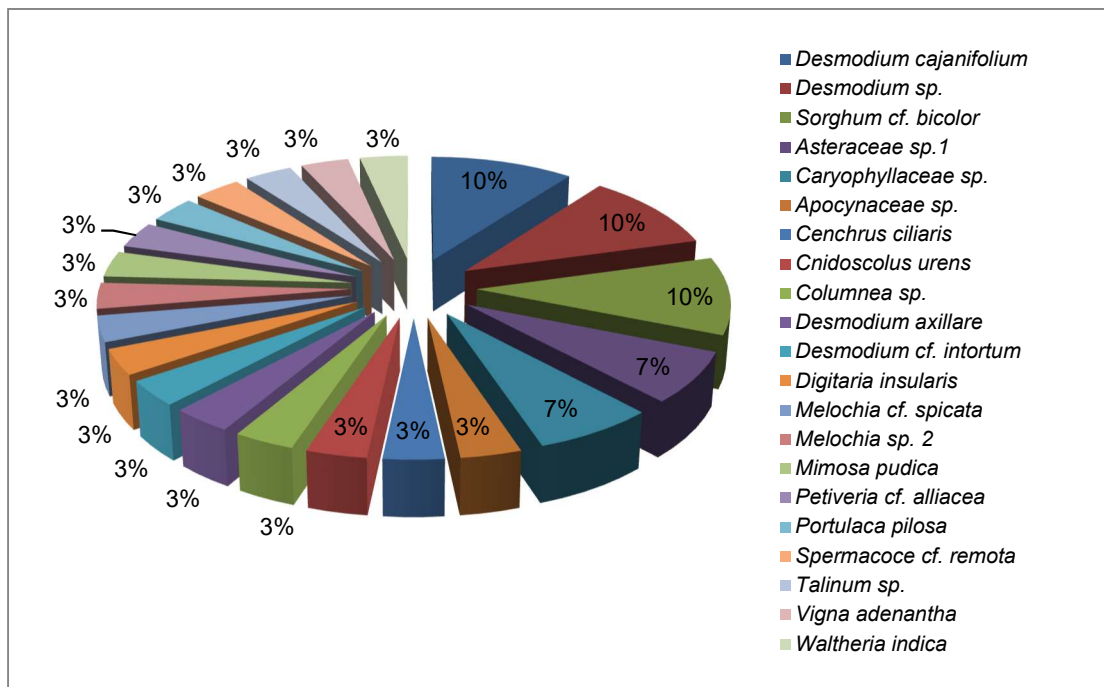
Tabla 52 Listado de especies de hábito herbáceo registradas en las parcelas de regeneración para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
APOCYNACEAE	<i>Apocynaceae</i> sp.	2	3,45
Total APOCYNACEAE		2	-

Familia	Especie	Abundancia	Frec. (%)
ASTERACEAE	<i>Asteraceae sp.1</i>	3	6,90
Total ASTERACEAE		3	-
CARYOPHYLLACEAE	<i>Caryophyllaceae sp.</i>	2	6,90
Total CARYOPHYLLACEAE		2	-
EUPHORBIACEAE	<i>Cnidoscolus urens</i>	1	3,45
Total EUPHORBIACEAE		1	-
FABACEAE	<i>Desmodium axillare</i>	3	3,45
	<i>Desmodium cajanifolium</i>	6	10,34
	<i>Desmodium cf. intortum</i>	2	3,45
	<i>Desmodium sp.</i>	4	10,34
	<i>Mimosa pudica</i>	1	3,45
	<i>Vigna adenantha</i>	3	3,45
Total FABACEAE		19	-
GESNERIACEAE	<i>Columnnea sp.</i>	2	3,45
Total GESNERIACEAE		2	-
MALVACEAE	<i>Melochia cf. spicata</i>	1	3,45
	<i>Melochia sp. 2</i>	1	3,45
	<i>Waltheria indica</i>	1	3,45
Total MALVACEAE		3	-
PHYTOLACCACEAE	<i>Petiveria cf. alliacea</i>	1	3,45
Total PHYTOLACCACEAE		1	-
POACEAE	<i>Cenchrus ciliaris</i>	1	3,45
	<i>Digitaria insularis</i>	1	3,45
	<i>Sorghum cf. bicolor</i>	3	10,34
Total POACEAE		5	-
PORTULACACEAE	<i>Portulaca pilosa</i>	1	3,45
Total PORTULACACEAE		1	-
RUBIACEAE	<i>Spermacoce cf. remota</i>	1	3,45
Total RUBIACEAE		1	-
TALINACEAE	<i>Talinum sp.</i>	1	3,45
Total TALINACEAE		1	-
Total general		41	100

En la Figura 33 se muestra la proporción de frecuencia relativa para las especies identificadas en las parcelas de los Pastos enmalezados. Se observa que las especies de la familia Fabaceae son las que registran mayores valores de frecuencia, seguidas por las Poaceas.

Figura 34 Frecuencias relativas de especies herbáceas presentes en las parcelas de regeneración para los Pastos enmalezados en el área de intervención del Proyecto



5.2.2.1.2.2.2 Flora con veda nacional según Resolución 0213 de 1977 del MADS

A continuación se resume la metodología y resultados del “Documento Técnico de soporte para la Solicitud de levantamiento parcial de veda de epífitas para la ampliación del tercer carril doble calzada Bogotá – Girardot, Unidad Funcional 2”, entregado a la Dirección de Bosques, Ecosistemas y Servicios Ambientales. El polígono de solicitud se presenta por obra en el Anexo LevVEDA-1.

5.2.2.1.2.2.2.1 Metodología

Para la caracterización de la flora silvestre vascular y no vascular de hábitos epífitos, humícolas, rupícolas y/o terrestres, se realizó una salida de campo en julio de 2017 al área del proyecto, con el objetivo de establecer la estructura y composición de las especies de estos grupos con veda nacional.

La información se registró dentro del área del proyecto y algunos registros alrededor, pero para la Solicitud de veda se presenta y analiza en este documento únicamente la caracterización dentro del área post-campo. La información en áreas alrededor de la infraestructura final, fue utilizada para determinación de material vegetal fértil, como base para la formulación de las medidas de manejo para el proceso de rescate y reubicación de las especies vasculares y para el manejo de especies no vasculares mediante compensación y promoción del desarrollo de nueva flora no vascular con veda nacional.

5.2.2.1.2.2.1.1 Etapa Pre campo

- Revisión de información secundaria

Se realizó la caracterización de las epífitas vasculares y no vasculares con veda nacional del área a afectar por la infraestructura del proyecto. Se consideraron seis grupos vegetales como objeto de afectación: bromelias, orquídeas, musgos, líquenes, marchantiophyta y hepáticas, en cuatro potenciales sustratos: forófitos¹, humus, roca y terrestres.

Se realizó la búsqueda de literatura asociada al área geográfica y/o altitudinal del proyecto, para los 6 grupos vegetales mencionados. Tabla 53.

También se consultó en el Herbario Nacional Colombiano (COL), aplicación en línea, la presencia de orquídeas y bromelias para la zona de estudio (descarga de datos en julio de 2017). Estos resultados indican que no se registran orquídeas en el Municipio de Melgar y no se reportan bromelias en los municipios de Nilo ni Melgar. Por otra parte, de los siete estudios de información secundaria, se considera el menos homologable a esta Solicitud son las láminas del Field Museum en el municipio de Guayabetal, pero pertinente y de uso. Tabla 53.

En el desarrollo de esta Solicitud, a las especies de los estudios-investigaciones secundarios codificados como números 1 a 4, se les realizó curaduría taxonómica y se generó una columna adicional en que se especifican los nuevos nombres por sinonimia o la ausencia de los géneros y/o del epíteto indicado en el estudio secundario. La actualización se realizó con la versión en línea del "Catálogo de plantas y líquenes de Colombia²".

Tabla 53 Información secundaria seleccionada de epífitas en veda para el proyecto

No.	Estudio o investigación seleccionado	Especies o géneros
1	Rincón, Milton. 2016. Sinopsis de la familia Orchidaceae en la cuenca media-alta del río Combeima, Tolima-Colombia. Tesis de pregrado de Biología. Universidad del Tolima.	124
2	Resolución MADS 0526 de 2013. Levantamiento de veda de epífitas, Proyecto "Construcción variante Girardot - Flandes". 28 de mayo de 2013.	9
3	Resolución 1933 MADS, de 2015. Levantamiento de veda de epífitas, Vía Ibagué - Cajamarca. 02 de septiembre de 2015.	30
4	FIELD MUSEUM, 2016. Las orquídeas de Guayabetal (Orchidaceae) Colombia. Juan Camilo Ordóñez Blanco. fieldguides.fieldmuseum.org, número 781.	64
5	Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co . Búsqueda: Orchidaceae + Tolima + rango altitudinal 300-550 m. Acceso 02/Ago/2017.	22
6	Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co . Búsqueda: Bromeliaceae + Tolima + rango altitudinal 250-601 m o rango 300-550 m. Acceso 04/Ago/2017.	24
7	Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2017. Herbario en línea. http://www.biovirtual.unal.edu.co/en/collections/search/plants/ . Búsqueda: Orchidaceae + Municipio NILO. Acceso 02/Ago/2017.	3

Fuente: INGETEC, presente estudio

En total, se consideraron como flora epífita potencial a registrar en este proyecto 260 especies (y/o géneros), distribuidos así: 27 especies potenciales de bromelias, 205 orquídeas, 13 líquenes, 12 de musgos, dos géneros de hepáticas, dos géneros de marchantiophyta y 1 alga filamentosa. Anexo LevVEDA-2.

¹Árboles, arbustos o hierbas grandes que son hospederos de epífitas vasculares o no vasculares. Árboles, arbustos y hierbas grandes parcialmente lignificadas como yarumos y palmas

²Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Áreas de muestreo y representatividad

La investigación de Gradstein *et al* (2003), en coberturas boscosas de bosques tropicales americanos, indica que la caracterización de epífitas vasculares y no vasculares es representativa mediante el muestreo de ocho (8) forófitos/hectárea de cobertura boscosa. Debido a la menor cantidad de epífitas en el ecosistema Bosque seco tropical (bs-T) y la posibilidad de no registrar 8 forófitos en las parcelas forestales (100 x 10 m y otras de 50 x 20 m), se realizaron inicialmente registros de epífitas en las parcelas forestales (selección de forófitos), en segundo lugar, selección de árboles aledaños a éstas o ubicados en el tramo recorrido del área a intervenir. Por tanto, la unidad muestral en esta Solicitud fue cada forófito.

Debido a que el tipo de proyecto vial específico del estudio corresponde en algunas áreas a una ampliación vial con un ancho que no supera los 10 m y segmentos de chaflán de tamaños diversos, no se realizaron parcelas de muestreo para epífitas, por tanto se muestrearon forófitos individuales, ocho (8) árboles/hectárea de cada cobertura boscosa, tal como lo estima dicha metodología. Mediante la interpretación inicial de la imagen satelital de la ventana cartográfica en fase pre campo, se establecieron cuatro (4) coberturas vegetales donde podrían desarrollarse epífitas en veda: Bosque denso, Bosque fragmentado, Arbustal y Bosque de galería y/o ripario.

INGETEC S.A. propuso para este proyecto en fase pre campo un ajuste proporcional de muestreo en las cuatro (4) coberturas vegetales antrópicas y no-boscosas (Pastos arbolados, Pastos enmalezados, Mosaico de cultivos y espacios naturales y Herbazal), que consiste en muestrear cinco (5) forófitos/ ha de cada cobertura vegetal a afectar y en el caso de las dos (2) coberturas de la tierra con ausencia o muy baja presencia de forófitos en condición de fustales (Afloramiento rocoso y Tierras desnudas y degradadas) propuso muestrear tres (3) árboles/ ha de cobertura. Tabla 54.

Tabla 54 Cálculo teórico en fase pre campo de forófitos y cuadrantes a muestrear/cobertura objeto de veda nacional

Código coberturas	Coberturas de la tierra	Área a afectar(ha)	Forófitos/ ha	Cálculo área x proporción	Máximo de forófitos a muestrear ³	Cuadrantes ⁴
231	Pastos limpios	0,02	3	0,07	1 (0)	1 a 4
232	Pastos arbolados	0,01	5	0,05	1 (0)	1 a 4
233	Pastos enmalezados	0,05	5	0,25	1 (0)	1 a 4
245	Mosaico de cultivos y espacios naturales	0,04	5	0,19	1 (0)	1 a 4
311	Bosque denso	3,47	8	27,77	28	3 a 12
313	Bosque fragmentado	0,29	8	2,33	2	1 a 4
314	Bosque de galería y/o ripario	0,76	8	6,12	6	1 a 4
321	Herbazal	0,01	5	0,03	1 (0)	1 a 4
322	Arbustal	0,37	8	2,96	3	1 a 4
323	Vegetación secundaria	1,28	8	10,27	10	1 a 4
332	Afloramiento rocoso	0,32	3	0,97	1	1 a 4
333	Tierras desnudas y degradadas	0,06	3	0,17	1 (0)	1 a 4
Subtotal					50 + 6 probables = 56	-

Fuente: INGETEC, presente estudio

³Los valores “1 (0)” indican que matemáticamente los forófitos a muestrear son cero (0), pero para representar en alguna medida dicha cobertura vegetal se caracterizarán las epífitas de un forófito. Redondeo de valor

⁴ Cuadrantes de 1 x 1 m²de humus y roca

- Forófitos

Los argumentos de selección de los forófitos fueron la inspección visual de la presencia de epífitas con más del 50% de cobertura (en lo posible) y selección de forófitos que cumplan con algunas características propuestas por Gradstein *et al.* (2003⁵). Tabla 55. También se seleccionarán forófitos representativos de las coberturas vegetales y se evitarán forófitos ubicados en los bordes o límites de varias coberturas, excepto en los casos de segmentos viales junto a la vía actual.

Tabla 55 Criterios de selección de forófitos para muestreos de epífitas en bosques tropicales americanos según Gradstein *et al.* 2003

Variable	Medida
Altura	>7 m
DAP	≥13 cm
Corteza	No exfoliable
% Epífitas	> 40%

Los forófitos se codificaron de la siguiente manera: los correspondientes con una parcela forestal, como “PD # árbol #”, ejemplo **PD13 A01** (Parcela 13 árbol 01) y en el caso de forófitos de interés externos a éstas, se codificaron como “FO#”, ejemplo **FO13**, solo en dos casos dentro del área de afectación se codificaron dos como **FO B** y **FO F**, por posible registro dentro de parcela forestal. Fotografía1.

Fotografía1 Codificación de forófitos seleccionados. Para el ejemplo Forófito PD13 A01 que soporta líquenes costrosos y que está localizado junto al tanque de reserva de agua de la Central de Bomberos y boca del tunel Ventanas.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

El registro de identidad del forófito ubicado dentro de las parcelas forestales (PD # A#), corresponde al código forestal para los fustales y en la fase pos campo se relacionó con la información de nombre científico, común, coordenadas y altitud promedio de la parcela registrada para el inventario forestal. En el caso de fustales fuera de parcelas forestales se marcó con pintura de aceite sobre el árbol el identificador (FO#), de manera similar a lo realizado por el profesional forestal. En ese caso el registro de nombre científico, común, coordenadas y altitud puntual estuvo a cargo del profesional de epífitas. Fotografía 2 y Fotografía 3.

⁵ Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., Nözke, N. 2003. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. *Selvyana*, 24 (1): 105-111.

Fotografía 2 Selección de forófito e inspección general antes de registrar cobertura/especie.



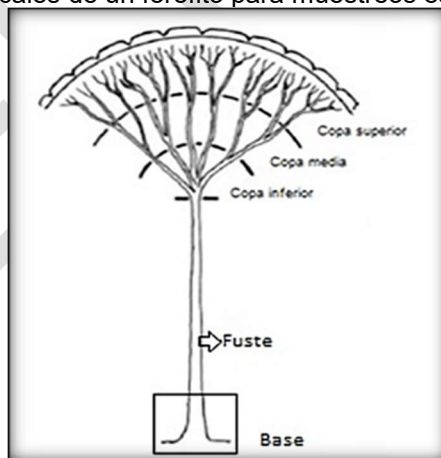
Fotografía 3 Marcación de forófitos y registro de epífitas. Forófito 21.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Para la caracterización de epífitas con veda nacional se adoptó la metodología de estratificación vertical de epífitas sobre forófitos de Johansson (1974)⁶. Gran parte de las áreas a intervenir para túneles, se encuentran en pendientes superiores a 60°, hecho que dificultó el acceso y la toma de muestras de algunas especies, que fueron colectadas en áreas externas a la infraestructura planteada, con mayor acceso y seguridad para el personal en campo. Los muestreos de epífitas no vasculares en forófitos se realizaron en la Zona I, dada la pendiente del terreno de la mayoría de área a afectar, la dificultad de acceso a las demás zonas de la metodología de Johansson y la ausencia de curso de alturas del profesional y auxiliares en campo. Figura 35, Fotografía 4, Fotografía 5.

Figura 35 Zonas verticales de un forófito para muestreos estratificados de epífitas



Fuente: Johansson (1974), modificado de Ter Steege & Cornelissen (1989).

Fotografía 4 Bromelia epífita *Tillandsia*

Fotografía 5 Bromelia epífita *Tillandsia flexuosa*,

⁶JOHANSSON, D.R. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeography Sueca, 59: 1-136. 1974.

flexuosa en Zona I. Forófito 22.



en Zona II. Forófito 22.



Fuente: INGETEC, Presente estudio

Uno de los estudios ambientales referidos en la información secundaria, referido anteriormente en Tabla 47, la Resolución de veda del estudio ambiental "Proyecto "Construcción variante Girardot - Flandes", identificado con el número 02, se aplicó y se aceptó el registro de epífitas no vasculares mediante cuadrícula de 100 cm². Esta metodología se aplicó a la presente Solicitud, se realizó el registro mediante cuadrícula de acetato de 10 x 10 cm (100 cm²) por cara del forófito, ubicada en las cuatro caras teóricas del forófito (o cuatro direcciones cardinales), procurando iniciar con el área más diversa o densa de especies, para un máximo registro de cobertura en área de 400 cm²/forófito. Cada especie o morfoespecie fue fotografiada y revisada en campo con lupa en busca de estructuras reproductivas para colecta de segmentos representativos para herbario. Fotografía 6, Fotografía 7.

Cada muestra no vascular se introdujo en bolsa de papel, en lo posible 10 gramos o más de material vegetal y se marcó con el número de registro personal (voucher) de herbario del profesional (AP, Adriana Pico) y el ID del forófito (también aplica para los registros de sustrato Roca o humus, explicado posteriormente). Las muestras fueron retiradas con pala para estucar y/o machete, según fuese el caso.

Fotografía 6 Registro en cuadrícula sobre forófito de epífitas no vasculares, cerca de la vía actual.



Fotografía 7 Registro en cuadrícula sobre forófito de líquen folioso, *Leptogium cyanescens* (Rabenh.) Körb. Forófito 19. Muestra AP 1099.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

En el caso de epífitas vasculares sobre forófitos, se registraron en la Zona I, II y en una denominada Zona III que agrega las Zonas III a V de la metodología de Johansson (copas de los árboles), por las razones expuestas anteriormente, en especial la pendiente del terreno. Las muestras de herbario de especies vasculares con veda nacional se colectaron de individuos de fácil acceso: en piso, en Zona I, de ramas caídas o bajadas con dejarretadora. Se realizó parcialmente la determinación de especies vasculares en campo y las demás se alcoholizaron y enviaron a Bogotá.

- Muestreo de especies en veda en otros sustratos (terrestres, sobre roca y humus)

En el área a intervenir, por pertenecer a la zona de vida Bosque seco tropical (Bs-T), se estimó encontrar estos 6 grupos de plantas con veda nacional sobre otros sustratos (terrestres, sobre roca y humus). La unidad muestral en estos casos fueron cuadrantes de 4 x 2 m, seleccionados por inspección visual, con amplia cobertura y diversidad de especies no vasculares, con registró del 100% de la cobertura de especies no vasculares (cm²) y/o número de individuos vasculares objeto de veda.

Fotografía 8 Inspección y selección de rocas a muestrear. Áreas con pendiente de 60-70°.



Fotografía 9 Registro de líquenes costrosos en Roca 13.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

El número de cuadrantes/ha/cobertura de la tierra teórico previo a la fase de campo establecida fue entre 1 y 4 cuadrantes/ha de cada cobertura, pero el número de registros dependió en campo de la presencia real de estas plantas en esos sustratos. Tabla 48, Fotografía 10, Fotografía 11.

Fotografía 10 Registro en humus de una piñuela (bromelia) *Greigia sp.*, cerca de la vía actual.



Fotografía 11 Detalle de una piñuela (bromelia) *Greigia sp.*, Humus 03.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

- Registro y conteo de especies

Las especies de epifitas vasculares se contemplan como individuos genéticos, donde algunas de estas se agrupan por colonias y otras como individuos, donde cada ocurrencia implica una sola unidad genética. En el

caso de especies vasculares con desarrollo en agregaciones se consideró para el proyecto como individuo cada grupo distinguible que se encuentre separado (Nadkarni 1984⁷).

Para forófitos y otros sustratos se registraron los datos referidos en el formato de campo, a través del programa Memento DataBase, programa descargado en Tablet para android, con los mismos campos desplegados/registro. Anexo LevVEDA-3, Figura 36.

Figura 36 Formato de campo de registro de epífitas con veda nacional

EIA Ampliación Tercer Carril Doble Calzada Bogotá – Girardot. FORMATO EPÍFITAS										
Cundinamarca, Julio de 2017. Registros: Adriana Pico V.										
Hoja No.		dd/mm.		Coordenada X:			Cob.veg:			
Vereda y/o sector:		Coordenada Y:			Altitud GPS:					
Sustrato	# Forófito j	# F Forófito	Grupo v.	Familia y especie de epífita		Fotos N*	Zona I	Zona II	Zona III	# Herbario

- Determinación taxonómica y tratamiento de muestras botánicas de epífitas

La colecta de material botánico del proyecto, estuvo amparada bajo el “Permiso de Estudio para la Recolección de Especímenes de Especies Silvestres de la Diversidad Biológica con fines de Elaboración de Estudios Ambientales”, otorgado por la ANLA, a la empresa INGETEC, mediante Resolución Res 1013 del 19 de agosto de 2015.

En la fase de campo se intentó coleccionar material de herbario de todas las especies no vasculares sobre forófitos, dado que su taxonomía casi siempre requiere revisión en estereoscopio o microscopio y aplicación de reactivos químicos. La remoción de epífitas no vasculares en roca se realizó solo en los casos de prominencias que pudieran ser cortadas por golpe. En las especies vasculares de interés o que no se identificaron taxonómicamente en campo, se tomaron muestras botánicas, en bolsas plásticas rotuladas con Número de registro personal y código de forófito y/o parcela.

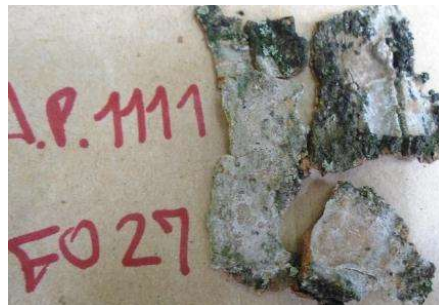
Posteriormente, cada muestra o espécimen vascular fue prensado en papel periódico y fueron alcoholizados dentro de bolsas plásticas (alcohol 70%) al finalizar la fase de campo, dadas las condiciones de humedad bajas de las plantas y del área de acopio. Las muestras de especies no vasculares fueron ventiladas en un sitio de acopio con ventilación natural permanente. Las muestras vasculares en estado reproductivo o de interés fueron depositadas el Herbario Nacional Colombiano (COL) y las de no vasculares en el herbario de la Universidad Distrital (UDBC). Los certificados de determinaciones de especialistas. Anexo LevVEDA-6, Anexo LevVEDA-7 y Anexo LevVEDA-8, Fotografía 12 y Fotografía 13.

⁷Nadkarni, N. M. 1984. Epiphyte biomass and nutrient capital of and neotropical elfin forest, Biotropica 16(4): 249-256 p.

Fotografía 12 Líquen costroso sobre forófito, *Porina internigrans* (Nyl.) Müll. Arg. Muestra AP1094.



Fotografía 13 Líquen costroso, *Hemithecium* sp.1, en Forófito 27. Muestra AP 1111.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

5.2.2.1.2.2.2.1.2 Etapa de campo

Se realizó la salida de campo al área del proyecto entre el 17 y 29 de julio de 2017 para la caracterización de la flora silvestre vascular y no vascular objeto de veda nacional. Se registraron epífitas vasculares con 4 hábitos de crecimiento: epífitas, rupícolas (rocas) y humícolas (humus), se registró el sustrato mixto humus-roca y no se registraron terrestres.

En el caso de no vasculares con veda nacional, se registraron en el proyecto especies de líquenes y musgos epífitos y rupícolas. No se registraron por tanto dentro del área hepáticas ni marchantiophytas para Solicitud de levantamiento parcial de veda. Por otra parte, la base de las coordenadas presentada es en sistema Magna Sirgas origen Bogotá.

5.2.2.1.2.2.2.1.3 Etapa Post campo

- Elaboración de informe y análisis de datos para flora silvestre vascular y no vascular con veda nacional

Se procedió con la identificación del material colectado y la entrega del material a la colección del Herbario Nacional Colombiano (COL) La clasificación o curaduría final se realizó con base a la taxonomía acogida en el "Catálogo de plantas y líquenes de Colombia"⁸, versión en línea y en caso de requerirse se realizó una aclaración adicional y/o se precisó la taxonomía al agregar una sinonimia ampliamente usada o conocida y/o una reciente reclasificación (consultas en línea del Herbario Nacional Colombiano COL y portales en línea como TROPICOS, IPNI⁹ y THEPLANTLIST¹⁰).

Se realizó una caracterización general de la flora con veda nacional por grupo vegetal, por sustrato, por especie y se caracterizó su estratificación sobre forófitos.

También se analizó la relación forófito-epífita a nivel de grupo vegetal y en los casos en que se registró una relación puntual de forófito/epífita vascular, se expuso en la presente Solicitud.

La estimación de la representatividad del muestreo de la flora vascular con veda nacional se realizó en el programa EstimateS 9.0.0[®], por medio de una curva de acumulación de especies vasculares y otra para no

⁸Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantascdecolombia.unal.edu.co>

⁹ The International Plant Names Index (IPNI).

¹⁰<http://www.theplantlist.org/>

vasculares. En el Tabla 56 se indican las fórmulas de los índices aplicados por cobertura vegetal, a las especies epífitas en veda nacional, tanto vasculares como no vasculares.

Tabla 56 Índices ecológicos para caracterización de la flora epífita con veda nacional

Nombre del índice	Fórmula	Observaciones
Riqueza específica	Número de especies presentes	
Cociente de Mezcla	$CM = \frac{N^{\circ} \text{ especies}}{N^{\circ} \text{ individuos}}$	
Índices de Diversidad Índice de Diversidad de Margalef (Dmg)	$D_{mg} = \frac{S - 1}{LnN}$	Dónde: S : número de especies N : número total de individuos
Índice de diversidad de Shannon (H)	$H = \sum (pi \times \ln pi)$	Donde: pi = Abundancia de cada una de las especies (ni/N). ni = Número de individuos muestreados para la especie i. N = Número total de individuos muestreados. ln = Logaritmo neperiano.
Índice de diversidad de Simpson (λ)	$\lambda = \sum pi^2$	Dónde: pi = abundancia relativa de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra. Ya que su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ Se tendrán en cuenta los siguientes rangos. Muy alta diversidad 0-0,5 >0,5-0,7 Alta diversidad o baja dominancia >0,7-0,8 Diversidad y dominancia media >0,8-0,9 Baja diversidad - alta dominancia >0,9-1 Muy baja diversidad - muy alta dominancia.

- **Determinación del grado de amenaza, rareza y/o endemismo**

El grado de amenaza para las especies de epífitas con veda nacional se determinó por consulta de la reciente Resolución 1912 de 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que deroga la 0192 de 2014, “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. (MADS, 2017a).

También se realizaron consultas en portales de taxonomía y documentación legal colombiana para verificar el grado de amenaza, endemismo y/o rareza, mediante consulta de:

Colombia Diversidad Biótica VI. Riqueza y Diversidad de los musgos y líquenes en Colombia (Rangel-Ch. 2008 ¹¹)
Versión en línea del “Catálogo de plantas y líquenes de Colombia” ¹¹
Global Biodiversity Information Facility (http://www.gbif.org)

La información de distribución de las especies para diligenciamiento de la GDB se realizó principalmente consultando el “Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales”, Universidad Nacional de Colombia. La consulta para diligenciamiento de División, Clase y Orden de las especies, se realizó especialmente en la página en línea del herbario COL (Instituto de Ciencias Naturales, 2017) y para las especies que en ese portal no se referenciaron a la fecha, se realizó la consulta en la página de distribución mundial de seres vivos de DISCOVERLIFE (2017).

¹¹Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

- Resultados

La interpretación de las coberturas de la tierra post-campo del proyecto y la adición y eliminación de determinadas áreas pre campo, modificó las coberturas estimadas en la fase de pre campo, por tanto, para el área post-campo, se registraron forófitos en siete (7) coberturas de la tierra.

Tabla 57.

La comparación de los forófitos teóricos y registrados evidencia que se superó el valor teórico para coberturas boscosas, planteados en la metodología de Gradstein *et al.* (2003), de 8 forófitos/ha/cobertura. En Bosque abierto, se registraron 10% más forófitos (19/17) y en Vegetación secundaria, 57% más forófitos (68/43). En el caso de Bosque de galería y/o ripario, el área a intervenir máxima será 0.9 ha, en las que se registraron cuatro (4) forófitos y el valor teórico era 7.2, pero la distribución espacial en el terreno es de grandes fustales con copas anchas ubicados usualmente a distancias de 30 a 70 metros, razón que redujo la posibilidad de registrar más forófitos en este proyecto.

Para el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02, en total se realizaron muestreos de caracterización de flora epífita con veda nacional sobre forófitos, rocas y humus y se evidenció en un cuadrante denominado "HU6", el carácter mixto de humus y roca. Todos los registros se encontraban dentro del área de Permiso de colecta del proyecto y en la fase post-campo algunos muestreos se ubicaron fuera del polígono final de Solicitud de levantamiento parcial de veda nacional y por tanto no se analizan en el presente documento técnico.

La flora vascular y no vascular con veda nacional bajo la Resolución 0213 de 1977 del MADS (MADS, 2017b, inicialmente del INDERENA), está conformada por 476 registros, distribuidos en 115 forófitos registrados en los Departamentos de Cundinamarca y Tolima, 58 cuadrantes: 46 de rocas, 11 cuadrantes de humus y un (1) cuadrante mixto humus-roca. Todos los cuadrantes se registraron en Tolima, en los municipios de Icononzo y Melgar. Tabla 58 y Tabla 59. La matriz de datos consolidada y las matrices base para tablas y gráficas de distribución y de las curvas de nivel se presentan en el Anexo LevVEDA-4. El consolidado cartográfico de la Solicitud se presenta en el Anexo LevVEDA-5.

Tabla 57 Comparación de coberturas de la tierra interpretadas en pre-campo y las identificadas post-campo para el Área de intervención del Proyecto

Código	Coberturas de la tierra	Símbolo	Área a intervenir (Ha)			Forófitos		Otros sustratos (cuadrantes)	
			Pre campo	Post campo	Post campo (%)	Teóricos (Gradstein et al. 2003)	Registrados		
112	Tejido urbano discontinuo	Tud	0	0,15	0,42%	NA	1		
122	Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	Rvfta	0,75	4,84	13,26%		1	0	
141	Zonas verdes urbanas	Zvu	0,01	0,1	0,27%		NA		NA
142	Instalaciones recreativas	Ir	0	0,01	0,04%				NA
231	Pastos limpios	Pl	0,02	0	0				0
232	Pastos arbolados	Pa	0,01	1,54	4,22%				0
233	Pastos enmalezados	Pe	0,05	20,06	55%			0	
244	Mosaico de pastos con espacio naturales	Mpen	0	0,11	0,30%	No dato comparativo	1	0	
245	Mosaico de cultivos y espacio naturales	Mcen	0,04	0		NA			
311	Bosque denso	Bd	3,47	0		NA			
312	Bosque abierto	Ba	0	2,16	5,92%	17,3	19	14	
313	Bosque fragmentado	Bf	0,29	0		NA			
314	Bosque de galería y/o ripario	Bgr	0,77	0,9	2,48%	7,2	4	0	
315	Plantación forestal	Pf	0	0,64	1,77%	No dato comparativo	22	3	
321	Herbazal	Her	0,01	0		NA			
322	Arbustal	Arb	0,37	0,003	0,01%	0,0	0	0	
323	Vegetación secundaria	Vs	1,28	5,4	14,81%	43,2	68	39	
332	Afloramiento rocoso	Ar	0,32	0,55	1,51%	NA	NA	2	
333	Tierras desnudas y degradadas	Tdd	0,06	0		NA			
Total			7,45	36,46	100%	68	116	58	

Fuente: INGETEC, presente estudio

Tabla 58 Localización de los 115 forófitos registrados en el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02

No.	ID forófitos y cuadrantes	Cobertura vegetal	Forófito -familia	Forófito -especie	Forófito – n. común	Coord. X	Coord. Y	Municipio	Departamento
1	FO1	Vst	No dato (FO1)	No dato (FO1)	No dato (FO1)	947490,86	963153,92	ICONONZO	T
2	FO10	Vst	No dato (FO10)	No dato (FO10)	No dato (FO10)	947561,10	963096,70	ICONONZO	T
3	FO2	Vst	No dato (FO2)	No dato (FO2)	No dato (FO2)	947481,64	963155,80	ICONONZO	T
4	FO3	Vst	FABACEAE	No dato	No dato	947473,08	963160,39	ICONONZO	T
5	FO4	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947468,65	963157,58	ICONONZO	T
6	FO5	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947466,44	963163,34	ICONONZO	T
7	FO6	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947465,00	963165,00	ICONONZO	T
8	FO7	Rvfta	URTICACEAE	<i>Cecropia cf. peltata</i>	Yarumo	947460,29	963167,80	ICONONZO	T
9	FO8	Vst	URTICACEAE	<i>Cecropia cf. peltata</i>	Yarumo	947461,75	963166,17	ICONONZO	T
10	FO9	Vst	No dato (FO9)	No dato (FO9)	No dato (FO9)	947517,49	963139,38	ICONONZO	T
11	PD1 A02	Vst	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	947546,00	963107,00	ICONONZO	T
12	PD1 A11	Vst	FABACEAE	<i>Brownea sp.</i>	No registra	947525,00	963132,00	ICONONZO	T
13	PD1 A12	Vst	BURSERACEAE	<i>Bursera simaruba</i>	Indio desnudo	947521,28	963130,36	ICONONZO	T
14	PD1 A21	Vst	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	947496,00	963149,00	ICONONZO	T
15	FO12	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947565,81	963043,92	ICONONZO	T
16	FO14	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947346,60	963262,71	ICONONZO	T
17	PD2 A05	Ba	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	947414,28	963199,33	ICONONZO	T
18	PD2 A08	Ba	FABACEAE	<i>Machaerium capote</i>	Capote	947391,15	963218,42	ICONONZO	T
19	PD2 A11	Ba	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947384,10	963229,05	ICONONZO	T
20	PD2 A22	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947358,96	963251,56	ICONONZO	T
21	PD3 A10	Ba	BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Chicala	947308,64	963289,16	ICONONZO	T
22	PD3 A31	Ba	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Carreto	947310,89	963270,87	ICONONZO	T
23	PD3 A38	Ba	SAPINDACEAE	<i>Talisia sp.</i>	No registra	947306,89	963269,87	ICONONZO	T
24	FO15	Tud	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947592,62	963087,51	ICONONZO	T
25	FO18	Mpcen	FABACEAE	No dato	No dato	947545,68	963135,92	ICONONZO	T
26	FO19	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947446,48	963194,53	ICONONZO	T
27	FO20	Pf	ROSACEAE	<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	947444,60	963200,06	ICONONZO	T

No.	ID forófitos y cuadrantes	Cobertura vegetal	Forófito -familia	Forófito -especie	Forófito – n. común	Coord. X	Coord. Y	Municipio	Departamento
28	FO21	Pf	BIGNONIACEAE	<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	947443,44	963201,62	ICONONZO	T
29	PD4 A02	Pf	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	947431,79	963207,36	ICONONZO	T
30	PD4 A05	Pf	SAPOTACEAE	<i>Pouteria cf. torta</i>	No registra	947424,21	963216,40	ICONONZO	T
31	PD4 A08	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947415,50	963224,09	ICONONZO	T
32	PD4 A13	Pf	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	947408,50	963230,09	ICONONZO	T
33	PD4 A14	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947403,50	963230,09	ICONONZO	T
34	PD4 A20	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947397,00	963240,41	ICONONZO	T
35	PD4 A22	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	947391,78	963245,62	ICONONZO	T
36	PD5 A02	Vst	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	945985,07	964066,76	MELGAR	T
37	PD5 A08	Vst	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	946012,89	964057,95	MELGAR	T
38	PD5 A09	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946015,89	964056,95	MELGAR	T
39	PD5 A14	Pf	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	946025,89	964052,95	MELGAR	T
40	FO23	Vst	No dato (FO23)	No dato (FO23)	No dato (FO23)	946344,21	963945,31	MELGAR	T
41	FO24	Vst	FABACEAE	No dato	No dato	946343,83	963946,23	MELGAR	T
42	FO25	Vst	No dato (FO25)	No dato (FO25)	No dato (FO25)	946308,65	963960,96	MELGAR	T
43	FO26	Vst	MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	946293,50	963963,34	MELGAR	T
44	FO27	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	946285,89	963964,00	MELGAR	T
45	FO28	Vst	No dato (FO28)	No dato (FO28)	No dato (FO28)	946473,55	963879,86	MELGAR	T
46	FO29	Ba	No dato (FO29)	No dato (FO29)	No dato (FO29)	946484,72	963873,35	MELGAR	T
47	PD5 A28	Pf	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	946068,87	964038,79	MELGAR	T
48	PD5 A35	Pf	FABACEAE	<i>Machaerium capote</i>	Capote	946080,87	964034,79	MELGAR	T
49	PD6 A07	Pf	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	946181,52	963998,09	MELGAR	T
50	PD6 A12	Pf	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	946171,57	964001,26	MELGAR	T
51	PD6 A17	Pf	MORACEAE	<i>Ficus benamina</i>	Caucho	946162,92	964007,18	MELGAR	T
52	PD7 A08	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946377,00	963918,00	MELGAR	T
53	PD7 A20	Vst	MUNTINGIACEAE	Muntingia calabura	Chitató	946431,17	963885,97	MELGAR	T
54	PD7 A21	Vst	MUNTINGIACEAE	Muntingia calabura	Chitató	946433,17	963885,97	MELGAR	T
55	FO32	Vst	No dato (FO32)	No dato (FO32)	No dato (FO32)	945868,63	964107,39	MELGAR	T

No.	ID forófitos y cuadrantes	Cobertura vegetal	Forófito -familia	Forófito -especie	Forófito – n. común	Coord. X	Coord. Y	Municipio	Departamento
56	PD10 A01	Vst	BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Chicala	945893,19	964091,19	MELGAR	T
57	PD10 A03	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945882,00	964097,00	MELGAR	T
58	PD10 A06	Vst	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	945871,00	964095,00	MELGAR	T
59	PD10 A08	Vst	(Indeterminado 1)	(Indeterminado 1)	NA	945874,00	964088,00	MELGAR	T
60	PD10 A11	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945885,00	964089,00	MELGAR	T
61	PD9 A05	Pf	MALVACEAE	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceiba majagua	946129,40	964039,86	MELGAR	T
62	PD9 A09	Pf	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	946126,00	964038,00	MELGAR	T
63	PD9 A13	Pf	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Mu Nogal	946098,00	964051,00	MELGAR	T
64	PD9 A19	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	946071,17	964062,13	MELGAR	T
65	PD9 A21	Pf	ANACARDIACEAE	<i>Mangifera indica</i>	Mango	946063,17	964063,13	MELGAR	T
66	FO B	Ba	No dato (FO B)	No dato (FO B)	No dato (FO B)	946660,47	963718,42	MELGAR	T
67	PD11 A02	Ba	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Carreto	946725,94	963676,86	MELGAR	T
68	PD11 A05	Ba	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	946723,44	963677,77	MELGAR	T
69	PD11 A13	Ba	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	946699,00	963680,00	MELGAR	T
70	PD11 A15	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946694,00	963682,00	MELGAR	T
71	PD11 A22	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946691,60	963691,75	MELGAR	T
72	PD11 A36	Ba	ANNONACEAE	<i>Xylopia sp.</i>	No registra	946706,00	963686,00	MELGAR	T
73	PD11 A38	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946706,00	963680,00	MELGAR	T
74	PD11 A42	Ba	MELIACEAE	<i>Trichilia pallida</i>	No registra	946713,00	963681,00	MELGAR	T
75	PD12 A22	Ba	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	946691,02	963691,03	MELGAR	T
76	FO F	Vst	No dato (FO F)	No dato (FO F)	No dato (FO F)	944375,22	963611,16	MELGAR	T
77	FO34	Vst	No dato (FO 34)	No dato (FO 34)	No dato (FO 34)	944639,95	963712,29	MELGAR	T
78	FO35	Vst	No dato (FO35)	No dato (FO35)	No dato (FO35)	944641,73	963710,52	MELGAR	T
79	PD13 A01	Vst	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	944661,05	963717,99	MELGAR	T
80	PD13 A02	Vst	SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	No registra	944661,06	963722,76	MELGAR	T
81	PD13 A03	Vst	BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Chicala	944669,50	963728,75	MELGAR	T
82	PD13 A07	Vst	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Mu Nogal	944702,46	963736,33	MELGAR	T

No.	ID forófitos y cuadrantes	Cobertura vegetal	Forófito -familia	Forófito -especie	Forófito – n. común	Coord. X	Coord. Y	Municipio	Departamento
83	PD14 A09	Vst	ANNONACEAE	Xylopia sp.	No registra	944379,00	963595,00	MELGAR	T
84	PD14 A11	Vst	BIGNONIACEAE	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Chicala	944383,00	963598,00	MELGAR	T
85	FO36	Vst	No dato (FO 36)	No dato (FO 36)	No dato (FO 36)	944847,10	963770,83	MELGAR	T
86	PD15 A14	Vst	CANNABACEAE	Celtis iguanaea	No dato	944833,00	963770,00	MELGAR	T
87	PD15 A15	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	944837,00	963763,00	MELGAR	T
88	PD15 A16	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	944834,00	963761,00	MELGAR	T
89	PD16 A10	Bgr	FABACEAE	Calliandra sp.	No registra	944483,75	963674,17	MELGAR	T
90	PD16 A11	Bgr	FABACEAE	Senegalia polyphylla	No registra	944469,30	963667,63	MELGAR	T
91	PD16 A12	Bgr	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	944465,30	963667,63	MELGAR	T
92	PD16 A13	Bgr	URTICACEAE	<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo	944463,30	963666,63	MELGAR	T
93	FO40	Vst	No dato (FO 40)	No dato (FO 40)	No dato (FO 40)	943693,76	963616,44	MELGAR	T
94	PD18 A03	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945174,00	963787,00	MELGAR	T
95	PD18 A12	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945184,00	963795,00	MELGAR	T
96	PD18 A19	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945194,00	963804,00	MELGAR	T
97	PD18 A20	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945184,00	963801,00	MELGAR	T
98	PD18 A30	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945189,21	963809,76	MELGAR	T
99	PD18 A37	Vst	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Mu Nogal	945198,00	963810,00	MELGAR	T
100	PD18 A38	Vst	BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i>	Mu Nogal	945197,40	963812,67	MELGAR	T
101	PD18 A39	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	945200,00	963810,00	MELGAR	T
102	FO42	Vst	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	933147,30	956943,13	NILO	C
103	FO43	Vst	No dato (FO 43)	No dato (FO 43)	No dato (FO 43)	933151,54	956943,68	NILO	C
104	FO44	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	933273,81	956963,57	NILO	C
105	FO45	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	933275,69	956958,05	NILO	C
106	FO46	Vst	No dato (FO46)	No dato (FO46)	No dato (FO46)	933288,67	956945,21	NILO	C
107	FO47	Vst	No dato (FO47)	No dato (FO47)	No dato (FO47)	933286,78	956941,45	NILO	C
108	FO48	Vst	No dato (FO48)	No dato (FO48)	No dato (FO48)	933264,62	957002,29	NILO	C

No.	ID forófitos y cuadrantes	Cobertura vegetal	Forófito -familia	Forófito -especie	Forófito – n. común	Coord. X	Coord. Y	Municipio	Departamento
109	PD25 A04	Vst	FABACEAE	Albizia guachapele	Iguá	943112,37	963516,74	MELGAR	T
110	PD25 A05	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	943112,96	963517,55	MELGAR	T
111	PD25 A08	Vst	SAPINDACEAE	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Mamoncillo	943115,71	963518,62	MELGAR	T
112	PD25 A11	Vst	FABACEAE	<i>Albizia guachapele</i>	Iguá	943115,11	963521,72	MELGAR	T
113	PD25 A19	Vst	FABACEAE	Albizia guachapele	Iguá	943131,65	963537,87	MELGAR	T
114	PD25 A25	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	943150,08	963547,28	MELGAR	T
115	PD25 A31	Vst	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens</i>	Diomate	943172,79	963558,38	MELGAR	T

Siglas. T=Tolima; C= Cundinamarca; Ar= Afloramientos rocosos; Ba= Bosque abierto; Bgr= Bosque de galería y/o ripario; Pf= Plantación forestal; Rvfta= Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Tud= Tejido urbano discontinuo; Mpcen= Mosaico de pastos con espacios naturales; Vst= Vegetación secundaria.

Fuente: INGETEC, presente estudio

Tabla 59 Localización de los 58 cuadrantes de humus, roca y mixto humus-roca por coberturas de la tierra registrados en el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02

No.	ID cuadrantes	Sustrato	Cobertura vegetal	Coord. X	Coord. Y	Vereda	Municipio
1	HU2	Humus	Vst	947475,43	963155,58	BOQUERON	ICONONZO
2	HU3		Ba	947372,46	963246,11	BOQUERON	ICONONZO
3	HU4		Ba	947313,56	963302,62	BOQUERON	ICONONZO
4	HU5		Vst	946430,65	963903,77	LA REFORMA	MELGAR
6	HU7		Vst	944366,002	963596,359	MALACHÍ	MELGAR
7	HU8		Vst	944379,00	963612,93	MALACHÍ	MELGAR
8	HU9		Vst	944386,32	963609,28	MALACHÍ	MELGAR
9	HU10		Vst	945235,75	963829,90	TOKIO	MELGAR
10	HU11-A		Vst	945189,25	963817,01	TOKIO	MELGAR
11	HU11-B		Vst	943114,94	963517,90	MALACHÍ	MELGAR
12	HU12		Vst	943133,67	963534,58	MALACHÍ	MELGAR
5	HU6		Mixto, humus y roca	Ba	946666,01	963701,82	LA REFORMA
13	RO1	Roca	Vst	947500,07	963146,51	BOQUERON	ICONONZO
14	RO2		Vst	947519,96	963127,61	BOQUERON	ICONONZO

No.	ID cuadrantes	Sustrato	Cobertura vegetal	Coord. X	Coord. Y	Vereda	Municipio
15	RO4		Vst	947561,10	963087,53	BOQUERON	ICONONZO
16	RO5		Vst	947561,09	963078,35	BOQUERON	ICONONZO
17	RO6		Vst	947561,07	963037,77	BOQUERON	ICONONZO
18	RO7		Ba	947416,51	963199,81	BOQUERON	ICONONZO
19	RO8		Ba	947309,15	963309,28	BOQUERON	ICONONZO
20	RO9		Ba	947310,38	963306,57	BOQUERON	ICONONZO
21	RO10		Ba	947318,85	963273,79	BOQUERON	ICONONZO
22	RO11		Ba	947311,42	963277,56	BOQUERON	ICONONZO
23	RO12		Ba	947324,41	963281,20	BOQUERON	ICONONZO
24	RO13		Pf	947452,03	963194,53	BOQUERON	ICONONZO
25	RO14		Pf	947391,00	963244,33	BOQUERON	ICONONZO
26	RO15		Vst	946355,31	963939,78	LA REFORMA	MELGAR
27	RO16		Vst	946345,98	963936,13	LA REFORMA	MELGAR
28	RO17		Vst	946327,66	963946,20	LA REFORMA	MELGAR
29	RO18		Pf	946080,96	964035,96	LA REFORMA	MELGAR
30	RO19		Vst	946444,34	963894,82	LA REFORMA	MELGAR
31	RO20		Ba	946484,71	963860,41	LA REFORMA	MELGAR
32	RO21		Vst	945896,54	964106,47	LA REFORMA	MELGAR
33	RO22		Ba	946714,70	963685,96	LA REFORMA	MELGAR
34	RO23		Ba	946706,63	963679,68	LA REFORMA	MELGAR
35	RO24		Ba	946691,87	963696,28	LA REFORMA	MELGAR
36	RO26		Ba	946654,92	963727,60	LA REFORMA	MELGAR
37	RO27		Vst	944645,51	963716,05	TOKIO	MELGAR
38	RO28		Vst	944695,49	963747,31	TOKIO	MELGAR
39	RO29		Vst	944732,16	963764,68	TOKIO	MELGAR
40	RO30		Vst	944380,77	963601,87	MALACHÍ	MELGAR
41	RO31		Vst	944834,28	963771,21	TOKIO	MELGAR
42	RO34		Vst	945174,67	963785,70	TOKIO	MELGAR
43	RO35		Vst	945194,94	963820,99	TOKIO	MELGAR
44	RO37-B		Vst	945264,04	963855,45	TOKIO	MELGAR

No.	ID cuadrantes	Sustrato	Cobertura vegetal	Coord. X	Coord. Y	Vereda	Municipio
45	RO38-A		Vst	945288,77	963865,41	TOKIO	MELGAR
46	RO38-B		Vst	945262,06	963875,47	TOKIO	MELGAR
47	RO39		Vst	943566,45	963624,83	MALACHÍ	MELGAR
48	RO40		Vst	943572,66	963624,92	MALACHÍ	MELGAR
49	RO41		Vst	943578,22	963624,92	MALACHÍ	MELGAR
50	RO42		Vst	943596,34	963624,50	MALACHÍ	MELGAR
51	RO43		Vst	943613,41	963623,45	MALACHÍ	MELGAR
52	RO44		Vst	943699,82	963614,99	MALACHÍ	MELGAR
53	RO45		Vst	943718,98	963612,29	MALACHÍ	MELGAR
54	RO46		Vst	943743,78	963602,88	MALACHÍ	MELGAR
55	RO47		Vst	943747,98	963609,69	MALACHÍ	MELGAR
56	RO48		Vst	943762,63	963608,02	MALACHÍ	MELGAR
57	RO49		Ar	943815,19	963602,87	MALACHÍ	MELGAR
58	RO50		Ar	943820,25	963601,70	MALACHÍ	MELGAR

Siglas. T= Tolima; C= Cundinamarca; Ar= Afloramientos rocosos; Ba= Bosque abierto; Bgr= Bosque de galería y/o ripario; Pf= Plantación forestal; Rvfta= Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Tud= Tejido urbano discontinuo; Mpcen= Mosaico de pastos con espacios naturales; Vst= Vegetación secundaria.

Fuente: INGETEC, presente estudio

Los registros y número de individuos y área epifitada (cm²) por sustrato y grupo vegetal se presentan en la Tabla 60 y muestran un predominio de los registros de líquenes (68,3%), seguido de bromelias (22,7%). En el caso de individuos vasculares en veda, se registró un fuerte predominio de bromelias (98,9%) y en flora no vascular en veda predominaron los líquenes en área de cobertura, medida en cm², sobre forófitos, cuadrantes de roca y mixtos.

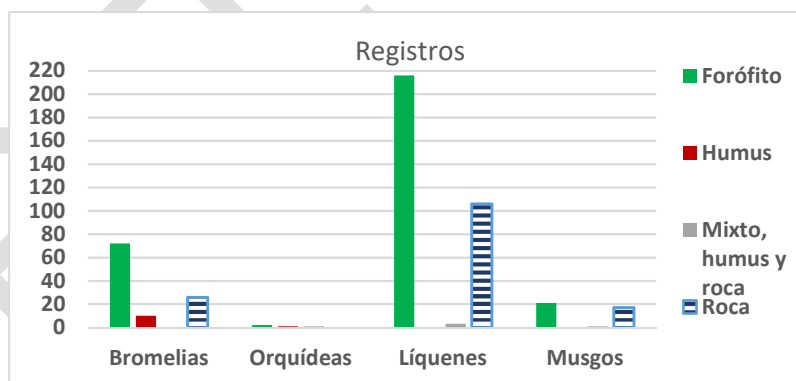
Tabla 60 Resumen de registros y número de individuos y área epifitada (cm²) por sustrato y grupo vegetal en el proyecto

Sustrato / Grupo vegetal	Registros				Individuos y/o área epifitada (cm ²)			
	Bromelias	Orquídeas	Líquenes	Musgos	Bromelias	Orquídeas	Líquenes	Musgos
Forófito	72	2	216	21	1307	15	11991	1787
Humus	10	1			26	1	0	0
Mixto, humus y roca	0	1	3	1	0	1	920	150
Roca	26	0	106	17	219	0	26831	4035
Subtotal (valor)	108	4	325	39	1552	17	39742	5972
Subtotal (%)	22,7%	0,8%	68,3%	8,2%	98,9%	1,1%	86,9%	13,1%
Total	476 registros				1569 individuos		45714 cm²	

Fuente: INGETEC, presente estudio

Las coberturas con mayores registros fueron Vegetación secundaria o en transición (55,7%, equivalente a 265/476 registros), seguida de Bosque abierto (22,1%, 105/476 registros) y Plantación forestal con 82 registros. Con respecto a sustratos epifitados o de desarrollo de flora en veda nacional, el 65.3% de los registros se realizaron sobre forófitos y el 31.3% sobre cuadrantes de roca, dada la abundancia de rocas expuestas en el área de Solicitud, por las condiciones geológicas, tipo de suelo y la inclinación del terreno. Figura 37 y Tabla 61.

Figura 37 Distribución de registros de muestreos para veda nacional de epífitas por grupo vegetal y sustrato



Fuente: INGETEC, presente estudio

Tabla 61 Resumen de distribución de registros por cobertura vegetal, sustrato y grupo vegetal en el proyecto

Sigla coberturas	Forófito					Humus			Mixto, humus y roca				Roca			
	Bro	Orq	Líq	Mus	Total	Bro	Orq	Total	Orq	Líq	Mus	Total	Bro	Líq	Mus	Total
Ar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Ba	11	0	38	5	54	2	0	2	1	3	1	5	3	34	7	44
Bgr	0	0	14	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mpcen	3	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pf	15	1	51	3	70	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	12
Rvfta	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tud	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vs	42	1	112	11	166	8	1	9	0	0	0	0	20	62	8	90
Total	72	2	216	21	311	10	1	11	1	3	1	5	26	106	17	149

Siglas. Brom= bromelias; Orq= orquídeas; Líq= líquenes; Mus= musgos.

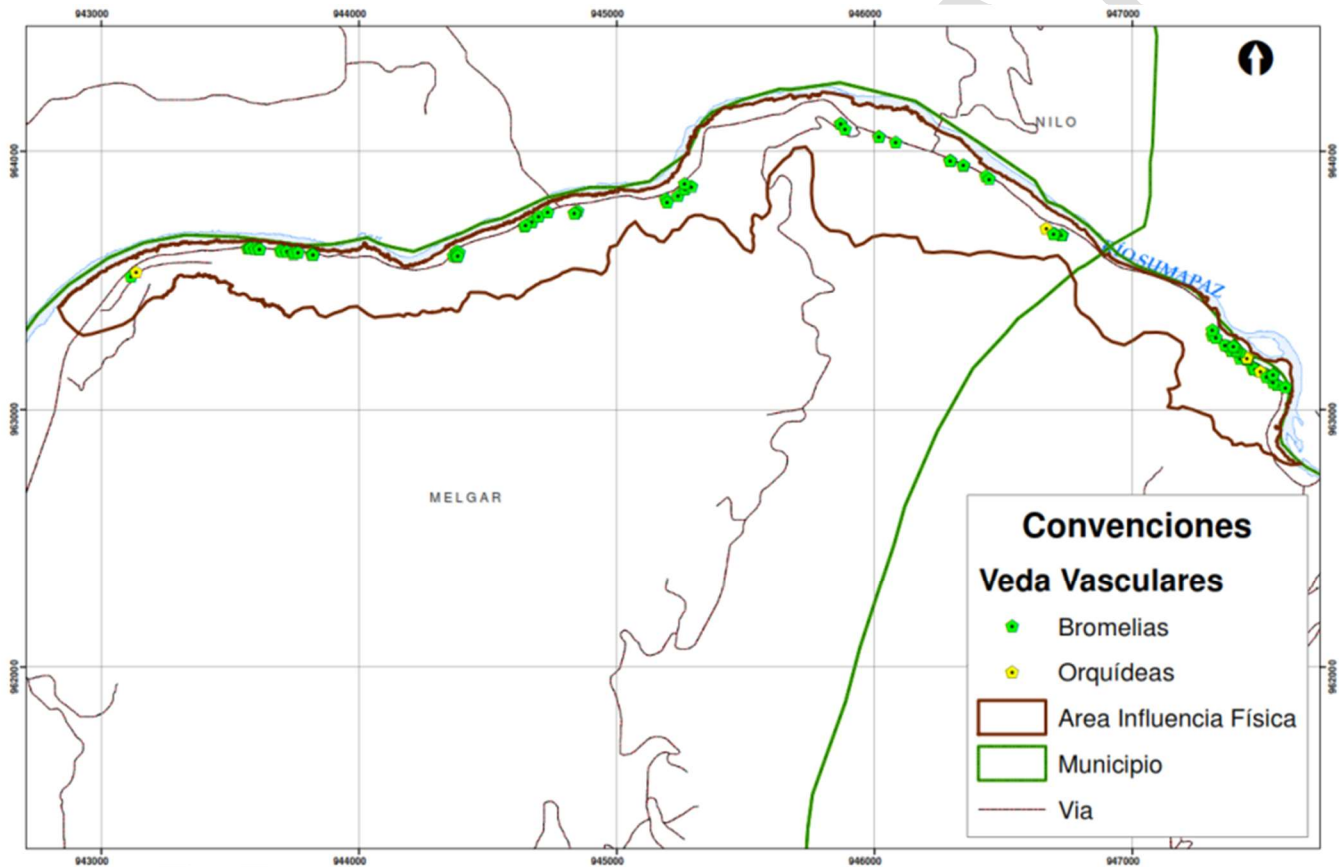
Ar= Afloramientos rocosos; Ba= Bosque abierto; Bgr= Bosque de galería y/o ripario; Pf= Plantación forestal; Rvfta= Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Tud= Tejido urbano discontinuo; Mpcen= Mosaico de pastos con espacios naturales; Vst= Vegetación secundaria.

Fuente: INGETEC, presente estudio

Con relación al número de individuos de flora vascular con veda nacional (bromelias y orquídeas), en total se reportaron 1569 individuos vasculares con veda nacional, de ellos 1552 bromelias y 17 orquídeas. Las vasculares fueron muy abundantes sobre forófitos con 1322 individuos totales, de ellos solo 15 orquídeas; en humus se reportan 26 individuos bromelias y una orquídea, en roca 219 bromelias y en mixto, un individuo de orquídea.

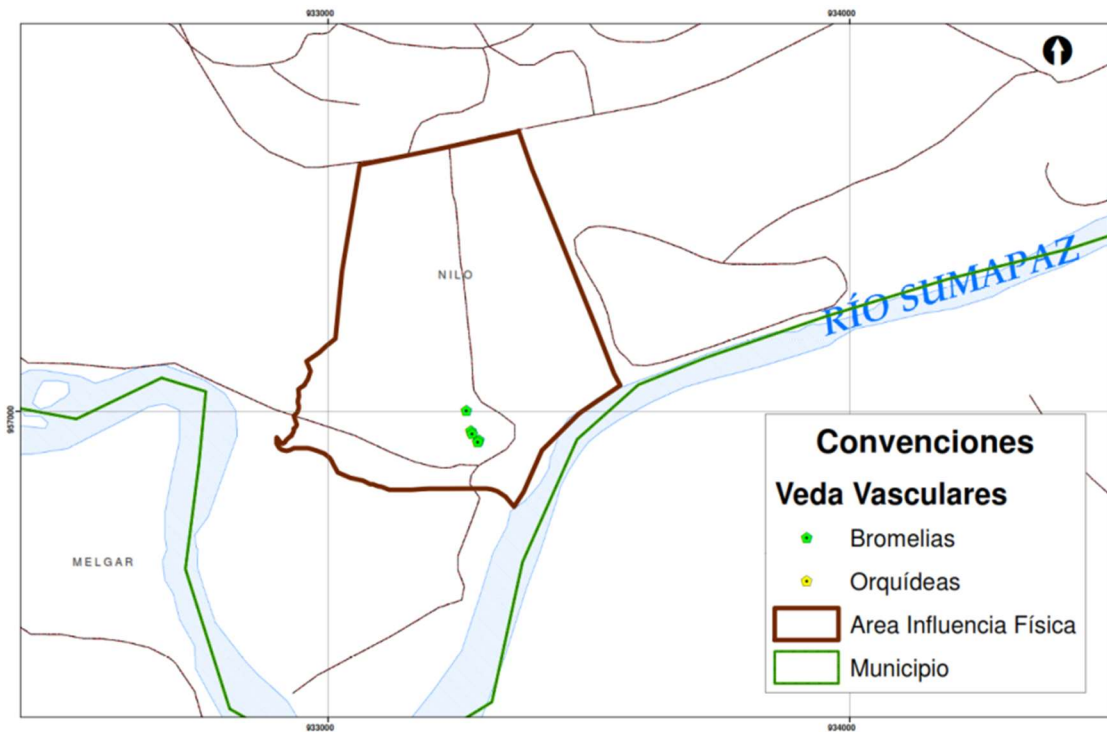
La mayoría de individuos de bromelias se registraron en las coberturas Vegetación secundaria (1125/1552), seguida con valores muy distantes en la cobertura Mosaico de pastos con espacios naturales, con 143 individuos. Tabla 62, Figura 38, Figura 39 y Figura 40.

Figura 38 Mapa de distribución de individuos de epífitas vasculares por grupo vegetal en área vial de infraestructura. UF2



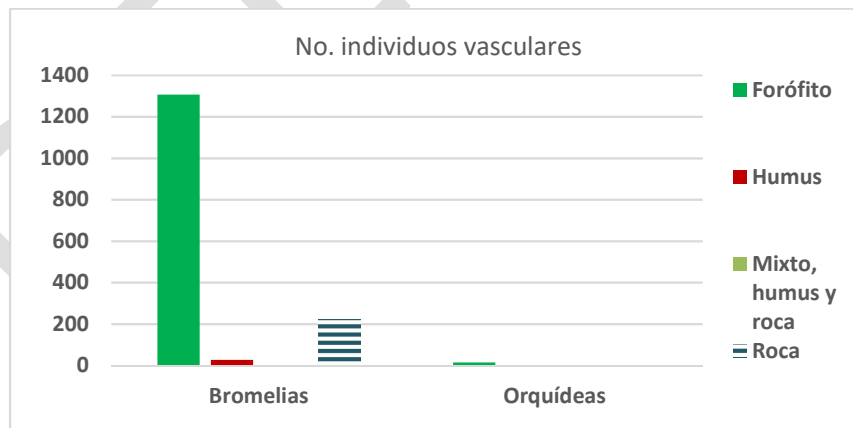
Fuente: INGETEC, presente estudio

Figura 39 Mapa de distribución de individuos de epífitas vasculares por grupo vegetal en ZODME. UF2



Fuente: INGETEC, presente estudio

Figura 40 Individuos de epífitas vasculares por sustrato. UF2



Fuente: INGETEC, presente estudio

Con respecto a epífitas no vasculares caracterizadas, se caracterizó una cobertura total en área de 45714 cm², sobre todos los sustratos (forófitos, roca o humus), de ellas el 86.9% fueron líquenes y el restante musgos. La mayor cobertura de especies no vasculares se presentó en Vegetación secundaria con 26459 cm² (57.9%), seguida de Bosque abierto 12312 cm². Estas epífitas no vasculares cubrieron un área en superficie total sobre forófitos de 13778 cm², en roca de 30866 cm² y en el cuadrante mixto cubrió en total 1070 cm². Dentro del área de la infraestructura planteada del proyecto no se registró ninguna hepática ni marchantiophyta. Ver Tabla 62.

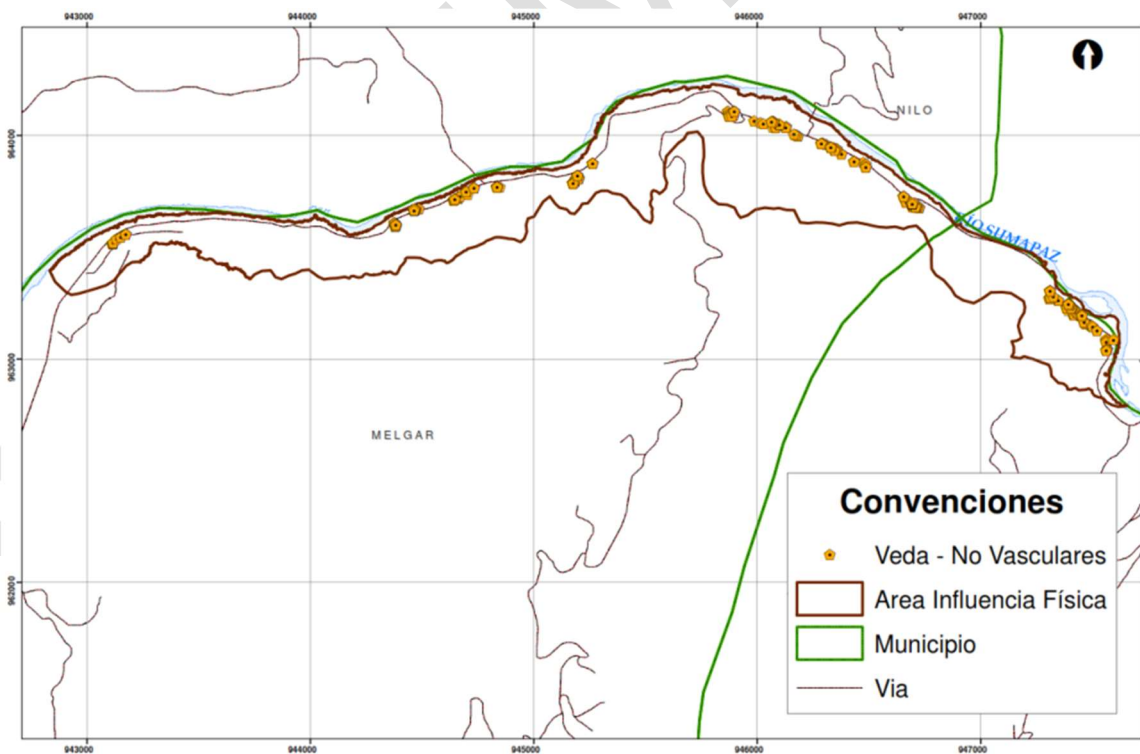
Tabla 62 Resumen de distribución de individuos¹² y/o área epifitada (cm²)¹³ por cobertura vegetal, sustrato y grupo vegetal en el proyecto

Sigla coberturas	Forófito				Humus		Mixto, humus y roca			Roca		
	Brom	Orq	Liq	Mus	Brom	Orq	Orq	Liq	Mus	Brom	Liq	Mus
Ar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
Ba	84	0	2346	275	2	0	1	920	150	4	7381	1240
Bgr	0	0	818	58	0	0	0	0	0	0	0	0
Mpcen	143	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pf	116	14	2978	275	0	0	0	0	0	0	2362	390
Rvfta	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tud	45	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0
Vs	919	1	5814	1152	24	1	0	0	0	182	17088	2405
Total	1307	15	11991	1787	26	1	1	920	150	219	26831	4035
Total (%)	1322		13778		27		1	1070		219	30866	

Siglas. Brom= bromelias; Orq= orquídeas; Liq= líquenes; Mus= musgos.
 Ar= Afloramientos rocosos; Ba= Bosque abierto; Bgr= Bosque de galería y/o ripario; Pf= Plantación forestal; Rvfta= Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; Tud= Tejido urbano discontinuo; Mpcen= Mosaico de pastos con espacios naturales; Vst= Vegetación secundaria.

Fuente: INGETEC, presente estudio

Figura 41 Mapa de distribución de individuos de epífitas no vasculares por grupo vegetal en área vial de infraestructura. UF2

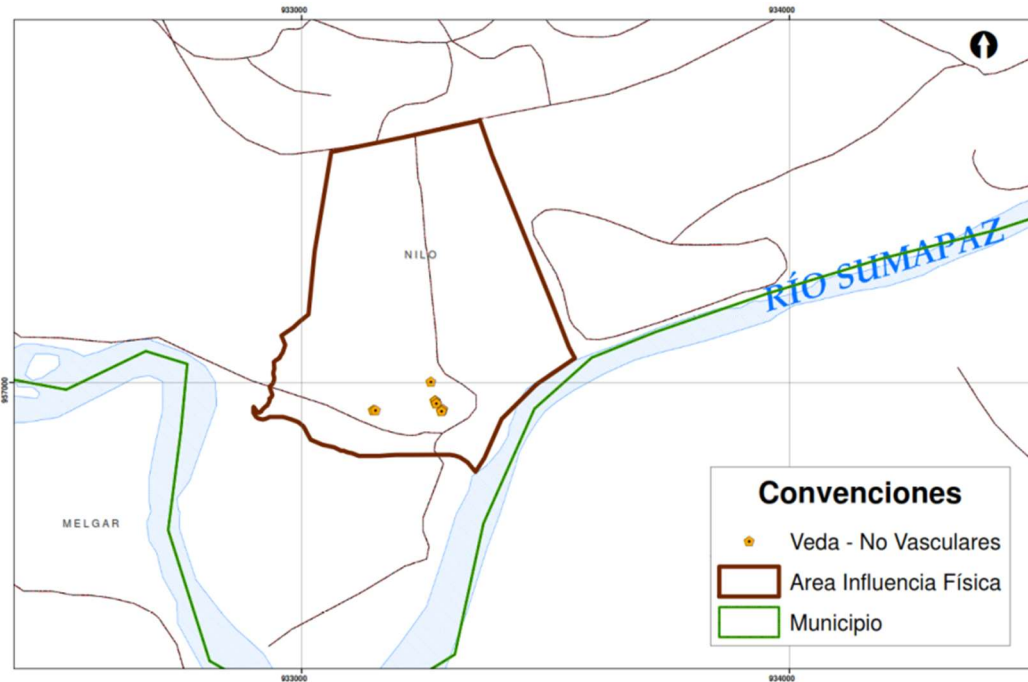


¹²Flora vascular con veda nacional: Bromelias y orquídeas

¹³Flora no vascular con veda nacional: Líquenes y musgos

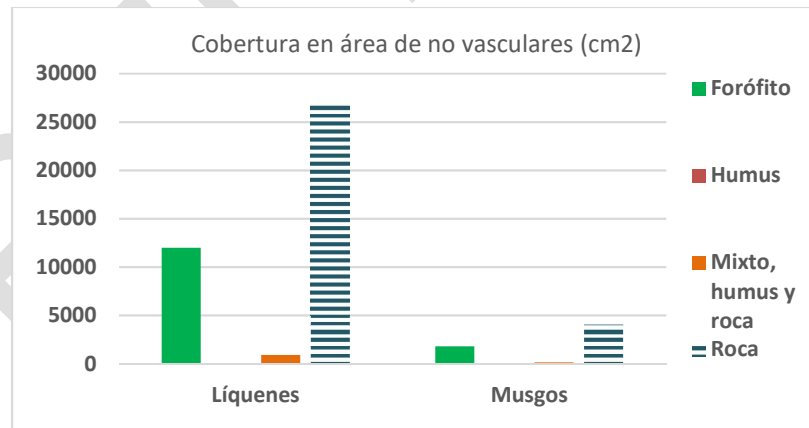
Fuente: INGETEC, presente estudio

Figura 42 Mapa de distribución de individuos de epífitas no vasculares por grupo vegetal en ZODME. UF2



Fuente: INGETEC, presente estudio

Figura 43 Cobertura en área (cm²) registrada de epífitas no vasculares por sustrato. UF2



Fuente: INGETEC, presente estudio

- Lista de especies con veda nacional para solicitud de levantamiento parcial de veda y especies de forófitos

En el área de infraestructura a desarrollar en el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02, se colectaron 62 muestras de herbario, de ellas 53 dentro del área de infraestructura y 9 en alrededores (en área de permiso de colecta del EIA del proyecto). De ellas, todas las muestras de especies no vasculares se

depositaron en el herbario de la Universidad Distrital (UDBC) y en el caso de vasculares, se depositaron en el herbario Nacional Colombiano (COL). Anexo LevVEDA-6, Anexo LevVEDA-7 y Anexo LevVEDA-8.

En el área a intervenir por el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02, se identificaron 74 especies de flora con veda nacional, bajo la Resolución 0213 de 1977 (MADS, 2017b, inicialmente del INDERENA), de ellas 16 vasculares y 58 no vasculares, por las cuales se solicita mediante este documento técnico el levantamiento parcial de la veda. En el documento técnico de solicitud de levantamiento parcial de veda se caracteriza la flora para cada cobertura vegetal. Tabla 63.

Tabla 63 Listado de especies en veda nacional bajo la Resolución 0213 de 1977

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁴
1	Bromelias	BROMELIACEAE	Aechmea sp.	1
2			Greigia sp.	1
3			Pitcairnia cf. echinata	28
4			Pitcairnia echinata Hook.	123
5			Pitcairnia sp.2	27
6			Puya floccosa (Linden) Mez	56
7			Tillandsia aff. straminea	14
8			Tillandsia cf. juncea	5
9			Tillandsia elongata Kunth	17
10			Tillandsia flexuosa Sw.	178
11			Tillandsia juncea (Ruiz & Pav.) Poir.	52
12			Tillandsia recurvata (L.) L.	1049
13			Bromelia indet., Subfamilia Tillandsioideae (PD2 A11)	1
NA		Subtotal	1552	
14	Orquídeas	ORCHIDACEAE	Cyrtopodium sp.	1
15			Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.	1
16			Trichocentrum sp.	15
NA		Subtotal	17	
17	Líquenes	ARTHONIACEAE	Arthonia sp.	4151
18			Cryptothecia striata G. Thor	120
19			Herpothallon sp.1	430
20			Herpothallon sp.3	835
21		CANDELARIACEAE	Candelaria sp.	91
22		CHRYSOTHRICACEAE	Chrysothrix chlorina (Ach.) J.R. Laundon	464
23		COENOGONIACEAE	Coenogonium barbatum Lücking, Aptroot & Umaña	9
24		COLLEMATACEAE	Leptogium cyanescens (Rabenh.) Körb.	448
25			Leptogium denticulatum Tuck.	454
26			Leptogium mangle M.P. Marcelli & I.P.R. Cunha	5
27		GRAPHIDACEAE	Diploschistes actinostomus (Ach.) Zahlbr.	90
28			Graphis scripta (L.) Ach.	340
29			Hemithecium sp.1	240
30			Hemithecium sp.2	407
31			GRAPHIDACEAE, indet. (PD16 A12)	70

¹⁴área epifitada

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A0

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁴	
32		LECANORACEAE	Lecanora aff. rubella	1730	
33			Lecanora alba Lumbsch	18	
34		MONOBLASTIACEAE	Monoblastia rapii Zahlbr.	45	
35		PARMELIACEAE	Parmotrema cf. praesorediosum	19	
36			Parmotrema praesorediosum (Nyl.) Hale	647	
37		PHYSICIACEAE	Dirinaria papillulifera (Nyl.) D.D. Awasthi	120	
38			Dirinaria sp.	150	
39			Hyperphyscia syncolla (Tuck. ex Nyl.) Kalb	425	
40			Physcia atrostriata Moberg	325	
41			Physcia crispa Nyl.	4853	
42			Physcia poncinsii Hue	2183	
43			Physcia solediosa (Vain.) Lynge	636	
44			Physcia sp.1	130	
45			Physcia sp.2	36	
46			Pyxine cocoes (Sw.) Nyl.	6257	
47			PYRENULACEAE	Nigrothelium tropicum (Ach.) Lücking, M.P. Nelsen & Aptroot	80
48				Pyrenula sp.	195
49			RAMALINACEAE	Bacidia salmonea S. Ekman	1114
50				Phyllopsora furfuracea Zahlbr.	3155
51		ROCELLACEAE	Opegrapha dekeselii Ertz	130	
52		TELOSCHISTACEAE	Caloplaca sp.1	40	
53		TRICHOHELIAEAE	Porina cf. internigrans	90	
54			Porina distans Vězda & Vivant	1443	
55			Porina internigrans (Nyl.) Müll. Arg.	45	
56		TRYPETHELIACEAE	Astrothelium sp.1	2946	
57			Astrothelium sp.2	479	
58		VERRUCARIACEAE	Flakea papillata O.E. Erikss.	1790	
59			_ Líquen indeterminado (PD18 A20)	16	
60			_ Líquen indet. (PD25 A05)	55	
61			_ Líquen indet. (PD25 A08)	110	
62			_ Líquen indet. (RO11, FO29 y RO28)	190	
63			_ Líquen indet. (RO17, RO23 y RO35)	233	
64			_ Líquen indet. (RO24, RO35 y RO38-B)	509	
65			_ Líquen indet. (RO27)	7	
66			_ Líquen indet. (RO38-B)	15	
67			_ Líquen indet. (RO6, HU6 y RO24)	1372	
NA			Subtotal	39742	
68		Musgos	HYPNACEAE	Mittenothamnium sp.1	1000
69				Mittenothamnium sp.2	750
70	ORTHOTRICHACEAE		Groutiella tomentosa (Hornsch.) Wijk & Margad.	160	
71			Macromitrium punctatum (Hook. & Grev.) Brid.	265	
72	SEMATOPHYLLACEAE		Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton	3382	
73	STEREOPHYLLACEAE		Entodontopsis leucostega (Brid.) W.R.Buck & R.R.Ireland	165	

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁴
74			Stereophyllum radiculosum (Hook.) Mitt.	250
NA		Subtotal		5972

Fotografía14 Orquídea *Oeceoclades maculata*. Especie naturalizada en Colombia. Muestra AP 1123.



Fotografía15 Bromelia *Pitcairnia cf. echinata*. Roca 08.



Fotografía16 Orquídea epífita *Trichocentrum sp.*, en bosque de galería y/o ripario. Muestra AP 1098.



Fotografía17 Registro del área del líquen *Leptogium mangle* M.P. Marcelli & I.P.R. Cunha. PD4 A20, muestra AP 1105.



Fotografía18 Bromelia epífita *Tillandsia recurvata*, en Central de Bomberos y tunel Ventanas. PD13 A3.



Fotografía19 Orquídea *Cyrtopodium sp.*, único grupo registrado. Humus 12. Muestra AP 1141.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

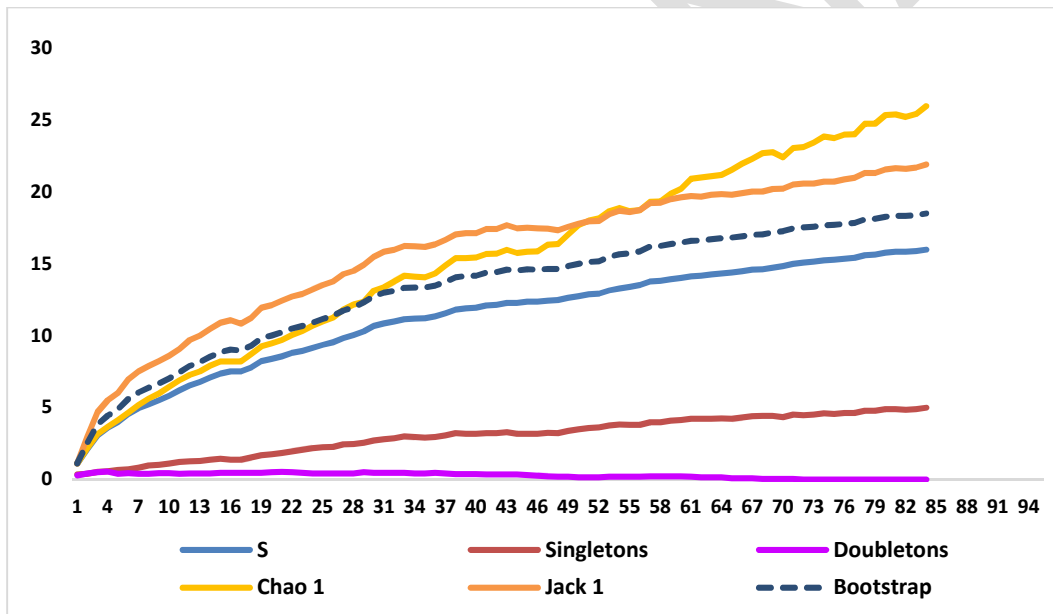
Ninguna especie con veda nacional del proyecto se registra bajo amenaza según UICN, ni por la Resolución 1912 de 2017 MADS (MADS, 2017a). Ninguna especie registrada es endémica de Colombia.

- **Curvas de acumulación de especies vasculares**

Mediante el programa STIMATES®, se analizó la representatividad del esfuerzo de muestreo de epífitas vasculares, con los datos de las 16 especies registradas. Del total de unidades muestrales, en 84/173 se registraron estas plantas. Dentro de esta muestra se estableció que los estimadores de riqueza de especies calcularon entre 13,2 y 19,8 especies como riqueza esperada. Lo cual puede inferir una eficiencia del muestreo entre el 71,00 y 84,85%.

El estimador con la mayor riqueza esperada fue Bootstrap, con una riqueza estimada de 13,2 especies, considerando este una efectividad del muestreo del 84,85%. En promedio, los estimadores de riqueza presentaron resultados frente a lo registrado en el muestreo, una efectividad promedio del 76,25%. Por tanto en la caracterización vascular con veda nacional se registraron **16 especies** y los estimadores indican que la riqueza promedio podía ser de **14,8 especies**, superando en la caracterización realizada el estimativo de riqueza de flora vascular con veda nacional.

Figura 44 Curva de acumulación de especies vasculares con veda nacional



Fuente: INGETEC, presente estudio

Tabla 64 Valores de los estimadores de curvas de acumulación de especies de epífitas vasculares

Estimador	S	Chao 1	Jack 1	Bootstrap	Valor promedio de los estimadores
Promedio	11,23	15,41	15,82	13,24	14,82
% Efectividad		72,90	71,00	84,85	76,25

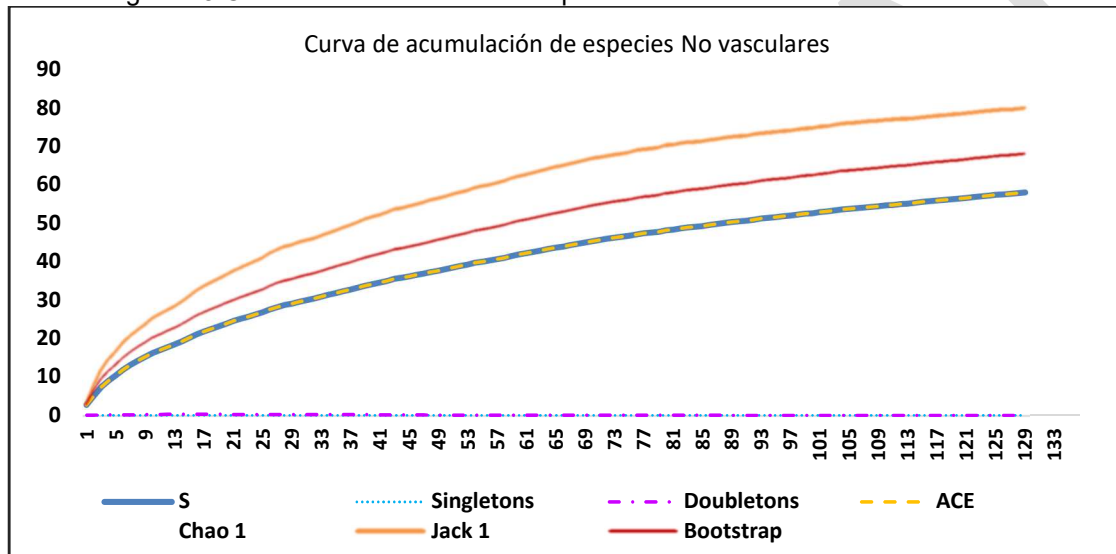
Fuente: INGETEC, presente estudio

- Curva de acumulación de especies no vasculares

Mediante el programa STIMATES®, se analizó la representatividad del esfuerzo de muestreo de epífitas no vasculares, con los datos de las 58 especies registradas, con presencia en 129/173 unidades muestrales. En esta muestra se estableció que los estimadores de riqueza de especies calcularon entre 40,3 y 58,47 especies como riqueza esperada del grupo no vasculares. Lo cual se infiere en una eficiencia del muestreo entre el 68,9 y 100,0 (de acuerdo a dos estimadores).

En promedio, los estimadores de riqueza presentaron resultados frente a lo registrado en el muestreo de especies no vasculares, una efectividad promedio del 88,1%. Por tanto en la caracterización vascular con veda nacional se registraron **58 especies** y los estimadores indican que la riqueza promedio podía ser de **46,8 especies**, superando en la caracterización realizada el estimativo de riqueza.

Figura 45 Curva de acumulación de especies no vasculares con veda nacional



Fuente: INGETEC, presente estudio

Tabla 65 Valores de los estimadores de curvas de acumulación de especies de epífitas no vasculares

Estimador	S	ACE	Chao 1	Jack 1	Bootstrap	Valor promedio de los estimadores
Promedio	40,30	40,30	40,30	58,47	48,17	46,81
% Eficiencia		100,00	100,00	68,92	83,65	88,14

Fuente: INGETEC, presente estudio

- Índices de diversidad

- Diversidad alfa de epífitas vasculares

En tres coberturas vegetales se analizan los índices de diversidad, dado que ninguna epífita vascular con veda nacional se registró en la cobertura Bosque de galería y/o ripario. Tabla 66.

Tabla 66 Índices de diversidad alfa para epífitas vasculares

INDICE	Ba	Pf	Vs
Taxa_S	7	5	11
Individuals	91	130	1127
Riqueza - Margalef (D _{Mg})	1,33	0,822	1,423
Dominancia - Simpson_1-D	0,295	0,655	0,471
Equidad - Shannon_H	0,693	1,269	1,053
Siglas. Ba= Bosque abierto, Pf= Plantación forestal, Vs= Vegetación secundaria o en transición			

El índice de Margalef (D_{Mg}) muestra que para la comunidad de epífitas vasculares la diversidad es baja para las tres coberturas, siendo mayor para la cobertura Vegetación secundaria con un valor de 1,423, seguida de Bosque abierto con valor 1,33.

El índice de Simpson (1-D) muestra para la cobertura Plantación forestal, una probabilidad de rango medio-alto (valor 65,5%) de dominio de una especie, es decir, es más probable que una especie domine en Plantación forestal, con respecto a las otras dos coberturas; hecho ocasionado por la especie con gran abundancia en Plantación forestal de la bromelia (*Tillandsia recurvata*) con un total de 67/130 individuos vasculares, equivalente al 51,5%. Por el contrario, la cobertura con menor valor de dominio de especies fue Bosque abierto, con probabilidad del 29,5%. Dado que no es una cobertura boscosa natural, sino está constituida en el área del proyecto como lindero de predios, es coherente el comportamiento de las especies vasculares en la Plantación forestal, especialmente de especies generalistas y con alta capacidad de adaptación a condiciones antrópicas.

El índice de Shannon-Wiener (H) estima una equidad en la diversidad baja para las coberturas Plantación forestal y cobertura Vegetación secundaria con valor superiores a la unidad (valores 1,269 y 1,053), por el contrario, la mayor equidad se registró en Bosque abierto (valor 0,693). Este índice sugiere en términos generales, que la distribución de individuos entre las especies es más equitativa en Bosque abierto; dato concordante con el índice de dominancia.

○ Epífitas no vasculares, diversidad alfa

Se calcularon los índices de diversidad alfa para las epífitas no vasculares registradas para cuatro coberturas muestreadas en el proyecto.

Tabla 67 Índices de diversidad alfa para epífitas no vasculares

INDICE	Ba	Bgr	Pf	Vs ¹⁵
Taxa_S	26	10	20	47
Individuals	12312	876	6005	26843
Riqueza - Margalef (D _{Mg})	2,654	1,328	2,184	4,511
Dominancia - Simpson_1-D	0,892	0,723	0,866	0,942
Equidad - Shannon_H	2,549	1,668	2,345	3,171
Siglas. Ba= Bosque abierto, Bgr= Bosque de galería y ripario, Pf= Plantación forestal, Vs= Vegetación secundaria o en transición				

¹⁵Se aclara que los índices fueron generados con el forófito FO13, de Vegetación secundaria o en transición, con los registros de 2 cm² de *Parmotrema praesorediosum* (Nyl.) Hale, 2 cm² de *Physcia solediosa* (Vain.) Lynge y 380 cm² de *Astrothelium* sp.1, forófito que se eliminó al siguiente día por precisiones viales del proyecto, pero que no afectan los resultados generales indicados de Vst.

El índice de Margalef (D_{Mg}) indica para la comunidad de epífitas no vasculares con veda nacional que la diversidad más baja se presenta en Bosque de galería (1,328) y la mayor diversidad en Vegetación secundaria (4,511).

Por otra parte, el índice de Simpson (1-D) muestra una probabilidad mayor de dominio de una especie en la cobertura Vegetación secundaria con un valor de 94,2%, por tanto es altamente probable que en un muestreo, dos individuos sacados al azar correspondan a la misma especie. Este resultado proviene en gran medida de la mayor abundancia en esa cobertura del líquen *Pyxine cocoes*(Sw.) Nyl. con un registro de 3779/26459 cm², correspondiente al 14,3% y *Physcia crispa* Nyl, con un 7,7% de la cobertura en área de especies no vasculares con veda nacional.

El índice de Shannon-Wiener (H), muestra una mayor equidad en la distribución de la diversidad en el Bosque de galería y ripario (valor 1,668), por el contrario, en la cobertura Vegetación secundaria, se registró la menor equidad en la diversidad de especies (3,171). Este índice sugiere en términos generales, que la distribución de individuos entre las especies es medianamente equitativa; estando en concordancia con el índice de dominancia de Simpson (1-D), el cual refleja que unas pocas especies son las que dominan y el caso de la vegetación secundaria, la dominancia concierne a dos especies de líquenes, como se indicó anteriormente.

5.2.2.1.3 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

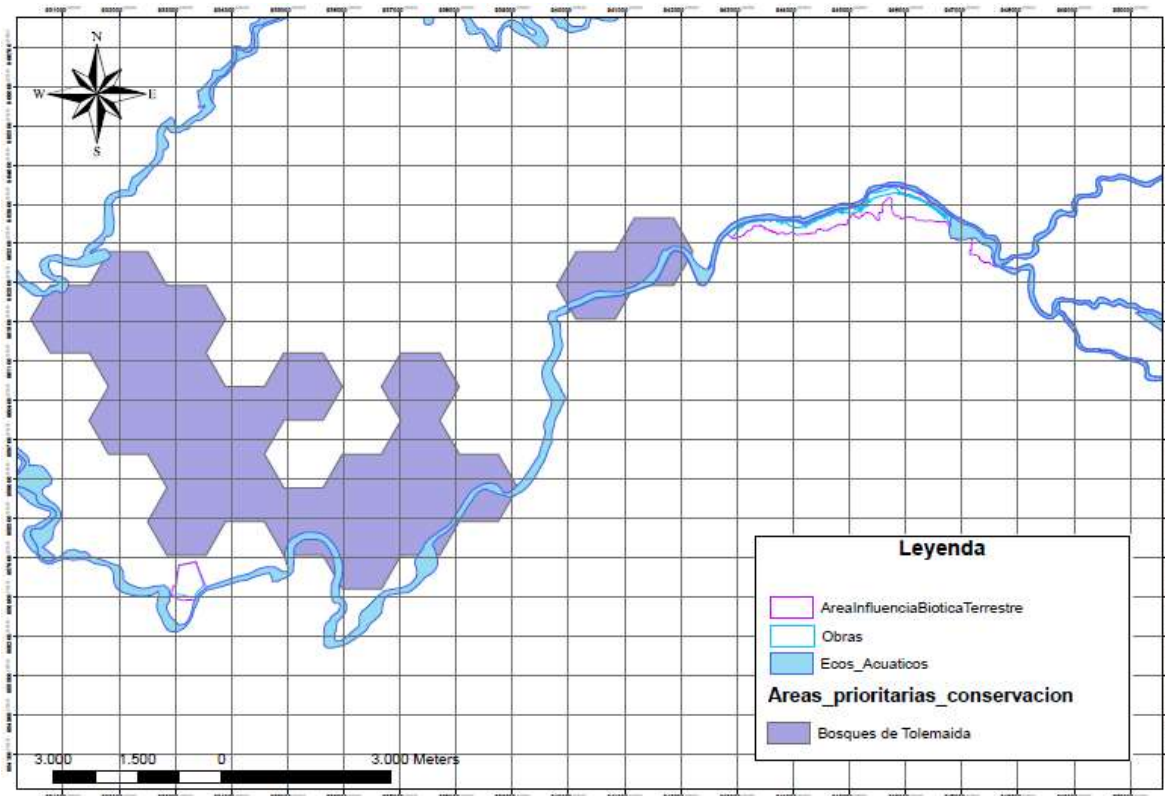
A partir de la consulta y revisión de las áreas incluidas en el Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC (2015) y reconocidas por Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN), el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), INCODER, IGAC e IDEAM, se encontró que las áreas de obras del Proyecto no intervienen con la jurisdicción de siguientes áreas legalmente establecidas:

- Reservas Forestales Protectoras Nacionales
- Distritos Nacionales de Manejo Integrado
- Reservas de Biosfera
- Áreas Protegidas del Sistema de Parques Nacionales Naturales – SPNN
- Áreas de recreación
- Distritos de Conservación de Suelos
- Distritos Regionales de Manejo Integrado
- Parques Nacionales Regionales
- Zonas de reservas campesinas constituidas en el país
- Humedales
- Reservas Forestales de Ley 2da
- Ecosistemas de Páramo, Sitios de importancia RAMSAR
- Áreas Importantes para la Conservación de Aves (zonas AICA)
- Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC)

Sin embargo el área de intervención el área total de intervención se encuentra en la zona de vida Bosque seco tropical (bs-T), que como ya se mencionó en el numeral 5.2.2.1.2.1.1 es un ecosistema altamente sensible y fragmentado por la presión antrópica que existe sobre él.

Por otro lado se identificó un área prioritaria de conservación cercana al área de influencia biótica terrestre denominada como Bosques de TolemAla (ver Figura 46), esta área hace parte del Portafolio de áreas prioritarias para la conservación en la región Andes y Piedemonte Amazónico (ver plano G-UF2E-XXXXX-A-PDE-INGET-2533-A0).

Figura 46 Área prioritaria de conservación cercana al área de influencia



5.2.2.1.4 Especies de flora en veda, amenazadas y/o de distribución restringida para el área de influencia directa.

La jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Tolima –CORTOLIMA- cuenta como normatividad respecto al uso y aprovechamiento de especies de flora con el Acuerdo 10 de Marzo 11 de 1983 el cual declara veda permanente y total en el área de jurisdicción de la Corporación para el Cedro negro (*Cedrela* sp), Pino romerón, Pino hayuelo (*Podocarpus rospigliosii*), Pino chaquiro (*Podocarpus* sp), Roble (*Quercus humboldtii*) y Comino (*Erythroxylum* sp). También prohíbe la tala de árboles del bosque natural, y suspende la expedición de permisos de aprovechamiento forestal persistente y único en el departamento según el Acuerdo 003 de enero 25 de 1994 modificado por el Acuerdo 021 de 2014, este último exceptúa el aprovechamiento de guaduales y otras gramíneas y los aprovechamientos forestales de tipo único y de árbol aislado mediante la respectiva solicitud.

Siendo así para el área de intervención se identificaron individuos pertenecientes al género *Erythroxylum*, sin embargo la veda hace referencia al *Erythroxylum* conocido con el nombre común de “Comino”. El Catalogo de Nombres Comunes de Plantas de Colombia de la Universidad Nacional registra bajo este nombre especies de *Erythroxylum* solamente para el Meta (*Erythroxylum amazonicum* y *Erythroxylum citrifolium*), sin ningún reporte para el Tolima, así mismo para Tolima este nombre común no reconoce ninguna especie. Por otro lado el catalogo tiene como “comino” en toda la región Andina a las especies del genero *Aniba* sp. de la familia Lauraceae.

Las especies identificadas en el área de intervención para el género *Erythroxylon* corresponde a *Erythroxylum hondense* y *Erythroxylum macrophyllum* ninguna de estas reconocidas localmente como “Comino”. Para

Erythroxylum hondense se registraron cinco individuos de porte arbustivo durante la caracterización florística como parte de la regeneración natural; por su parte *Erythroxylum macrophyllum* fue evidenciada durante los recorridos realizados en el área de intervención del Proyecto de porte arbustivo, mas no se evidencio en las parcelas de caracterización florística realizadas; es importante resaltar que para esta última no se registró individuos con DAP > a 5 cm en el área de intervención que fue posible revisar.

Erythroxylum cf. hondense denominada por algunas personas como “Coca ecuatoriana” se identificó sembrada en el ante jardín de una casa; este fue el único individuo de habito arbóreo identificado en el área de intervención del Proyecto (para este porte se revisó el área de intervención en busca de individuos fustales a excepción de algunas áreas de difícil acceso), es decir, no se identificaron individuos arbóreos en veda además de esté de manera natural en las coberturas identificadas.

En la Tabla 70 se relaciona el grado de amenaza para las especies más importantes registradas en el área de intervención según los listados de CITES, UICN, la Resolución 1912 de 2017 y Libros rojos. *Aspidosperma polyneuron* y *Swartzia robinifolia* fueron las únicas especies que se encuentran bajo algún grado de amenaza, estando ambas En Peligro para la UICN y para la Resolución 1912 de 2017 y Libros rojos solamente la primera.

Tabla 68. Grado de las amenaza de las especies más importantes registradas durante la caracterización florística del Área de intervención.

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libros rojos
<i>Achatocarpus nigricans</i>	-	-	-	-
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	-	-	-	-
<i>Albizia guachapele</i>	-	-	-	-
<i>Apuleia leiocarpa</i>	-	-	-	-
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	-	En Peligro EN	En Peligro EN	EN
<i>Astronium graveolens</i>	-	-	-	-
<i>Brosimum alicastrum</i>	-	-	-	-
<i>Brownea sp.</i>	-	-	-	-
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	-	-	-	-
<i>Bursera simaruba</i>	-	-	-	-
<i>Bursera sp.</i>	-	-	-	-
<i>Calliandra sp.</i>	-	-	-	-
<i>Capparidastrum frondosum</i>	-	-	-	-
<i>Capparis sp.</i>	-	-	-	-
<i>Casearia sp.</i>	-	-	-	-
<i>Cecropia peltata</i>	-	-	-	-
<i>Ceiba pentandra</i>	-	-	-	-
<i>Celtis iguanaea</i>	-	-	-	-
<i>Cephalotomandra fragrans</i>	-	-	-	-
<i>Cestrum sp.</i>	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum cainito</i>	-	-	-	-
<i>Chrysophyllum sp.</i>	-	-	-	-
<i>Citrus reticulata</i>	-	-	-	-

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A0**

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libros rojos
<i>Coccoloba polystachya</i>	-	-	-	-
<i>Cordia alliodora</i>	-	-	-	-
<i>Crepidospermum rhoifolium</i>	-	-	-	-
<i>Cupania americana</i>	-	-	-	-
<i>Cynophalla flexuosa</i>	-	-	-	-
<i>Dalbergia monetaria</i>	-	Preocupación menor LC	-	-
<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	-	Preocupación menor LC	-	-
<i>Enterolobium sp.</i>	-	-	-	-
<i>Erythrina sp.</i>	-	-	-	-
<i>Ficus benjamina</i>	-	-	-	-
<i>Ficus cf. dendrocida</i>	-	Preocupación menor LC	-	-
<i>Ficus insipida</i>	-	-	-	-
<i>Ficus sp.</i>	-	-	-	-
<i>Ficus sp. 2</i>	-	-	-	-
<i>Gliricidia sepium</i>	-	-	-	-
<i>Guarea glabra</i>	-	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	-	-	-	-
<i>Inga sp.</i>	-	-	-	-
<i>Ladenbergia magnifolia</i>	-	-	-	-
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	-	-	-	-
<i>Machaerium capote</i>	-	-	-	-
<i>Machaerium cf. goudoti</i>	-	-	-	-
<i>Maclura tinctoria</i>	-	-	-	-
<i>Mangifera indica</i>	-	-	-	-
<i>Maprounea guianensis</i>	-	-	-	-
<i>Melicoccus bijugatus</i>	-	-	-	-
<i>Muntingia calabura</i>	-	-	-	-
<i>Ochroma pyramidale</i>	-	-	-	-
<i>Persea americana</i>	-	-	-	-
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	-	-	-	-
<i>Pouteria cf. caimito</i>	-	-	-	-
<i>Pouteria cf. torta</i>	-	-	-	-
<i>Pouteria sp.</i>	-	-	-	-
<i>Protium tenuifolium</i>	-	-	-	-
<i>Pseudobombax septenatum</i>	-	-	-	-
<i>Psychotria sp.</i>	-	-	-	-
<i>Pterocarpus sp.</i>	-	-	-	-

Especie	CITES	UICN	Resolución 1912 de 2017	Libros rojos
<i>Senegalia polyphylla</i>	-	-	-	-
<i>Senegalia riparia</i>	-	-	-	-
<i>Siparuna guianensis</i>	-	-	-	-
<i>Solanum sp</i>	-	-	-	-
<i>Sorocea sp.</i>	-	-	-	-
<i>Sorocea sprucei</i>	-	-	-	-
<i>Spondias mombin</i>	-	-	-	-
<i>Spondias sp.</i>	-	-	-	-
<i>Swartzia robinifolia</i>	-	En Peligro EN	-	-
<i>Tabebuia chrysantha</i>	-	-	-	-
<i>Talisia sp.</i>	-	-	-	-
<i>Trema micrantha</i>	-	-	-	-
<i>Trichilia pallida</i>	-	-	-	-
<i>Trichilia sp.</i>	-	-	-	-
<i>Triplaris americana</i>	-	-	-	-
<i>Urera baccifera</i>	-	-	-	-
<i>Xylopia sp.</i>	-	-	-	-
<i>Zygia longifolia</i>	-	-	-	-

En el área a intervenir por el proyecto Tercer carril vía Bogotá-Girardot, unidad funcional 02, se identificaron 74 especies de flora con veda nacional, bajo la Resolución 0213 de 1977 (MADS, 2017b, inicialmente del INDERENA), de ellas 16 vasculares y 58 no vasculares, por las cuales se solicita mediante este documento técnico el levantamiento parcial de la veda. Tabla 69

Tabla 69 Listado de especies en veda nacional, bajo la Resolución 0213 de 1977

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁶
1	Bromelias	BROMELIACEAE	Aechmea sp.	1
2			Greigia sp.	1
3			Pitcairnia cf. echinata	28
4			Pitcairnia echinata Hook.	123
5			Pitcairnia sp.2	27
6			Puya floccosa (Linden) Mez	56
7			Tillandsia aff. straminea	14
8			Tillandsia cf. juncea	5
9			Tillandsia elongata Kunth	17
10			Tillandsia flexuosa Sw.	178
11			Tillandsia juncea (Ruiz & Pav.) Poir.	52
12			Tillandsia recurvata (L.) L.	1049
13			_ Bromelia indet., Subfamilia Tillandsioideae (PD2 A11)	1

¹⁶ área epifitada

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A0

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁶
NA		Subtotal		1552
14	Orquídeas	ORCHIDACEAE	Cyrtopodium sp.	1
15			Oeceoclades maculata (Lindl.) Lindl.	1
16			Trichocentrum sp.	15
NA		Subtotal		17
17	Líquenes	ARTHONIACEAE	Arthonia sp.	4151
18			Cryptothecia striata G. Thor	120
19			Herpothallon sp.1	430
20			Herpothallon sp.3	835
21		CANDELARIACEAE	Candelaria sp.	91
22		CHRYSOTHRICACEAE	Chrysothrix chlorina (Ach.) J.R. Laundon	464
23		COENOGONIACEAE	Coenogonium barbatum Lücking, Aptroot & Umaña	9
24		COLLEMATACEAE	Leptogium cyanescens (Rabenh.) Körb.	448
25			Leptogium denticulatum Tuck.	454
26			Leptogium mangle M.P. Marcelli & I.P.R. Cunha	5
27		GRAPHIDACEAE	Diploschistes actinostomus (Ach.) Zahlbr.	90
28			Graphis scripta (L.) Ach.	340
29			Hemithecium sp.1	240
30			Hemithecium sp.2	407
31			GRAPHIDACEAE, indet. (PD16 A12)	70
32			LECANORACEAE	Lecanora aff. rubella
33		Lecanora alba Lumbsch		18
34		MONOBLASTIACEAE	Monoblastia rapii Zahlbr.	45
35		PARMELIACEAE	Parmotrema cf. praesorediosum	19
36			Parmotrema praesorediosum (Nyl.) Hale	647
37		PHYSICIACEAE	Dirinaria papillulifera (Nyl.) D.D. Awasthi	120
38			Dirinaria sp.	150
39			Hyperphyscia syncolla (Tuck. ex Nyl.) Kalb	425
40			Physcia atrostriata Moberg	325
41			Physcia crispa Nyl.	4853
42			Physcia poncinsii Hue	2183
43			Physcia solediosa (Vain.) Lynge	636
44			Physcia sp.1	130
45			Physcia sp.2	36
46			Pyxine cocoes (Sw.) Nyl.	6257
47		PYRENULACEAE	Nigrothelium tropicum (Ach.) Lücking, M.P. Nelsen & Aptroot	80
48			Pyrenula sp.	195
49		RAMALINACEAE	Bacidia salmonea S. Ekman	1114
50	Phyllopsora furfuracea Zahlbr.		3155	
51	ROCELLACEAE	Opegrapha dekeselii Ertz	130	
52	TELOSCHISTACEAE	Caloplaca sp.1	40	
53	TRICOTHELIACEAE	Porina cf. internigrans	90	
54		Porina distans Vězda & Vivant	1443	

No.	Grupo vegetal	Familia / epífita	Nombre científico / epífita	Individuos y/o (cm ²) ¹⁶
55			Porina internigrans (Nyl.) Müll. Arg.	45
56		TRYPETHELIACEAE	Astrothelium sp.1	2946
57			Astrothelium sp.2	479
58		VERRUCARIACEAE	Flakea papillata O.E. Erikss.	1790
59			_ Líquen indeterminado (PD18 A20)	16
60			_ Líquen indet. (PD25 A05)	55
61			_ Líquen indet. (PD25 A08)	110
62			_ Líquen indet. (RO11, FO29 y RO28)	190
63			_ Líquen indet. (RO17, RO23 y RO35)	233
64			_ Líquen indet. (RO24, RO35 y RO38-B)	509
65			_ Líquen indet. (RO27)	7
66			_ Líquen indet. (RO38-B)	15
67			_ Líquen indet. (RO6, HU6 y RO24)	1372
NA			Subtotal	39742
68	Musgos	HYPNACEAE	Mittenothamnium sp.1	1000
69			Mittenothamnium sp.2	750
70		ORTHOTRICHACEAE	Groutiella tomentosa (Hornsch.) Wijk & Margad.	160
71			Macromitrium punctatum (Hook. & Grev.) Brid.	265
72		SEMATOPHYLLACEAE	Sematophyllum subpinnatum (Brid.) E. Britton	3382
73		STEREOPHYLLACEAE	Entodontopsis leucostega (Brid.) W.R.Buck & R.R.Ireland	165
74			Stereophyllum radiculosum (Hook.) Mitt.	250
NA			Subtotal	5972

5.2.2.1.5 Usos de las especies más importantes

A continuación se relacionan los principales usos dados por la comunidad a las especies más importantes registradas durante la caracterización florística

Tabla 70. Usos de las especies más importantes registradas durante la caracterización florística del Área de intervención.

Especie	USO
<i>Achatocarpus nigricans</i>	Ornamental, Alimentación de fauna, Maderable para herramientas
<i>Albizia cf. carbonaria</i>	Maderable, ornamental y medicinal
<i>Albizia guachapele</i>	Medicinal y Maderable
<i>Apuleia leiocarpa</i>	Ornamental y Maderable
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Maderable para construcción, muebles y pisos
<i>Astronium graveolens</i>	Maderable
<i>Brosimum alicastrum</i>	Maderable, Forrajeo para ganado
<i>Bunchosia cf. pseudonitida</i>	Alimento de Fauna
<i>Bursera simaruba</i>	Restauración, Agroforestal, Maderable, Medicinal y otros

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A0

Especie	USO
<i>Capparidastrum frondosum</i>	Combustible, Alimento de fauna nativa
<i>Cecropia peltata</i>	Alimento de fauna, Maderable, Combustible, otros
<i>Ceiba pentandra</i>	Ornamental, Refugio y alimento de fauna, Otros
<i>Celtis iguanaea</i>	Alimento para fauna, medicinal, agroforestal
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Frutos comestibles, Medicinal
<i>Citrus reticulata</i>	Cultivable, subsistencia, ornamental
<i>Coccoloba polystachya</i>	Medicinal
<i>Cordia alliodora</i>	Maderable
<i>Cupania americana</i>	Maderable, medicinal y melífero
<i>Cynophalla flexuosa</i>	Medicinal y Maderable
<i>Dalbergia monetaria</i>	Alimento de fauna y maderable
<i>Enterolobium cf. schomburgkii</i>	Maderable para construcción de muebles
<i>Erythrina sp.</i>	Ornamental, cultural
<i>Ficus benjamina</i>	Ornamental
<i>Ficus cf. dendrocida</i>	Ornamental
<i>Ficus sp.</i>	Ornamental
<i>Ficus sp. 2</i>	Ornamental
<i>Gliricidia sepium</i>	Agroforestal, Combustible
<i>Guarea glabra</i>	Agroforestales y Medicinales
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cosmetológico, Maderable, Combustible
<i>Lonchocarpus sericeus</i>	Maderable y combustible
<i>Machaerium capote</i>	Maderable para construcción
<i>Maclura tinctoria</i>	Maderable, alimento de fauna nativa
<i>Mangifera indica</i>	Subsistencia, cultivo, alimento de fauna
<i>Maprounea guianensis</i>	Maderable y Cosmetológico
<i>Melicoccus bijugatus</i>	Subsistencia, cultivo, alimento de fauna
<i>Muntingia calabura</i>	Maderable
<i>Ochroma pyramidale</i>	Maderable
<i>Platymiscium hebestachyum</i>	Cerca viva, Recuperación de suelos
<i>Pouteria cf. caimito</i>	Frutos comestibles, Maderable, Culinaria
<i>Pouteria cf. torta</i>	Frutos comestibles, actividad anti fúngica
<i>Protium tenuifolium</i>	Combustible
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ornamental, relleno de almohadas con la lana de la semilla
<i>Senegalia polyphylla</i>	Medicinal
<i>Senegalia riparia</i>	Medicinal, construcción, ornamental
<i>Siparuna guianensis</i>	Medicinal, alimento de fauna
<i>Sorocea sp.</i>	Maderable y alimento de fauna nativa
<i>Sorocea sprucei</i>	Maderable y alimento de fauna nativa
<i>Spondias mombin</i>	Alimento de fauna, Ornamental
<i>Swartzia robiniifolia</i>	Ornamental

Especie	USO
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Maderable, ornamental
<i>Trema micrantha</i>	Maderable y Medicinal
<i>Trichilia pallida</i>	Restauración, hábitat de fauna, ornamental
<i>Triplaris americana</i>	Medicinal, Maderable, Ornamental
<i>Urera baccifera</i>	Medicinal
<i>Zygia longifolia</i>	Agroforestales, Medicinales y Maderable

5.2.2.2 Fauna

5.2.2.2.1 Metodología

La metodología utilizada para los estudios de fauna se presenta en el Capítulo 2 – Generalidades.

5.2.2.2.2 Resultados y análisis

5.2.2.2.2.1 Herpetofauna

5.2.2.2.2.1.1 Información secundaria reportada para la zona del proyecto

5.2.2.2.2.1.1.1 Anfibios

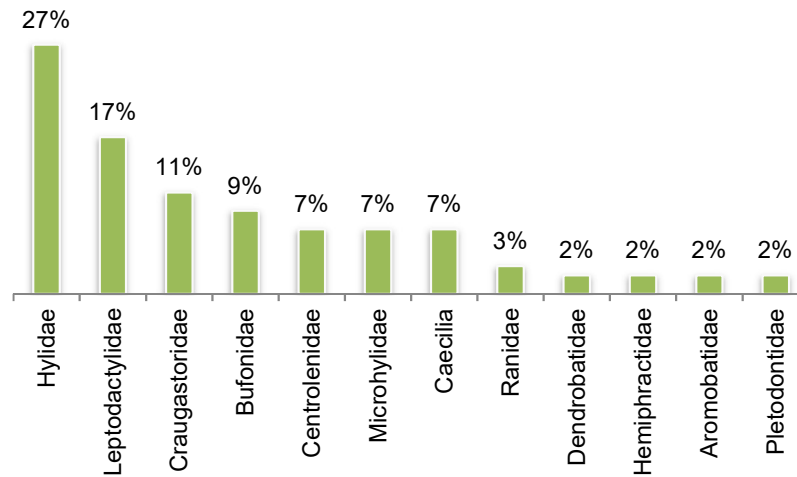
De acuerdo con documentos publicados en los años comprendidos entre 2008 y 2016, se reportan 52 especies probables de anfibios las cuales se agrupan en 32 géneros, 12 familias y 3 órdenes: Anura, Caudata y Gymnophiona, (García *et al.* 2016, Acosta-Galvis 2012, Llano-Mejía *et al.* 2010, Reinoso- Flórez *et al.* 2010 y Cortolima 2008). Del orden anura la familia más representativa es Hylidae con 14 especies (27%), seguida por Leptodactylidae con 9 especies (17%), Craugastoridae con 6 especies (11%), Bufonidae con 5 especies (9%), Centrolenidae con 4 especies (7%), seguida por Microhylidae con 4 especies (7%), Ranidae con 2 especies (3%), Aromobatidae, Hemiphractidae y Dendrobatidae con 1 especie (2%) cada una. El orden Gymnophiona está representado solamente por la familia Caecilidae con 4 especies (7%) y el orden Caudata estuvo representado por la familia Pletodontidae con una especie 2(%). Estas especies corresponden a una distribución amplia que va desde los 0 a los 2600 msnm, en la vertiente occidental y oriental de la cordillera oriental (Lynch *et al.* 1997, Acosta 2006, Bernal & Lynch 2008) siendo la mayoría de estas especies no endémicas (IUCN 2017, Acosta 2017). De éstos, clasificados según la altitud de la zona, 36 especies se consideran como probables para el área. (ver anexo1 Lista de Herpetos potenciales).

La riqueza de especies de anfibios se encuentra concentrada en la familia Hylidae con el género *Scinax*, que es el más representativo y diverso de los andes tropicales, la mayoría de estas especies se han adaptado muy bien a áreas intervenidas. La familia Leptodactylidae es una de las más diversificadas, la actual distribución de sus integrantes lo enmarcan en un grupo que es eminentemente asociado a las tierras bajas.

La familia Hylidae se caracteriza por ocupar todos los ambientes desde áreas boscosas hasta las más transformadas. Las especies representativas de esta familia son *Scinax ruber* y *Dendropsophus micricephalus* tienen una amplia distribución en la cordillera oriental en bosques andinos que van desde los 225 a 2600 msnm.

Sin embargo el conocimiento que se tiene sobre la fauna anfibia es incipiente por los pocos estudios realizados para el área de estudio. La mayoría de registros hacen parte de publicaciones científicas para las dos vertientes de la cordillera oriental e información de material gris de trabajos de grado y de algunos planes de manejo ambiental.

Figura 47 Composición de las familias de anfibios para el AI
Fuente: IINGETEC, Presente estudio.



5.2.2.2.1.1.1.1.1 Especies de importancia biológica y socioeconómica

- Especies amenazadas

Algunas de las especies registradas para el AI se encuentran registradas por la UICN (Tabla 71). En la categoría de vulnerable (VU) se encuentran las siguientes especies *Rulyrana susatamai*, *Sachatamia punctulata* y *Cryptobatrachus fuhrmanni* (Ramírez & Rueda 2004). En la categoría de casi amenazada (NT) se reportó la especie *Rhinella sternosignata*. En la categoría de datos deficientes (DD) se encuentran las especies *Bolitoglossa lozanoi* y *Caecilia thompsoni*, el conocimiento del estado de las poblaciones de estas dos especies es nulo (Lynch 2004). Con relación al libro rojo de Anfibios de Colombia (Rueda *et al.* 2004) en la categoría de vulnerable (VU) se encuentra la especie *Bolitoglossa lozano*.

Con respecto a CITES y la Res. 383 de 2010, ninguna de las especies reportadas para el AI está categorizada.

- Especies amenazadas

Algunas de las especies probables para el área se encuentran registradas por la UICN (Tabla 71). En la categoría de vulnerable (VU) se encuentran las siguientes especies *Rulyrana susatamai*, *Sachatamia punctulata* y *Cryptobatrachus fuhrmanni* (Ramírez & Rueda 2004). En la categoría de casi amenazada (NT) se reportó la especie *Rhinella sternosignata*. En la categoría de datos deficientes (DD) se encuentran las especies *Bolitoglossa lozanoi* y *Caecilia thompsoni*, el conocimiento del estado de las poblaciones de estas dos especies es nulo (Lynch 2004). Con relación al libro rojo de Anfibios de Colombia (Rueda *et al.* 2004) en la categoría de vulnerable (VU) se encuentra la especie *Bolitoglossa lozanoi*.

Con respecto a CITES y la Res. 383 de 2010, ninguna de las especies probables reportadas para el área está categorizada.

Tabla 71 Lista de especies de anfibios en categorías de amenaza reportadas como potenciales para el AI (Acosta 2017).

Orden	Familia	Especie	IUCN	CITES	Libro rojo	Res. 383 de 2010
Anura	Centrolenidae	<i>Rulyrana susatamai</i>	VU			
		<i>Sachatamia punctulata</i>	VU			
	Hemiphractidae	<i>Cryptobatrachus fuhrmanni</i>	VU			
	Bufoidea	<i>Rhinella sternosignata</i>	NT			
Caudata	Pletodontidae	<i>Bolitoglossa lozanoi</i>	DD		VU	
Gymnophiona	Gymnophiona	<i>Caecilia thompsoni</i>	DD			

Categorías de conservación: IUCN: VU: vulnerable, DD: Datos deficientes, NT: Casi amenazado. CITES. Libro Rojo de Anfibios de Colombia (Rueda et al. 2004): EN: En peligro, VU: vulnerable, CR: E: En peligro crítico. Resolución 383 del 2010 sobre especies vedadas.

- Especies endémicas

Algunas especies probables para el área presentan distribución restringida para Colombia, en total se listan 9 especies de anfibios con condición de endemismo (Tabla 72), es decir la distribución de estas especies está limitada a un ámbito geográfico reducido y no se encuentran de forma natural en otras zonas del mundo. Las especies endémicas de anfibios registrados de la familia Centrolenidae solo se les conoce por poblaciones presentes en la cordillera oriental.

Tabla 72 Especies endémicas de anfibios reportadas para el AI (Acosta 2017)

Orden	Familia	Especie	Endemismo
Anura	Aromobatidae	<i>Rheobates palmatus</i>	Colombia
	Centrolenidae	<i>Rulyrana susatamai</i>	Colombia
		<i>Sachatamia punctulata</i>	Colombia
	Dendrobatidae	<i>Dendrobates truncatus</i>	Colombia
	Hylidae	<i>Dendropsophus padreluna</i>	Colombia
		<i>Phyllomedusa venusta</i>	Colombia
Caudata	Pletodontidae	<i>Bolitoglossa lozanoi</i>	Colombia
Gymnophiona	Caecilidae	<i>Caecilia thompsoni</i>	Colombia
		<i>Parvicaecilia nicefori</i>	Colombia

5.2.2.2.1.1.2 Especies probables de uso socioeconómico

Con respecto a las CITES y UICN ninguna de las especies reportadas para el AI presenta algún uso socioeconómico por parte de la comunidad.

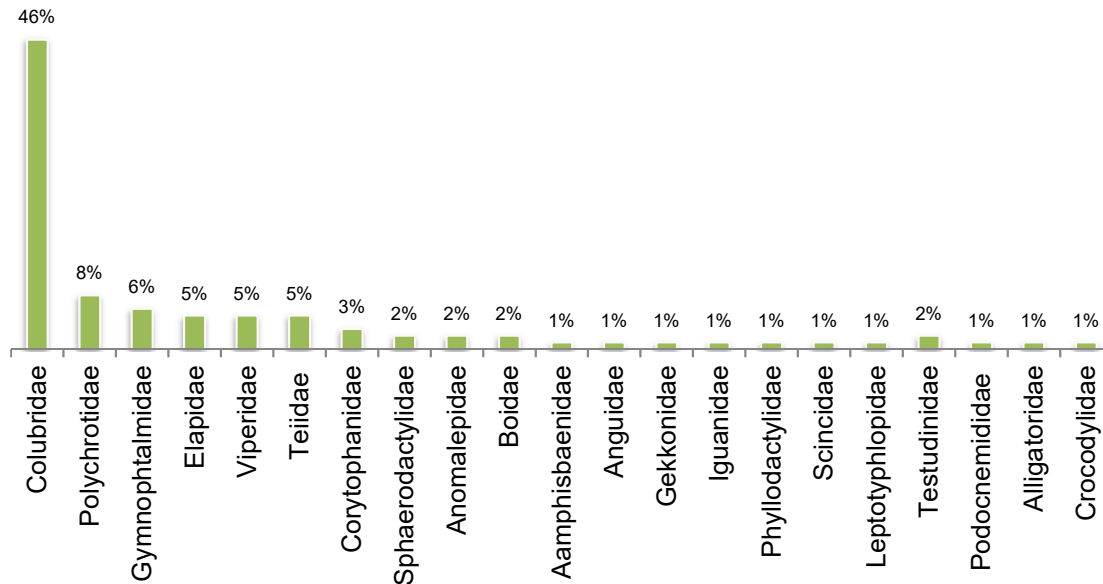
5.2.2.2.1.1.2 Reptiles

A partir de la revisión de documentos técnicos publicados se han registrado 81 especies como probables para el área, las cuales se agrupan en 60 géneros, 21 familias y 3 órdenes: Crocodylia, Squamata y Testudines (García et al. 2016, Acosta-Galvis 2012, Llano-Mejía et al. 2010, Reinoso- Flórez et al, 2010 y Cortolima 2008). Del orden Squamata la familia más representativa es Colubridae con 38 especies(46%), seguida por

Polychrotidae con 7 especies (8%), Gymnophthalmidae con 5 especies (6%); Elapidae, Viperidae y Teiidae con 4 especies (5%) para cada una. La familia Corytophanidae con 3 especies (3%), seguida por Sphaerodactylidae, Anomalepidae y Boidae con 2 especies (2%) para cada una y por ultimo las familias Aamphisbaenidae, Anguidae, Gekkonidae, Iguanidae, Phyllodactylidae, Scincidae y Leptotyphlopidae con una sola especie (1%) para cada una (Ver Figura 48 y anexo1 Lista de Herpetos potenciales).

El orden Testudines está representado por las familia Testudinidae con 2 especies (2%) y Podocnemididae con una sola especie (1%) y el orden Crocodylia está representado por las familias Alligatoridae y Crocodylidae con una sola especie (1%) para cada una (Ver anexo1 Lista de Herpetos potenciales).

Figura 48 Composición de las familias de reptiles reportadas como probables para el AI



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

5.2.2.2.1.1.3 Especies probables de importancia biológica y socioeconómica

- Especies amenazadas

Algunas de las especies registradas para el AI se encuentran registradas por la UICN (Tabla 73). En la categoría en Peligro Crítico (CR) se encuentra la especie *Mabuya mabouya*. En la categoría en Peligro (EN) se reportó la especie *Podocnemis lewyana*. En la categoría de vulnerable (VU) encontramos las especies *Crocodylus acutus* y *Chelonoidis carbonaria* y en la categoría de Datos deficientes (DD) se reportan la especies *Atractus obtusirostris* y *Chironius carinatus*.

En el libro rojo de reptiles de Colombia la especie *Crocodylus acutus* está registrada en la categoría de En Peligro (EN). En la categoría de en Peligro Crítico (CR. E) se reporta *Podocnemis lewyana* y en la categoría de vulnerable (VU) se registran *Kinosternon scorpioides* y *Chelonoidis carbonaria*.

Con relación a la Res. 383 de 2010 se registraron las especies *Crocodylus acutus* en la categoría de Critico (CR) y en la categoría de En Peligro (EN) se encuentra *Podocnemis lewyana* y para la categoría de Vulnerable (VU) la especie *Kinosternon scorpioides*.

Con respecto a las CITES las especies potenciales como *Caiman crocodilus fuscus*, *Iguana iguana*, *Boa constrictor*, *Epicrates cenchria*, *Clelia clelia*, *Podocnemis lewyana* y *Chelonoidis carbonaria* se encuentran en el Apéndice II. Las especie *Crocodylus acutus* en el apéndice I y la especie *Crotalus durissus* en el apéndice III.

Tabla 73. Lista de especies de reptiles en categorías de amenaza reportadas para el AI (Uetz 2017).

Orden	Familia	Especie	IUCN	CITES	Libro rojo	Res. 383 de I2010
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	VU	Apéndice I	EN	CR
	Alligatoridae	<i>Caiman crocodilus fuscus</i>		Apéndice II		
Squamata	Scincidae	<i>Mabuya mabouya</i>	CR			
	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>		Apéndice II		
	Colubridae	<i>Atractus obtusirostris</i>	DD			
		<i>Chironius carinatus</i>	DD			
		<i>Clelia clelia</i>			Apéndice II	
	Boidae	<i>Boa constrictor</i>			Apéndice II	
		<i>Epicrates cenchria</i>			Apéndice II	
Viperidae	<i>Crotalus durissus</i>			Apéndice III		
Testudines	Podocnemididae	<i>Podocnemis lewyana</i>	EN	Apéndice II	CR. E	EN
	Testudinidae	<i>Kinosternon scorpioides</i>			VU	VU
		<i>Chelonoidis carbonaria</i>	VU	Apéndice II	VU	

Categorías de conservación: IUCN: EN: En peligro, CR: en peligro crítico, VU: vulnerable, DD: Datos deficientes. CITES. Libro Rojo de Reptiles de Colombia (Morales et al. 2015): EN: En peligro, VU: vulnerable, CR. E: En peligro crítico. Resolución 383 del 2010 sobre especies vedadas.

- Especies endémicas

En total se listan 9 especies de reptiles con condición de endemismo (Tabla 73). Las especies registradas presentan distribución restringida para Colombia; es decir, la distribución de estas especies está limitada a un ámbito geográfico reducido, que en este caso corresponde al territorio colombiano.

Tabla 74 Especies endémicas de Reptiles reportadas como potenciales para el AI (Uetz 2017).

Orden	Familia	Especie	Endemismo
Squamata	Polychrotidae	<i>Anolis huilae</i>	Colombia
	Polychrotidae	<i>Anolis ibague</i>	Colombia
	Polychrotidae	<i>Anolis tolimensis</i>	Colombia
	Teiidae	<i>Holcosus niceforoi</i>	Colombia
	Anomalepidae	<i>Helminthophis praeocularis</i>	Colombia
	Colubridae	<i>Atractus obtusirostris</i>	Colombia
	Colubridae	<i>Atractus wernerii</i>	Colombia
	Colubridae	<i>Erythrolamprus melanotus</i>	Colombia
Testudines	Podocnemididae	<i>Podocnemis lewyana</i>	Colombia

5.2.2.2.1.1.4 *Especies probables de uso socioeconómico*

En el área se registraron diferentes usos de parte de la comunidad y amenazas como la deforestación, caza indiscriminada de especies silvestres, destrucción de hábitats, utilización de insumos agrícolas, contaminación de aguas, degradación de suelos y realización de prácticas inadecuadas de suelos. (CORTOLIMA 2004). Las especies de reptiles potenciales registrados con uso por parte de la comunidad se observan en la siguiente tabla:

Tabla 75 Reptiles potenciales de uso socioeconómico en el área de influencia (IUCN 2017)

Especie	Nombre común	Usos	Amenazas
<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo americano	Comercial	Cacería
<i>Caiman crocodilus fuscus</i>	Caimán común	Gastronómico	Cacería
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Gastronómico	Cacería
<i>Boa constrictor</i>	Boa	Comercial	Cacería
<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	Comercial	Cacería
<i>Podocnemis lewyana</i>	Tortuga de río	Gastronómico	Cacería
<i>Chelonoidis carbonaria</i>	Morrocoy	Gastronómico	Cacería

5.2.2.2.1.2 Información primaria obtenida para el Área de influencia del proyecto

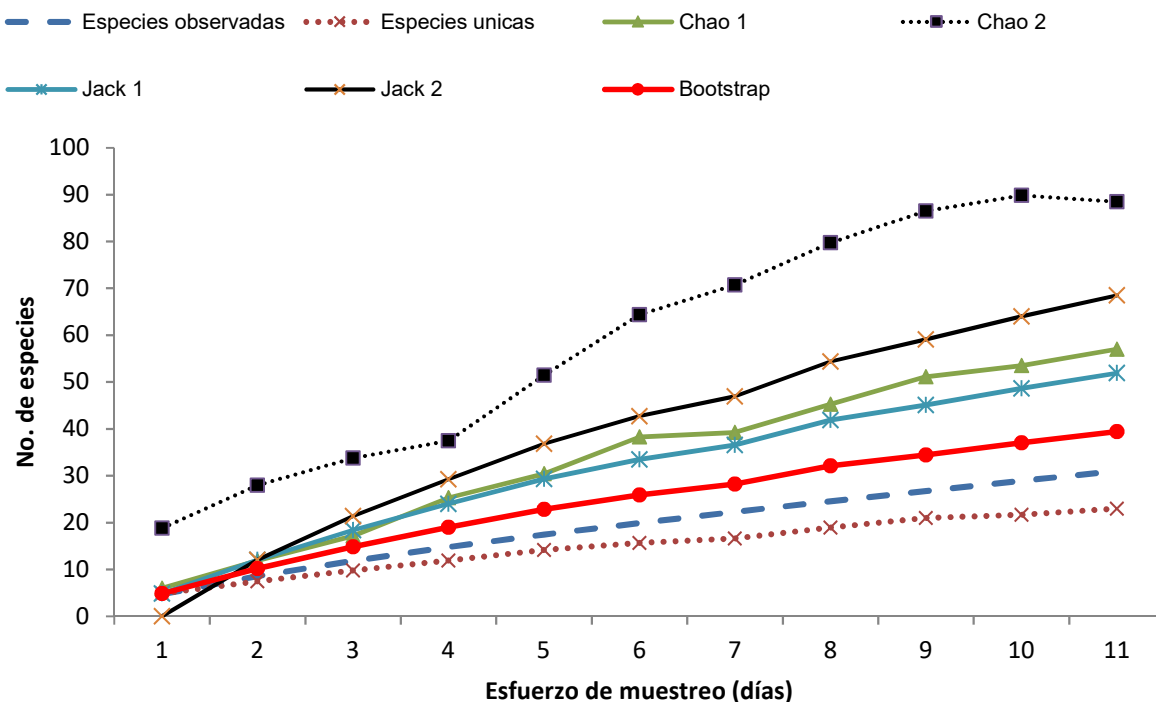
5.2.2.2.1.2.1 *Representatividad del muestreo*

Se obtuvo un esfuerzo de muestreo de 87 h/hombre en total y la tasa de encuentro fue de 0.3 especies cada hora (para 31 especies) para las cuatro coberturas: Vegetación secundaria (Vs), Bosque abierto (Ba), Pastos arbolados (Pa) y Bosque de galería (Bg).

En la Figura 50 se observa que las líneas tienen una leve tendencia asintótica, esto indica que falta un 65% de especies por registrar, teniendo en cuenta los resultados del estimador Chao 2 (los cuales estiman el número de especies que deberían encontrarse), la representatividad del muestreo fue del 35% (31 especies) de las especies que se registradas en el área. Por otra parte, a medida que se incrementaron las horas de muestreo, las especies únicas (24 especies) mostraron un leve incremento, tendiendo a estabilizarse, lo cual comprueba que faltan pocas especies por registrar. Por otro lado el estimador Chao1, que se basa en la abundancia de los individuos, arroja un valor de representatividad del 99%. El alto número de individuos de *Pristimantis gaigei* (rana arborícola), con un valor de 34, seguido por el número de individuos de *Cnemidophorus lemniscatus* (Lobito) con un valor de 21 tienden a sobrepasar los valores del estimador Chao 1.

La curva de acumulación de especies de herpetos para el área (Figura 50) incluye la riqueza específica obtenida por medio de los estimadores de riqueza no paramétricos utilizando Jackknife de primer y segundo orden, que determina la heterogeneidad ambiental durante el muestreo (Marrugan 2004). El estimador Bootstrap estimó de manera más precisa la riqueza del ensamblaje observada, asumiendo 39 especies esperadas.

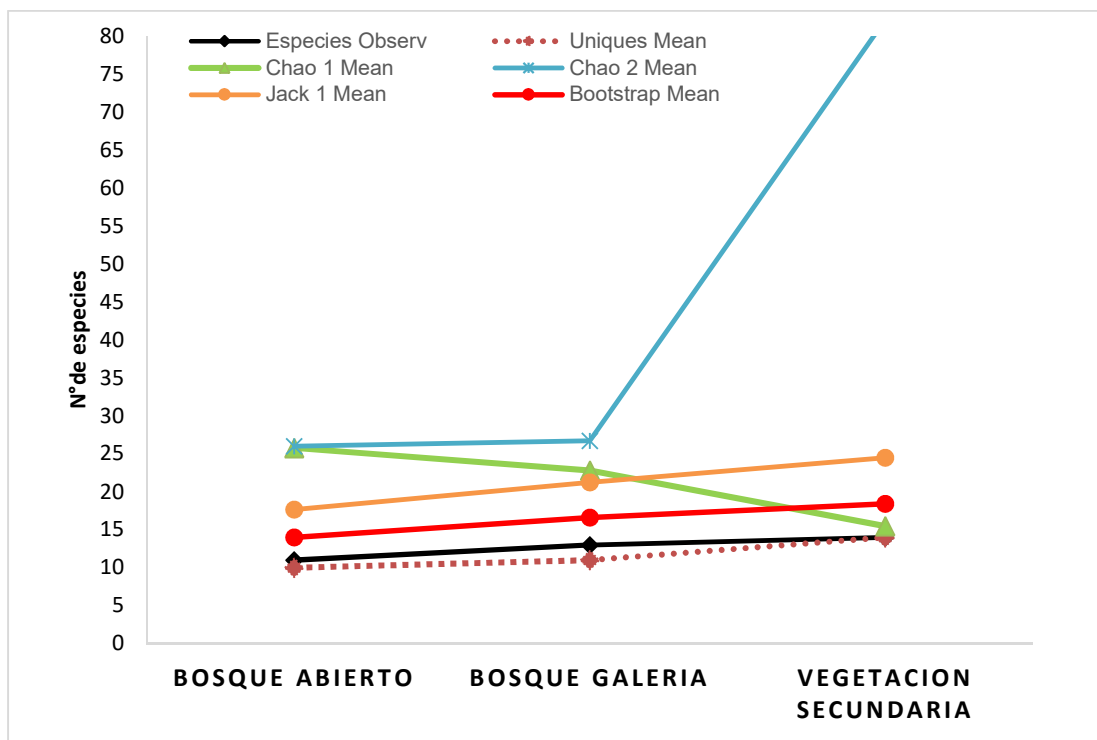
Figura 49 Curva de acumulación de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) en la Unidad Funcional 2. En el eje X se muestra el esfuerzo de muestreo efectuado (Horas). El eje Y representa el número de especies.



Es importante mencionar que en un inventario casi nunca se encuentran todas las especies presentes en las áreas de estudio. Debido a la fisiología y a los hábitos de los anuros, los cuales dependen del efecto de la estacionalidad ambiental y la estructura de la vegetación, se presenta un menor registro de individuos y especies tanto en temperaturas muy bajas o muy altas. Además, algunas especies muestran hábitos fosoriales (permanecen enterrados en el suelo) como las cecilias y solo pueden ser visibles en ciertos momentos cuando salen a la superficie, disminuyéndose la probabilidad de ser detectados (Androne, *et al.* 2001).

En cuanto a coberturas, la curva de acumulación de especies se observa en la Figura 50. No se obtuvieron registros en pastizales, mientras las demás coberturas presentan un número similar de especies, presentándose una riqueza ligeramente mayor (14 especies) en vegetación secundaria. Se observa que la riqueza esperada de acuerdo al estimador Chao 1 debería ser mayor en el bosque abierto y el bosque de galería, pero alcanza casi el 100% en la vegetación secundaria. Otros estimadores, como Bootstrap se acercan un poco más a los valores observados en todas las coberturas, mientras Chao2 arroja valores estimados muy altos, en especial para la vegetación secundaria.

Figura 50 Curva de acumulación de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) por cobertura vegetal en la Unidad Funcional 2.

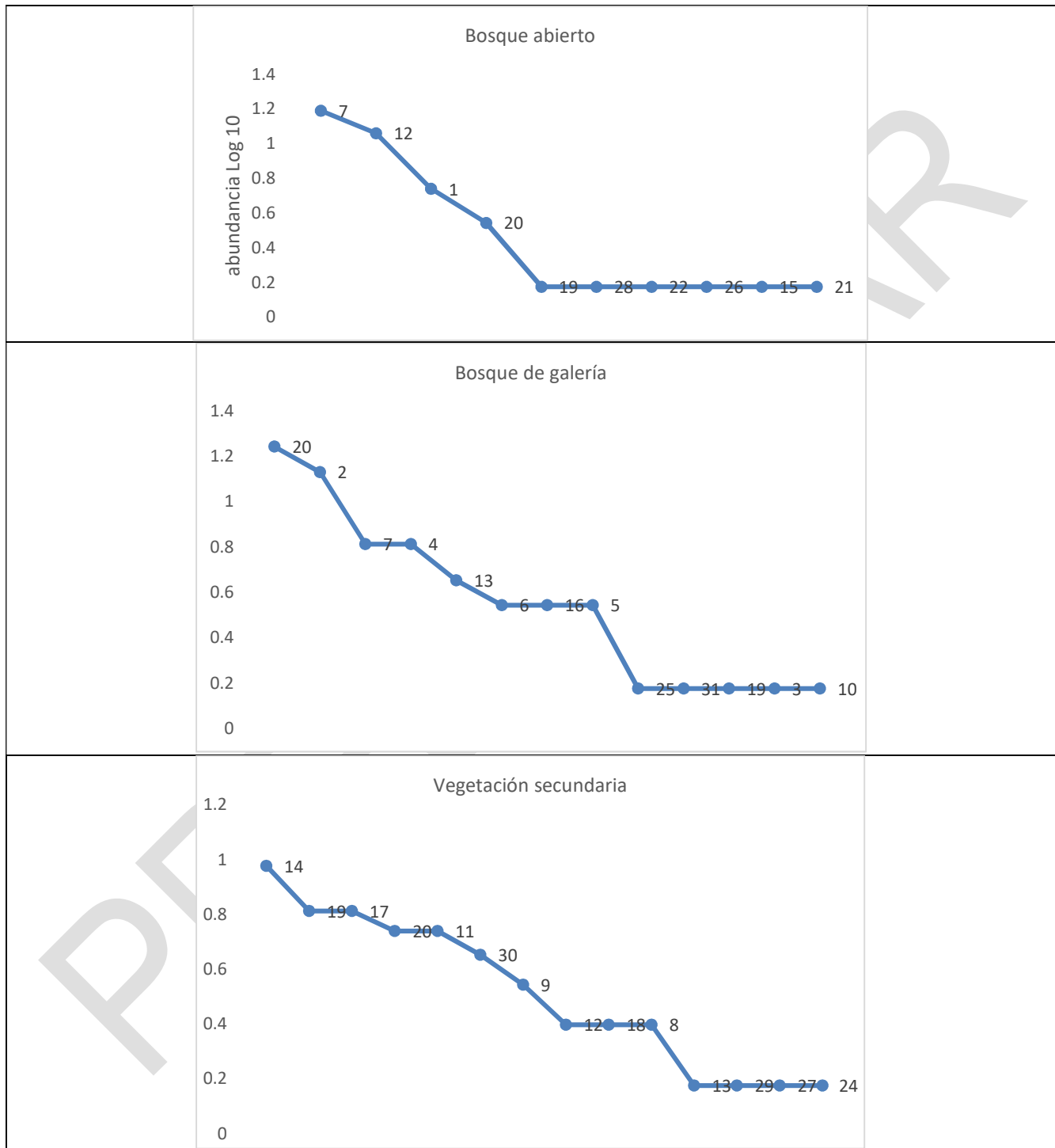


De otro lado, en las entrevistas realizadas a la comunidad rural se identificaron las siguientes amenazas: cacería, comercio ilegal, contaminación de fuentes hídricas, presencia de perros (*Canis familiaris*), explotación de canteras y monocultivos. Esto se ve reflejado en el reporte de especies comunes y propias de áreas intervenidas registradas durante la caracterización del área, las cuales aparentemente se han adaptado muy bien a los disturbios ocasionados por el hombre. Las altas abundancias de *P. gaigei* (rana arborícola) y *C. lemniscatus* (Lagarto del arcoíris o Lobito) registradas, están por tanto muy influenciadas por los diferentes usos del suelo y amenazas en el área de estudio. La teoría del disturbio intermedio propuesta por Connell (1978) determina que en un ambiente con mediana perturbación y en lapsos medios, las especies adquieren tolerancia al disturbio.

Las curvas de rango- abundancia o curvas de Whittaker (Feinsinger 2001) muestran que la distribución de la abundancia de especies de herpetos varía dependiendo de la cobertura, hay pocas especies con altos valores para el caso de Bosque abierto y Bosque de galería. (Figura 51). Se observa que la especie *Pristimantis gaigei* (28 individuos) fue la más dominante en el bosque abierto, seguida por la especie *Dendrobates truncatus* (15 individuos). Mientras en el Bosque de galería, domina *Cnemidophorus lemniscatus* (17 individuos), seguida de *Rhaebo haematiticus* (13 individuos), y en la vegetación secundaria *Engystomops pustulosus* fue la especie más abundante registrando 9 individuos.

Como especies poco frecuentes encontramos a *Thecadactylus rapicauda*, *Gonadotes albogularis*, *Tretioscincus bifasciatus*, *Mabuya mabouya*, y *Lampropeltis triangulum*, *Basiliscus galeritus* e *Iguana Iguana*, que se registraron en una sola cobertura.

Figura 51 Curva de rango-abundancia de especies de herpetofauna (anfibios y reptiles) para cada una de las coberturas del AI de la Unidad Funcional 2



Fuente: INGETEC, Presente estudio
Ver códigos de las especies en el anexo 2.

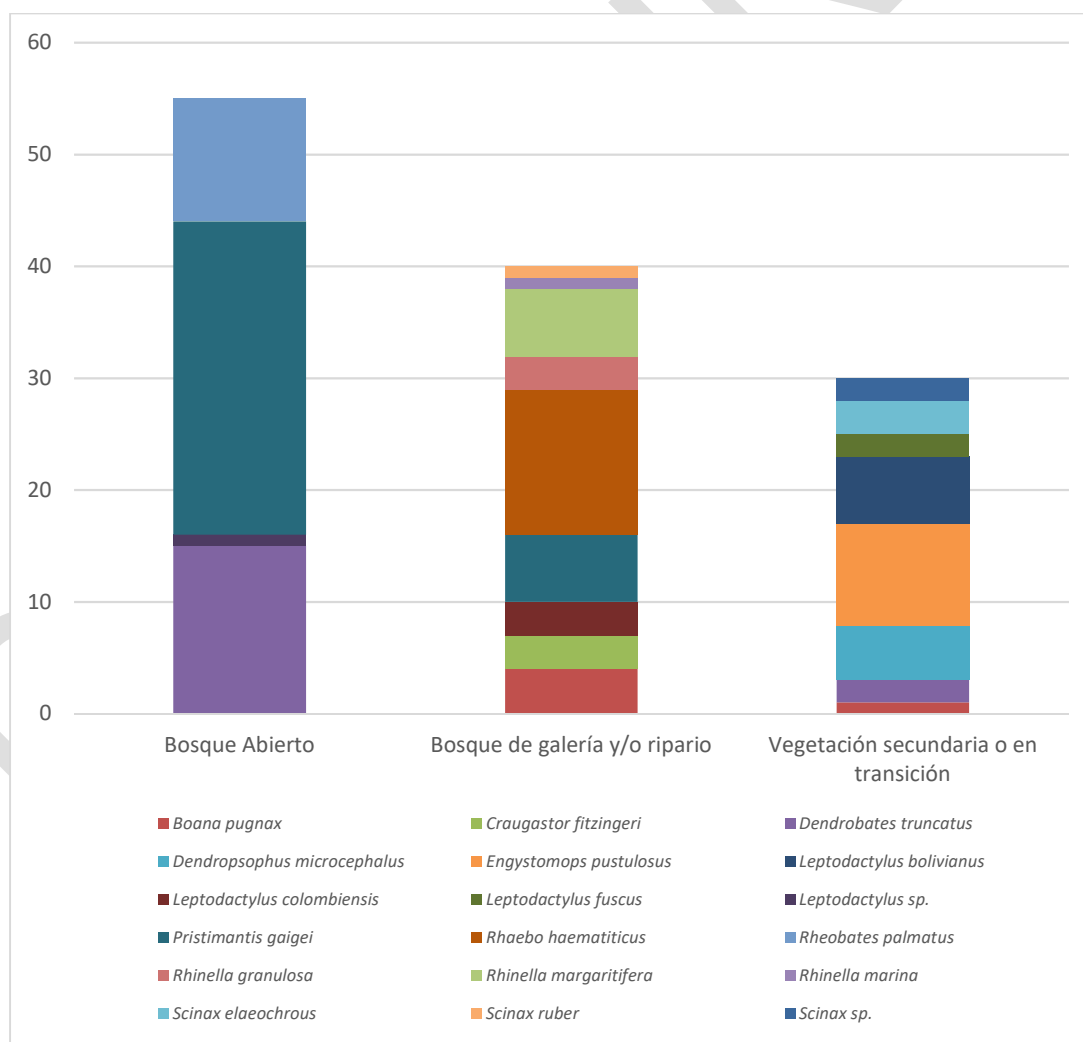
5.2.2.2.1.2.2 Anfibios diversidad y composición

Se registró para el área un total de 125 individuos, lo cuales se agruparon en 18 especies y 5 familias para un solo orden (Ver anexo 2 Lista de Herpetos registrados). El orden Anura estuvo representado por las familias Hylidae con 6 especies, Leptodactylidae con 5, Bufonidae con 4, Craugastoridae con 2 y Aromobatidae con solo 1 especie *Rheobates palmatus* registrada durante el muestreo.

La familia que presentó mayor abundancia de individuos fue Craugastoridae con 37, seguida de Hylidae con 33, Bufonidae con 23, Leptodactylidae con 21 y la familia con menor abundancia fue Aromobatidae con solo 11 individuos registrados. Mientras las especies más abundantes en el área fueron *Pristimantis gaigei* (28 individuos) seguida por la especie *Dendrobates truncatus* (17 individuos), *Rhaebo haematiticus* (13 individuos) y *Rheobates palmatus* con 11. Las demás especies presentaron menos de 10 individuos en el muestreo.

En cuanto a coberturas, el bosque de galería presentó la mayor riqueza de especies (9) seguido por la vegetación secundaria (8 especies), mientras el bosque abierto solo presentó 4 especies (Figura 52).

Figura 52 Riqueza y abundancia de las especies de anfibios reportadas en las coberturas vegetales del área de estudio en la Unidad Funcional 2.



Fuente INGETEC, Presente estudio

5.2.2.2.1.2.2.1 Gremios tróficos y asociación a las coberturas vegetales del AI

Los anuros en su mayoría se alimentan principalmente de invertebrados como insectos, coleópteros, y otros. Cada familia ha desarrollado diferentes tipos de estrategias para satisfacer sus necesidades energéticas. Las especies de anuros observadas en el estudio son insectívoras generalistas y no se registraron ranas con dietas especializadas.

La mayoría de especies de anfibios son generalistas consumidoras de invertebrados que están presentes en todas las coberturas muestreadas, y sólo en el bosque de galería se reportó una especie consumidora de vertebrados terrestres que corresponde a *Rhinella marina* (Tabla 76). Las especies que habitan en la hojarasca como el caso de *D. truncatus* y *P. gagei*, pueden encontrar allí una alta variedad y abundancia de artrópodos e insectos para alimentarse.

Tabla 76. Lista de las especies de anfibios presentes en la Unidad Funcional 2, señalando su presencia en las diferentes coberturas, sus hábitos, periodos de actividad y gremios tróficos.

Especie	Nombre común	Distrb. Altitud	Cobertura	Hábitos	Periodo de actividad	Gremios
<i>Rheobates palmatus</i>	Rana cohete	320 - 2500	Bd	T	D	Ci
<i>Rhaebo haematiticus</i>	Sapo	225 - 1500	Bd	T	D	Ci
<i>Rhinella marina</i>	Sapo común	225 - 1700	Bg	T	N	Vt, Ci
<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo	0-2000	Vs, Bd	T	N	Ci
<i>Rhinella granulosa</i>	Sapo	225-1500	Vs	T	N	Ci
<i>Craugastor fitzingeri</i>	Rana de tierra	225 - 1070	Bd, M	T	N	Ci
<i>Pristimantis gagei</i>	Rana arborícola	225 - 1250	Vs, Bd, M	A	N	Ci
<i>Scinax elaeochrous</i>	Rana arborícola	225 - 1500	Bd	A	N	Ci
<i>Scinax ruber</i>	Rana arborícola	225 - 2600	Vs	A	N	Ci
<i>Dendropsophus microcephalus</i>	Rana arborícola	225 - 1800	M	A	D/N	Ci
<i>Dendrobates truncatus</i>	Rana venenosa	350 - 1250	Vs, Bd, M	T	D	Ci
<i>Boana pugnax</i>	Rana platanera	225 - 700	Vs, Bd	A	N	Ci
<i>Engystomops pustulosus</i>	Túngara	225-1400	Bd	T	N	Ci
<i>Leptodactylus colombiensis</i>	Sapo	225 - 2600	Vs	T	N	Ci
<i>Leptodactylus bolivianus</i>	Sapo	225 - 1250	M	T	N	Ci
<i>Leptodactylus fuscus</i>	Sapo	225 - 300	M	T	N	Ci

Cobertura: Bd: Bosque denso, Bg: Bosque de galería: Vegetación secundaria, M: Mosaico de cultivos y entornos naturales, Pa: Pastos arbolados.

Hábitos: F: Fosorial, T: Terrestre, A: Arbóreo, AC: Acuático.

Periodo de actividad: D: Diurno, D/N: Diurno/nocturno, N: Nocturno.

Gremio tróficos: Vt: Consumidores de vertebrados terrestres, Va: consumidores de vertebrados acuáticos, Ci: consumidores de invertebrados.

5.2.2.2.1.2.2.2 Especies de importancia biológica y socioeconómica

- Especies amenazadas

Con respecto a UICN, Libro rojo, la Res 0192 de 2014 y la nueva resolución 1912 de 2017, no se encontró durante el muestreo ninguna especie de anfibios en categoría de amenaza.

Sin embargo, con respecto a CITES la especie *Dendrobates truncatus* (rana venenosa) esta reportada en el apéndice II, ya que su uso y amenaza principal es el comercio de mascotas.

- Especies endémicas

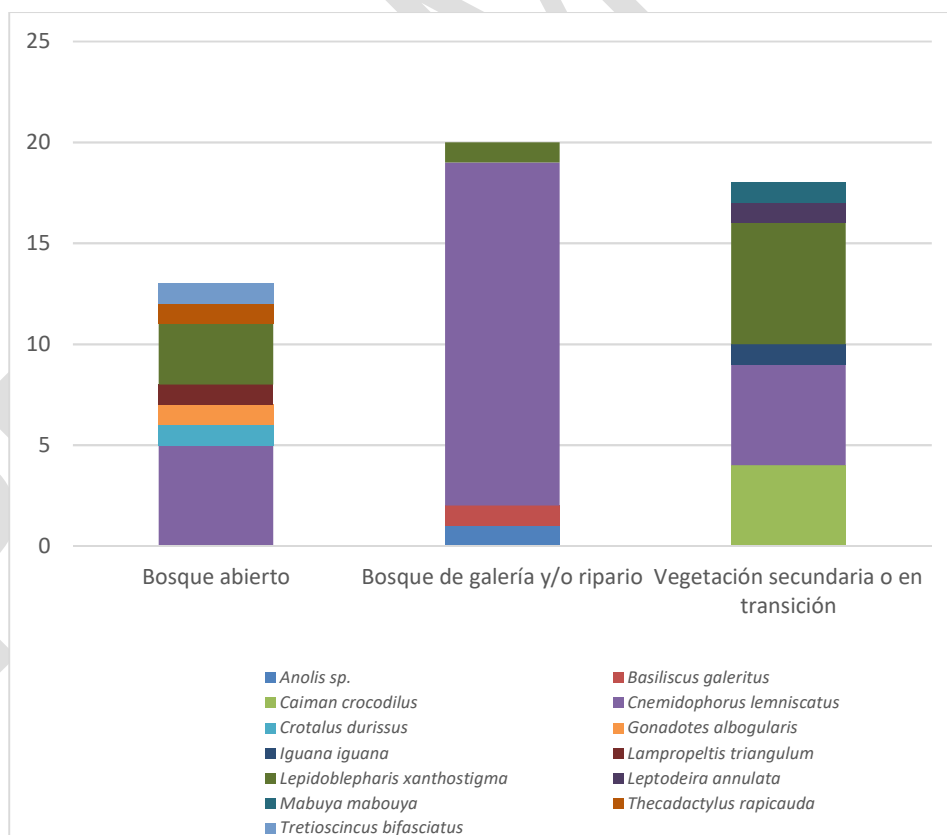
De las especies reportadas como probables para el área (Tabla 72).se listan 2 especies con condición de endemismo ya que presentan distribución restringida para Colombia, estas corresponden a *Rheobates palmatus* (Rana cohete) y *Dendrobates truncatus* (rana venenosa)

5.2.2.2.1.2.3 Reptiles

Se registró para el área un total de 51 individuos, lo cuales se agruparon en 13 especies y 12 familias para dos órdenes (Ver anexo 2 Lista de Herpetos registrados). El orden Squamata contiene 12 de las especies registradas, y estuvo representado por la familia Teiidae con la especie *Cnemidophorus lemniscatus* con 27 individuos, seguida por la familia Sphaerodactylidae con la especie *Lepidoblepharis xanthostigma* con 10 individuos. Las demás familias solo estuvieron representadas en el muestreo por un individuo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El orden Crocodylia estuvo representado por la familia Alligatoridae con la especie *Caiman crocodilus* con 4 individuos.

En la siguiente figura (Figura 53) se observa la abundancia y la riqueza de especies de reptiles para cada una de las coberturas muestreadas en el área de estudio. La cobertura vegetal con mayor abundancia de individuos fue el bosque de galería (20 individuos) aunque la riqueza de especies fue relativamente baja, solo 4 especies. La vegetación secundaria presentó 18 individuos pertenecientes a 6 especies, y el bosque abierto presentó 13 individuos pertenecientes a 7 especies.

Figura 53 Riqueza y abundancia de las especies de reptiles registradas en el área, para cada de las coberturas vegetales en la Unidad Funcional 2.



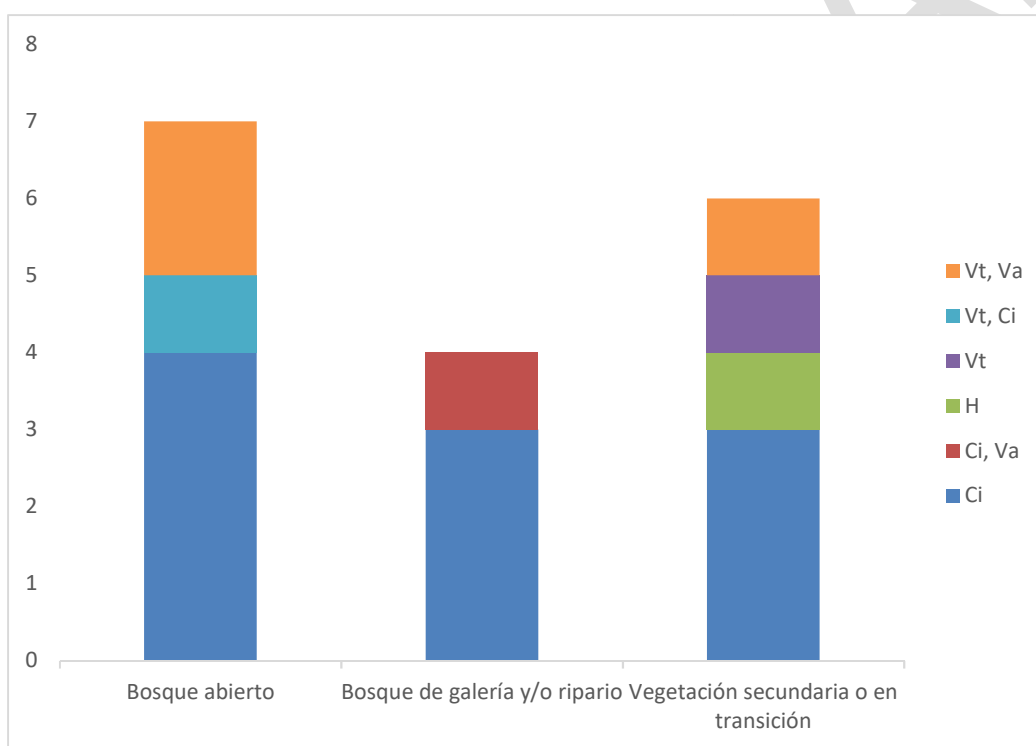
Fuente: INGETEC, Presente estudio

5.2.2.2.1.2.3.1 Gremios tróficos y asociación a las coberturas vegetales del AI

Desde el punto de vista trófico se trata de una microcomunidad de predadores activos. Lagartijas y lobos comunes se alimentan básicamente de invertebrados, mientras que culebras y víboras son carnívoras, depredadores de otros reptiles (saurófagos), anfibios, peces o micromamíferos; si bien las formas juveniles suelen ser insectívoras.

En la siguiente figura se puede observar la dominancia de especies consumidoras de invertebrados (Ci) que están presentes en todas las coberturas, seguida por los consumidores de vertebrados terrestres y acuáticos (Vt/Va). Las especies registradas en el AI se consideran como generalistas, las cuales no tienen unos requerimientos de dieta específica y así mismo tienen una adaptación alta en cualquier tipo de cobertura.

Figura 54 Asociación de gremios tróficos de reptiles y las coberturas vegetales presentes en la Unidad Funcional 2



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Tabla 77 Lista de las especies de anfibios presentes en el AI, señalando su presencia en las diferentes coberturas, sus hábitos, periodos de actividad y gremios tróficos.

Especie	Nombre común	Distrb. Altitud	Hábitos	Periodo de actividad	Gremios
<i>Lepidoblepharis xanthostigma</i>	Lagarto con escamas	225 - 800	A	D	Ci
<i>Cnemidophorus lemniscatus</i>	Lobito	225 - 1000	T	D	Ci
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	Lagartijo	225 - 1200	A	N	Vt, Ci
<i>Gonadotes albogularis</i>	Gecko cabeza amarilla	225 - 1500	A	D	Ci
<i>Tretioscincus bifasciatus</i>	Lagarto coliazul	225 - 900	T	D	Ci
<i>Mabuya mabouya</i>	Limpiacasa	225 - 1600	T	D	Ci
<i>Lampropeltis triangulum</i>	Falsa coral	225 - 1750	T	D/N	Vt, Va

Especie	Nombre común	Distrb. Altitud	Hábitos	Periodo de actividad	Gremios
<i>Leptodeira annulata</i>	Serpiente ojo de gato	225 - 1967	T	N	Vt
<i>Crotalus durissus</i>	Cascabel	225 - 1100	T	N	Vt, Va
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	225 - 1400	A	D	H
<i>Caiman crocodilus</i>	Caiman común	225 - 500	AC	N	Vt, Va
<i>Anolis sp.</i>			A	D/N	Ci
<i>Basiliscus galeritus</i>	Basilisco común	225 - 1400	T/AC	D	Ci, Va

5.2.2.2.1.2.3.2 Especies de importancia biológica y socioeconómica.

- Especies amenazadas

Algunas de las especies de reptiles registradas durante el muestreo para el área se encuentran registradas por la UICN en la categoría en Peligro Crítico (CR) se encuentra la especie *Mabuya mabouya* (Limpiacasas).

Se registraron en los apéndices de CITES las especies *Caiman crocodilus* (Caiman común) e *Iguana iguana* (Iguana verde) que se encuentran en el Apéndice II. Mientras la especie *Crotalus durissus* (cascabel) se encuentra reportada en el apéndice III.

Con respecto al libro rojo de reptiles de Colombia (2015), la Resolución 0192 de 2014 y la nueva resolución 1912 de 2017, no se reportó ninguna especie bajo categoría de amenaza.

- Especies endémicas

Las especies registradas para el AI no presentan distribución restringida para Colombia.

5.2.2.2.2 Aves

Las aves son un grupo utilizado frecuentemente para evaluar el estado actual de los ecosistemas, para monitorear la respuesta de los ecosistemas frente a diversos disturbios y /o tratamientos a diferentes escalas, y porque además, dentro del grupo de los vertebrados, son los que cumplen la mayor diversidad de funciones ecológicas dentro de los ecosistemas (Sekercioglu, 2006); características de las aves tales como, la facilidad de detección, su amplia distribución y su capacidad de tolerar diferentes rangos de disturbio, sumado a que las especies pueden asociarse a un determinado hábitat y muchas de ellas poseen requerimientos de hábitat específicos; permiten relacionar las tendencias poblacionales de ciertas especies o grupos de especies, con los cambios en un determinado hábitat o ecosistema (Canterbury et al., 2000).

En Colombia se registran casi 1900 especies de aves, de las cuales 86 especies se consideran como amenazadas y 60 casi-amenazadas a nivel global (BirdLife International 2015), las principales amenazas a la biodiversidad se relacionan con la destrucción de sus hábitats debido a la deforestación, las actividades agrícolas y ganaderas y la urbanización, entre otros (Renjifo et al., 2002).

El valor de la biodiversidad en un área puede establecerse con base en diferentes criterios tales como, la riqueza de especies presentes, el grado de endemismo o la rareza, la singularidad o irremplazabilidad, y la vulnerabilidad, entre otros, no obstante, el trabajo de asignar ese valor suele ser muy complejo, especialmente en regiones con extraordinaria diversidad de especies (Sánchez-Cordero, Cirelli, Munguía, & Sarkar, 2005).

5.2.2.2.2.1 Información secundaria obtenida para la zona del proyecto

Las especies probables para la zona se tomaron del listado de especies para el departamento del Tolima, filtrado por altitud y ecosistemas y la revisión de diferentes bases de datos. Para el departamento del Tolima según AVIBASE se tienen registradas un total de 792 especies (Lepage, 2017), de las cuales en el área son probables 382. De éstas, 79 especies son migratorias las cuales no fueron registradas durante el presente muestreo debido a la época del año en que fue realizado.

Se encontraron 2 especies probables catalogadas como vulnerables (VU), *Setophaga cerulea*, especie de reinita migratoria y el periquito *Touit stictopterus*. Nueve especies se registran como casi amenazadas (NT) de las cuales cuatro son migratorias, y una especie se considera como introducida (*Lonchura malacca*) la cual se presenta principalmente en zonas de arrozales (Ver Tabla 78).

Tabla 78 Especies de aves amenazadas probables en el área de estudio en la Unidad Funcional 2

ESPECIE	Categoría de amenaza	Migratorios
<i>Calidris subruficollis</i>	NT	M
<i>Chaetura pelagica</i>	NT	M
<i>Contopus cooperi</i>	NT	M
<i>Lonchura malacca</i>	introducida	
<i>Pyrilia pyrilia</i>	NT	
<i>Setophaga cerulea</i>	VU	M
<i>Sipia palliata</i>	NT	
<i>Synallaxis moesta</i>	NT	
<i>Touit stictopterus</i>	VU	
<i>Vermivora chrysoptera</i>	NT	M

Fuente: INGETEC, Presente estudio.

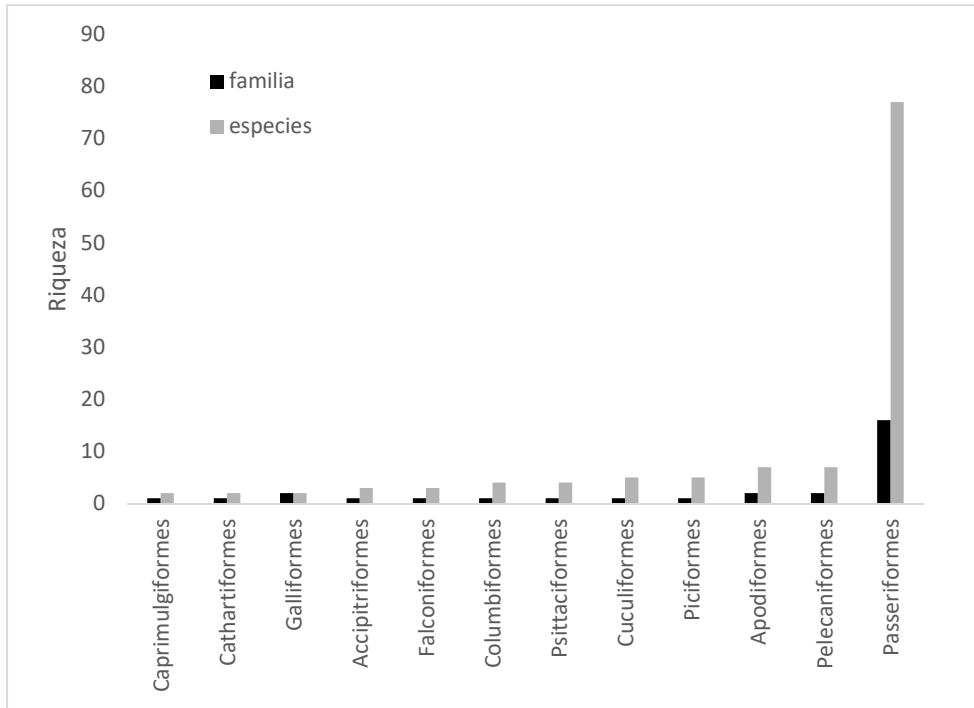
5.2.2.2.2.2 Información primaria obtenida para el Área de influencia del proyecto

5.2.2.2.2.2.1 Aves diversidad y composición

Para el muestreo se registraron en total 129 especies de aves pertenecientes a 19 órdenes y 37 familias (Ver Anexo 3 Listado de avifauna registrado).

Como era de esperar, el orden con mayor riqueza de especies y familias fue Passeriformes (78 especies, 16 familias (Ver Figura 55); este orden por lo general presenta la mayor riqueza de especies, ya que contiene más de la mitad de todas las especies de aves a nivel mundial (Rickfles, 2003). Le siguen los Pelecaniformes y Apodiformes (7 sp, 2 familias), Piciformes y Cuculiformes (5 especies, 1 familia), y los demás órdenes presentaron menos de 5 especies.

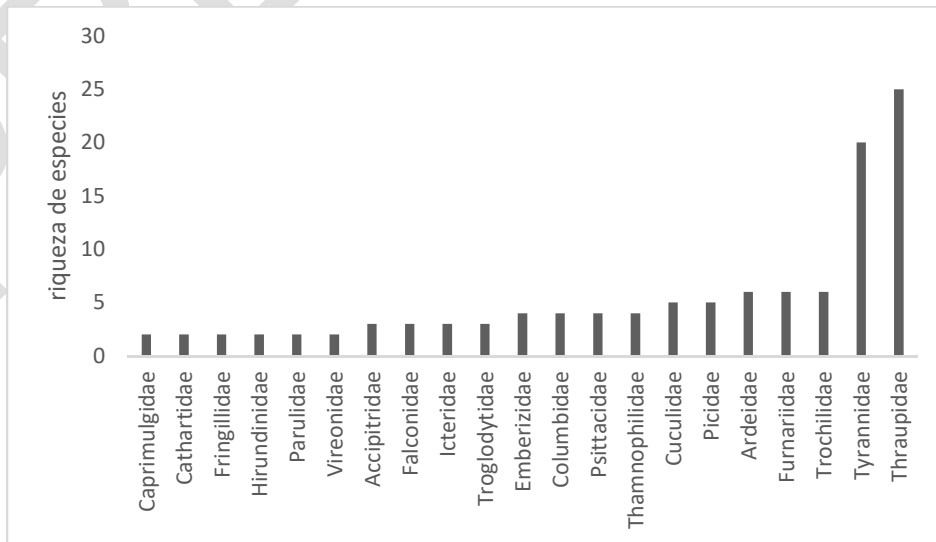
Figura 55 Número de familias y especies por orden de avifauna registradas en la Unidad Funcional 2.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

En cuanto a las familias, la mayor riqueza de especies corresponde a tangaras y semilleros (Thraupidae 25 especies) seguido de Tyrannidae (20) que corresponde a los atrapamoscas. La familia de los colibríes (Trochilidae), los horneros, trepatroncos, chamiceros y canasteros (Furnariidae) y las garzas (Ardeidae) presentaron 6 especies cada una; los carpinteros (Picidae) y cucos (Cuculidae) 5 especies, y las demás familias presentaron 4 especies o menos y la gran mayoría presentan sólo una especie en el área de estudio (Ver Figura 56)

Figura 56 Riqueza de especies por familia de avifauna registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Las familias Tyrannidae y Thraupidae, son las más diversas y dominan en varios ecosistemas neotropicales, debido a la gran radiación evolutiva en sus estrategias de forrajeo que le permiten colonizar una gran variedad de ambientes (Fitzpatrick, 1980; Sick 1997, Fitzpatrick et al. 2004 en Medina et al., 2013; Ohlson et al., 2007; Medina et al., 2013; Burns, 1997). Por otra parte, la ausencia o baja frecuencia de registros de especies pertenecientes a algunas familias como Parulidae, Accipitridae y algunos tiránidos, se debe a que el muestreo no se llevó a cabo durante la época migratoria.

En cuanto a las coberturas, éstas se dividieron por áreas, las correspondientes al área del Boquerón y las del área del ZODME planeado frente a Piscilago. En el área del Boquerón se registraron en total 110 especies (Tabla 79), mientras en el ZODME se registraron 85 especies (Tabla 80).

Las coberturas del área de Boquerón corresponden a Bosque abierto (Ba), vegetación secundaria (Vsec), pastos arbolados (Pa), pastos limpios (Pl) y bosque de galería y ripario (Bg) (Ver Fotografía 14). El bosque de galería en ésta zona se encuentra muy fragmentado y deteriorado y sólo persisten pequeños relictos.

Fotografía 14 Coberturas vegetales presentes en el área de Boquerón



Bosque abierto y fragmentado (Baf)



Bosque denso (Bd)



Vegetación secundaria (Vsec)



Mosaicos (Mos)



Pastos arbolados (Pa)

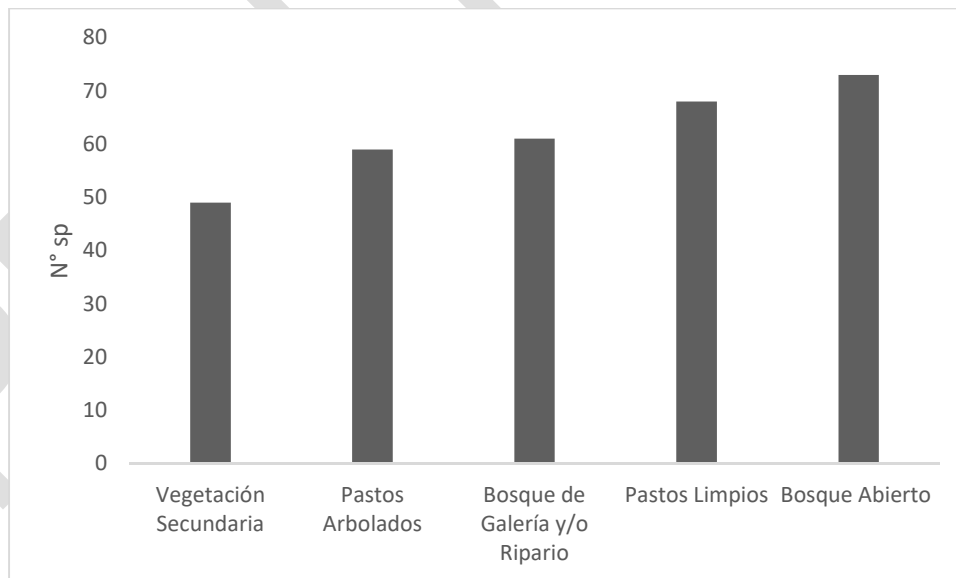


Remanentes de Bosque de galería (Bg)

Fuente: INGETEC, Presente estudio.

En ésta área de Boquerón, el bosque abierto presentó la mayor riqueza de especies (74) seguido por los pastos limpios (68), el bosque de galería (61) y los pastos arbolados (59 especies). La menor riqueza se presentó en la vegetación secundaria (49 especies), debido posiblemente a la menor complejidad estructural de ésta cobertura (Ver Figura 57). La riqueza de especies en los pastizales abiertos puede deberse a la facilidad de detección de las especies en éste tipo de coberturas más abiertas, mientras en los bosques y coberturas más complejas, la detección es menor y muchas veces se basa en registros de tipo auditivo, debido a que muchas especies son crípticas y tímidas.

Figura 57 Riqueza de especies de avifauna por cobertura en el área del Boquerón registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Con respecto a la composición de especies en el área de Boquerón, observamos que hay especies que se registran sólo en el bosque abierto, o en coberturas boscosas como el bosque ripario, lo cual puede indicar que

poseen requerimientos de hábitat más específicos, tal es el caso de la mayoría de Furnaridos y algunas tangaras (Thraupidae), mientras otras especies como los semilleros se registran sólo en coberturas abiertas como pastizales; y además se comparten varias especies entre las diferentes coberturas (ver Tabla 79)

Tabla 79. Composición de especies de avifauna por cobertura en el área de Boquerón para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

Especie	Bosque Abierto	Bosque de Galería y/o Ripario	Pastos Arbolados	Pastos Limpios	Vegetación Secundaria
Accipitridae					
<i>Buteo brachyurus</i>			X	X	
<i>Geranoaetus albicaudatus</i>			X	X	
<i>Rupornis magnirostris</i>	X	X	X	X	X
Apodidae					
<i>Streptoprocne zonaris</i>	X	X	X	X	X
Ardeidae					
<i>Butorides striata</i>		X			
<i>Egretta thula</i>		X			
<i>Nycticorax nycticorax</i>		X			
Caprimulgidae					
<i>Chordeiles acutipennis</i>	X				
<i>Nyctidromus albicollis</i>			X	X	
Cathartidae					
<i>Cathartes aura</i>	X	X	X	X	X
<i>Coragyps atratus</i>	X	X	X	X	X
Columbidae					
<i>Columbina passerina</i>			X		X
<i>Columbina talpacoti</i>	X		X	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	X	X	X		X
Corvidae					
<i>Cyanocorax affinis</i>	X	X		X	
Cracidae					
<i>Ortalis columbiana</i>	X	X	X		X
Cuculidae					
<i>Crotophaga ani</i>			X	X	X
<i>Piaya cayana</i>	X	X			
<i>Tapera naevia</i>			X	X	
Emberizidae					
<i>Arremon aurantirostris</i>	X				
<i>Arremonops conirostris</i>			X	X	
<i>Arremon taciturnus</i>	X				
<i>Sporophila intermedia</i>			X	X	
Falconidae					
<i>Falco ruficularis</i>	X				

Especie	Bosque Abierto	Bosque de Galeria y/o Ripario	Pastos Arbolados	Pastos Limpios	Vegetación Secundaria
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	X	X	X	X	
<i>Milvago chimachima</i>			X	X	X
Fringillidae					
<i>Euphonia concinna</i>	X	X		X	
<i>Euphonia laniirostris</i>	X	X	X	X	X
Furnariidae					
<i>Dendroplex picus</i>	X	X		X	
<i>Lepidocolaptes souleyetii</i>	X				
<i>Xenops minutus</i>	X	X			
<i>Xiphocolaptes promeropyrhynchus</i>	X	X			
<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	X				
Galbulidae					
<i>Galbula ruficauda</i>	X	X	X	X	
Hirundinidae					
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>					X
Icteridae					
<i>Icterus chrysater</i>			X	X	
Mimidae					
<i>Mimus gilvus</i>			X		X
Odontophoridae					
<i>Colinus cristatus</i>	X				
Parulidae					
<i>Basileuterus rufifrons</i>	X	X	X	X	X
<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	X	X		X	
Picidae					
<i>Dryocopus lineatus</i>			X		
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	X		X	X	X
<i>Picumnus olivaceus</i>	X	X	X	X	X
<i>Veniliornis kirkii</i>	X	X	X	X	
Pipridae					1
<i>Manacus manacus</i>	X				X
Poliophtilidae					
<i>Poliophtila plumbea</i>	X		X	X	X
Psittacidae					
<i>Amazona ochrocephala</i>	X	X	X	X	X
<i>Brotogeris jugularis</i>	X	X	X	X	X
<i>Forpus conspicillatus</i>	X		X	X	X
<i>Psittacara wagleri</i>	X	X	X	X	
Rallidae					

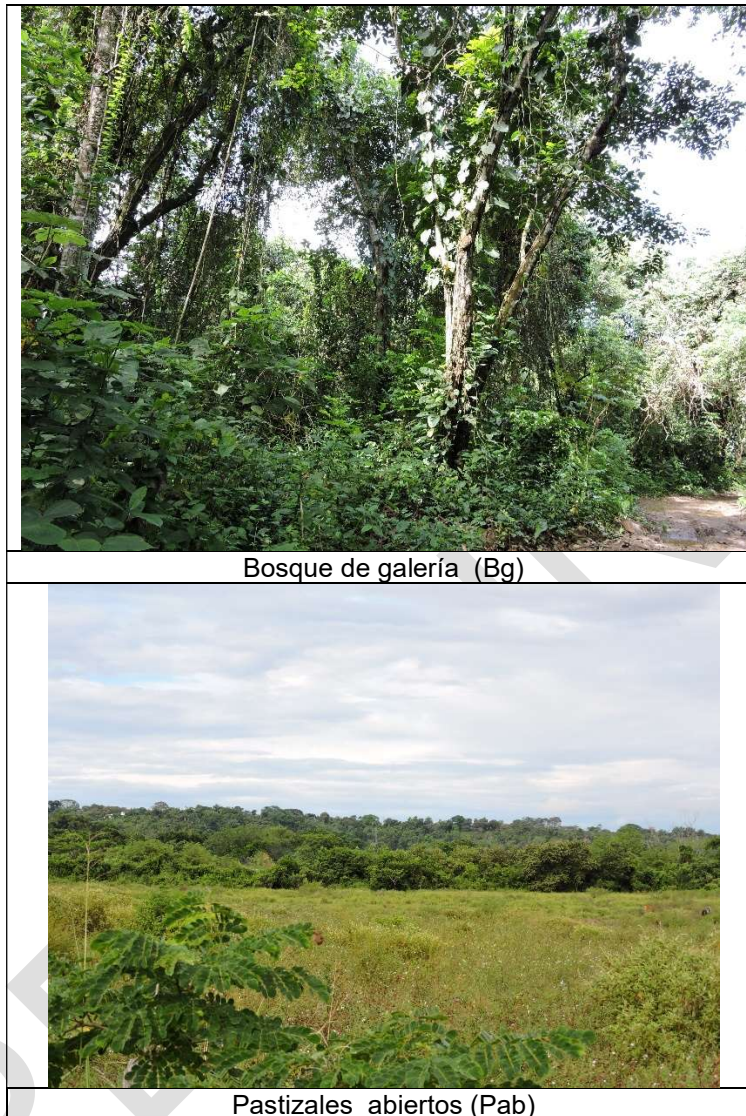
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
CAPITULO 5.2 CARACTERIZACIÓN MEDIO BIÓTICO
G-CSM-000-UF2E-XXXXX-A-INF-INGET-10305-A0**

Especie	Bosque Abierto	Bosque de Galería y/o Ripario	Pastos Arbolados	Pastos Limpios	Vegetación Secundaria
<i>Aramides cajaneus</i>	X	X			
Thamnophilidae					
<i>Formicivora grisea</i>				X	X
<i>Myrmeciza longipes</i>	X	X		X	X
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	X	X		X	X
<i>Thamnophilus doliatus</i>			1	1	
Thraupidae					
<i>Chlorophanes spiza</i>		X			
<i>Coereba flaveola</i>	X	X		X	X
<i>Conirostrum leucogenys</i>			X		
<i>Dacnis lineata</i>	X	X		X	X
<i>Eucometis penicillata</i>	X	X			
<i>Hemithraupis guira</i>	X				
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Saltator coerulescens</i>	X	X			
<i>Saltator maximus</i>	X	X			
<i>Saltator striatipectus</i>	X	X	X	X	X
<i>Schistochlamys melanopsis</i>		X		X	X
<i>Sicalis flaveola</i>	X		X	X	
<i>Sporophila minuta</i>			X		
<i>Sporophila nigricollis</i>			X	X	X
<i>Sporophila schistacea</i>			X		
<i>Tachyphonus luctuosus</i>	X	X		X	X
<i>Tachyphonus rufus</i>	X		X	X	
<i>Tangara cyanicollis</i>	X	X	X	X	X
<i>Tangara gyrola</i>	X	X		X	
<i>Tangara heinei</i>	X		X		
<i>Tangara vitriolina</i>	X	X		X	X
<i>Tersina viridis</i>	X	X			
<i>Thraupis episcopus</i>	X	X	X	X	X
<i>Thraupis palmarum</i>	X		X	X	X
<i>Volatinia jacarina</i>			X		
Tinamidae					
<i>Crypturellus soui</i>	X	X			
Trochilidae					
<i>Amazilia cyanifrons</i>			X	X	
<i>Chalybura buffonii</i>			X	X	X
<i>Chlorostilbon mellisugus</i>	X	X			
<i>Lepidopyga goudoti</i>	X				

Especie	Bosque Abierto	Bosque de Galería y/o Ripario	Pastos Arbolados	Pastos Limpios	Vegetación Secundaria
<i>Phaethornis anthophilus</i>	X	X			
Troglodytidae					
<i>Henicorhina leucosticta</i>	X	X		X	
<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	X	X			
<i>Troglodytes aedon</i>	X			X	X
Turdidae					
<i>Turdus leucomelas</i>	X	X	X	X	X
Tyrannidae					
<i>Contopus cinereus</i>			X	X	
<i>Elaenia chiriquensis</i>				X	
<i>Elaenia flavogaster</i>	X		X	X	X
<i>Hirundinea ferruginea</i>					X
<i>Legatus leucophaeus</i>	X	X	X	X	
<i>Machetornis rixosa</i>			X	X	
<i>Megarynchus pitangua</i>			X		X
<i>Mionectes oleagineus</i>	X	X			
<i>Myiarchus tyrannulus</i>				X	
<i>Myiodynastes maculatus</i>	X	X		X	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	X	X	X	X	X
<i>Oncostoma olivaceum</i>		X			X
<i>Phyllomyias griseiceps</i>	X	X		X	X
<i>Pitangus sulphuratus</i>	X		X	X	X
<i>Sayornis nigricans</i>		X		X	
<i>Todirostrum cinereum</i>	X	X	X	X	X
<i>Tyrannulus elatus</i>	X	X	X	X	X
<i>Tyrannus melancholicus</i>	X	X	X	X	X
Vireonidae					
<i>Cyclarhis gujanensis</i>		X			
<i>Hylophilus flavipes</i>	X	X	X	X	X
Total general	73	61	59	68	49

De otra parte, en el área del ZODME ubicado frente a Piscilago, se presentan dos coberturas, Pastizales enmalezados (Pe) y unos pequeños relictos de bosque de galería (Bg) (Ver Fotografía 15). En total se registraron 85 especies en ésta área, de las cuales el bosque de galería presentó la mayor riqueza durante el muestreo (64) con especies propias de borde de río tales como garzas y martines pescadores, la mayoría de tiránidos y tangaras (Ver Tabla 80).

Fotografía 15 Coberturas vegetales presentes en el área del ZODME



Bosque de galería (Bg)

Pastizales abiertos (Pab)

Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Tabla 80. Composición de especies de avifauna por cobertura en el área del ZODME para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

Especie	Bosque de galería ZODME	Pastizal enmalezado ZODME
Accipitridae		
<i>Rupornis magnirostris</i>	X	X
Alcedinidae		
<i>Megasceryle torquata</i>	X	
Anatidae		
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	X	
Apodidae		

Espece	Bosque de galería ZODME	Pastizal enmalezado ZODME
<i>Streptoprocne zonaris</i>		X
Ardeidae		
<i>Ardea alba</i>	X	
<i>Bubulcus ibis</i>		X
<i>Butorides striata</i>	X	
<i>Egretta caerulea</i>	X	
<i>Egretta thula</i>	X	
<i>Nycticorax nycticorax</i>	X	
Cathartidae		
<i>Cathartes aura</i>	X	X
<i>Coragyps atratus</i>		X
Charadriidae		
<i>Vanellus chilensis</i>	X	X
Columbidae		
<i>Columbina passerina</i>		X
<i>Columbina talpacoti</i>	X	X
<i>Leptotila verreauxi</i>	X	X
<i>Patagioenas cayennensis</i>	X	
Cracidae		
<i>Ortalis columbiana</i>	X	
Cuculidae		
<i>Coccyzua minuta</i>		X
<i>Crotophaga ani</i>		X
<i>Crotophaga major</i>	X	X
<i>Piaya cayana</i>	X	
<i>Tapera naevia</i>		X
Emberizidae		
<i>Arremonops conirostris</i>		X
Falconidae		
<i>Milvago chimachima</i>	X	X
Fringillidae		
<i>Euphonia concinna</i>	X	
<i>Euphonia lanirostris</i>	X	X
Furnariidae		
<i>Dendroplex picus</i>	X	
<i>Synallaxis albescens</i>		X
<i>Xenops minutus</i>	X	
Galbulidae		
<i>Galbula ruficauda</i>	X	

Espece	Bosque de galería ZODME	Pastizal enmalezado ZODME
Hirundinidae		
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	X	
Icteridae		
<i>Gymnomystax mexicanus</i>		X
<i>Icterus auricapillus</i>		X
Mimidae		
<i>Mimus gilvus</i>		X
Odontophoridae		
<i>Colinus cristatus</i>		X
Parulidae		
<i>Basileuterus rufifrons</i>	X	
<i>Myiothlypis fulvicauda</i>	X	
Phalacrocoracidae		
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	X	
Picidae		
<i>Colaptes punctigula</i>	X	
<i>Melanerpes rubricapillus</i>	X	
<i>Picumnus olivaceus</i>	X	
<i>Veniliornis kirkii</i>	X	
Poliopitidae		
<i>Poliopitila plumbea</i>		X
Psittacidae		
<i>Brotogeris jugularis</i>	X	
<i>Forpus conspicillatus</i>		X
Rallidae		
<i>Aramides cajaneus</i>	X	
Thamnophilidae		
<i>Formicivora grisea</i>		X
<i>Myrmeciza longipes</i>	X	
<i>Thamnophilus atrinucha</i>	X	
<i>Thamnophilus doliatus</i>		X
Thraupidae		
<i>Coereba flaveola</i>	X	
<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	X	
<i>Saltator maximus</i>	X	X
<i>Saltator striatipectus</i>	X	X
<i>Schistochlamys melanopsis</i>	X	
<i>Sicalis flaveola</i>	X	X
<i>Sporophila minuta</i>		X

Especie	Bosque de galería ZODME	Pastizal enmalezado ZODME
<i>Sporophila nigricollis</i>		X
<i>Tachyphonus luctuosus</i>	X	
<i>Tangara cyanicollis</i>	X	
<i>Tangara vitriolina</i>	X	
<i>Thraupis episcopus</i>	X	X
<i>Thraupis palmarum</i>	X	X
Threskiornithidae		
<i>Phimosus infuscatus</i>	X	X
Tinamidae		
<i>Crypturellus soui</i>	X	
Trochilidae		
<i>Amazilia tzacatl</i>	X	X
Troglodytidae		
<i>Henicorhina leucosticta</i>	X	
<i>Troglodytes aedon</i>		X
Turdidae		
<i>Turdus leucomelas</i>	X	
Tyrannidae		
<i>Elaenia flavogaster</i>	X	
<i>Fluvicola pica</i>	X	
<i>Machetornis rixosa</i>		X
<i>Megarynchus pitangua</i>	X	
<i>Mionectes oleagineus</i>	X	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	X	
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	X	
<i>Myiozetetes similis</i>	X	
<i>Oncostoma olivaceum</i>	X	
<i>Sayornis nigricans</i>	X	
<i>Todirostrum cinereum</i>	X	
<i>Tyrannulus elatus</i>	X	
<i>Tyrannus melancholicus</i>	X	X
Vireonidae		
<i>Cyclarhis gujanensis</i>	X	
<i>Hylophilus flavipes</i>	X	
Total general	64	37

5.2.2.2.2.3 Representatividad del muestreo, estimadores de riqueza e Índices de diversidad alfa

Para el muestreo se lograron 742 registros en los que se observaron 3165 individuos, Sin embargo para los análisis, se eliminaron las especies dominantes para algunas coberturas, caso de los vencejos y los periquitos en los mosaicos y el bosque abierto, a fin de que no interfirieran de manera inadecuada en los cálculos de diversidad pues se presentaron en grandes números. Se encontraron 128 especies en total pertenecientes a 19 órdenes y 37 familias. Adicionalmente en las capturas se encontró una especie adicional, *Arremon taciturnus*.

Para todas las coberturas muestreadas se calcularon los índices de diversidad de Shannon, Pielou y Simpson; y adicionalmente, para estimar la dominancia y equidad se utilizaron los tres primeros números de Hill, que permiten calcular el número efectivo de especies para una muestra y la diversidad de especies con base en éstos números, los valores más importantes son N0, N1 y N2 (ver Tabla 81).

Donde N0= Número total de especies observadas (S)
N1= Número de especies abundantes= eH'
N2= Número de especies muy abundantes=1/λ.

H' corresponde al índice de Shannon-Wiener y λ al índice de Simpson, las fórmulas de los índices se observan a continuación:

Índice de Shannon-Wiener: $H' = - \sum p_i \ln p_i$

Índice de Simpson: $\lambda = \sum p_i^2$ refleja el grado de dominancia en una comunidad
Donde p_i es la abundancia proporcional de la especie

Tabla 81 Índices de diversidad, dominancia y equidad por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

Área	Cobertura	N° Individuos	Números de Hill			Simpson (λ)	Shannon (H')	Pielou
			N0 = S	N1= eH'	N2= 1/λ			
Boquerón	Ba	666	73	133,9	69,0	0,0145	4,897	1,141
Boquerón	Bg	607	61	22,3	5,6	0,1797	3,103	0,755
Boquerón	Pa	629	59	18,5	5,6	0,1797	2,917	0,715
Boquerón	PI	409	68	33,9	11,3	0,0883	3,525	0,835
Boquerón	Vsec	361	49	21,3	7,5	0,1334	3,059	0,786
ZODME	Bg	309	64	102,7	86,1	0,0116	4,632	1,114
ZODME	Pe	184	37	40,0	28,8	0,0347	3,688	1,021
TOTAL		3165	128					

Bosque abierto (Ba), , vegetación secundaria (Vsec), pastos arbolados (Pa), Pastos limpios (PI), Bosque de galería (Bg) y pastizal enmalezado (Pe)

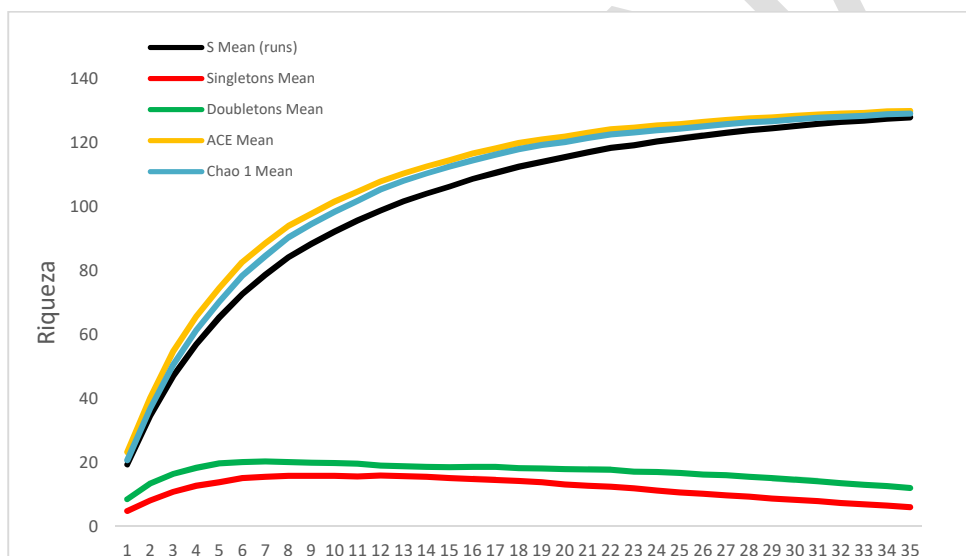
Se observa que la mayor riqueza observada de especies (S) se presenta en el bosque abierto del área de Boquerón, seguido de los pastos limpios (PI) y el bosque de galería (61). Además, el bosque abierto (Ba) presenta los mayores valores de N1 y N2 por lo cual, con base en el número efectivo de especies, ésta cobertura se considera como la más diversa, seguida del bosque de galería en el área del ZODME (Bg) y en menor medida de los pastos enmalezados (Pe). Esto puede deberse a que el bosque abierto (Ba) presenta los mayores valores de equidad (H' y Pielou) y baja dominancia, por lo que se considera que las especies están relativamente igual representadas en la muestra, además, ésta cobertura puede ser utilizada como lugar de paso de otras especies de tipo generalistas. Asimismo, las coberturas boscosas en general, presentan una mayor diversidad y complejidad estructural que permite la colonización de diferentes tipos de hábitats y favorece

la especialización de las especies (Tews *et al.*, 2004; Kissling, Field & Böhning-Gaese, 2008; Casas *et al.*, 2016).

Las coberturas con menor diversidad con base en el número efectivo de especies fueron los pastos arbolados (Pa) seguida de la vegetación secundaria (Vsec), probablemente debido a que presentan una menor complejidad estructural y menor diversidad en la vegetación lo que permite sólo la presencia de especies de tipo más generalista. Además la cobertura de vegetación secundaria presenta un alto grado de intervención antrópica y se encuentra contigua a mosaicos de pastos y/o cultivos y casas.

En cuanto a los estimadores de riqueza y la curva de acumulación de especies, se observa que para el muestreo general del área, los estimadores de riqueza Chao 1 (129,15) y ACE (130,03) alcanzan valores muy similares a los obtenidos durante el muestreo (S = 128), además, las curvas de “singletons” (número de especies representadas por un solo individuo) y “doubletons” (número de especies representadas por dos individuos) presentan valores relativamente bajos y tienden a descender indicando que se ha logrado un muestreo adecuado y representativo para toda la zona (Ver Figura 58 y Tabla 82).

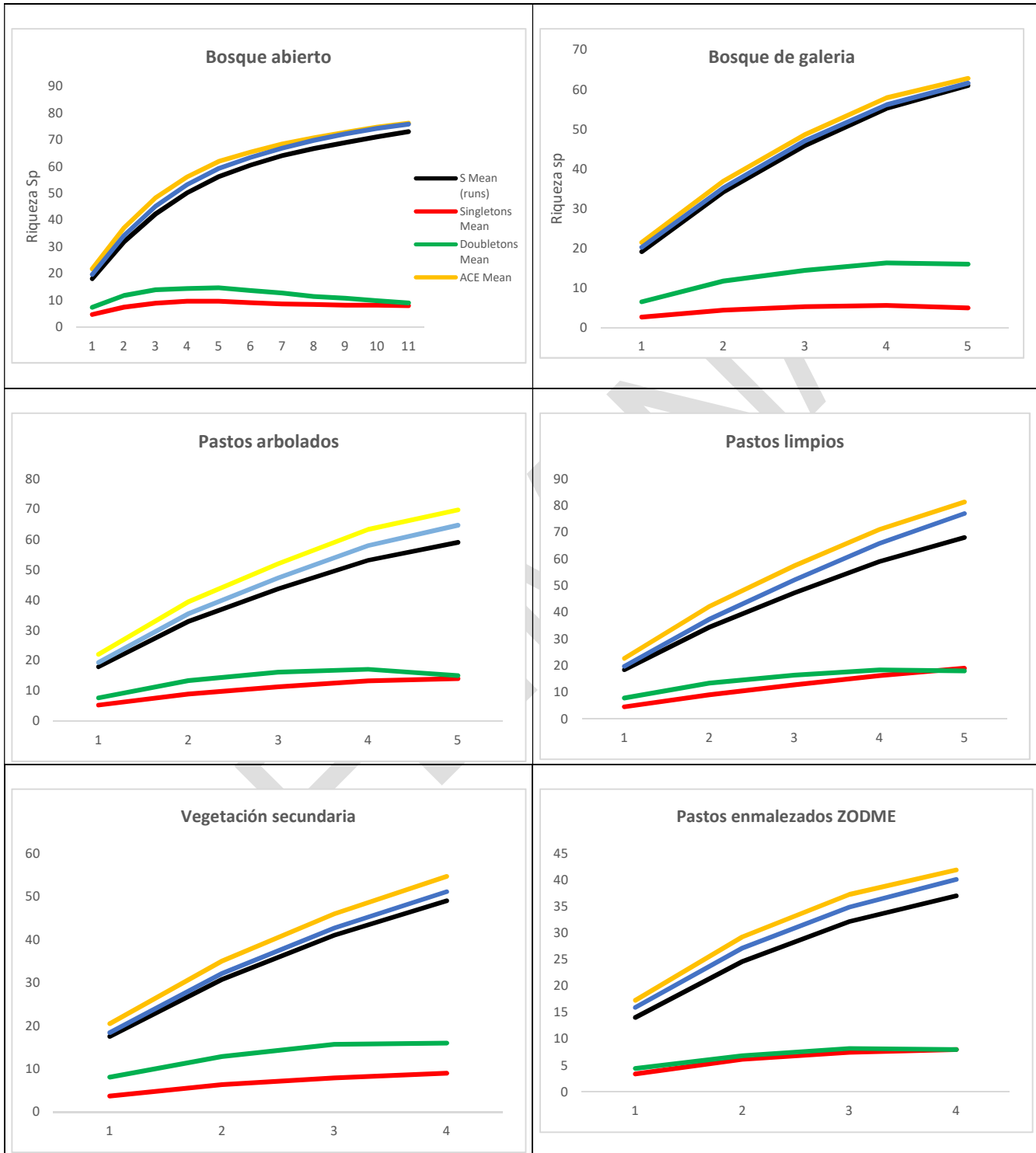
Figura 58 Curva de acumulación de especies y estimadores de riqueza de especies para el área total del tramo 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot

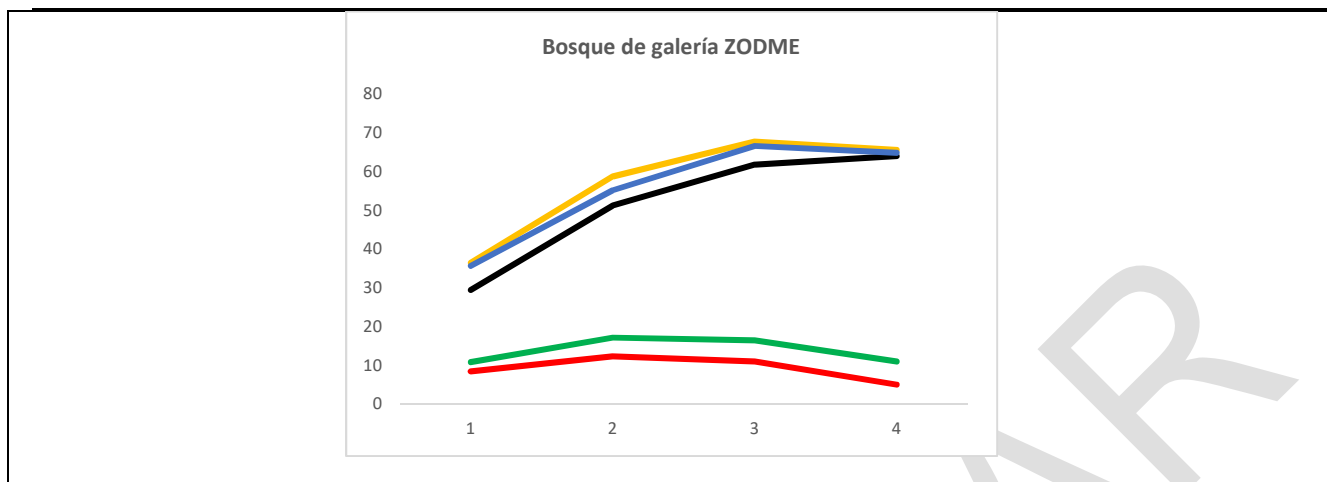


Fuente: INGETEC, Presente estudio.

En cuanto a coberturas, las curvas de acumulación de especies y los estimadores de riqueza se observan en la Figura 59. En general, se observa que las coberturas que presentan mayor representatividad dentro del muestreo fueron los bosques de galería seguido del bosque abierto del área de Boquerón aunque en general, los valores observados se acercan bastante a los valores estimados indicando que el muestreo fue suficiente y representativo para todas las coberturas (ver Tabla 82).

Figura 59 Curva de acumulación de especies y estimadores de riqueza de especies por cobertura del tramo 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot





Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Los valores de representatividad más bajos se obtuvieron en los mosaicos y los pastizales, lo cual pudo deberse en parte a condiciones climáticas adversas (viento y llovizna) durante el muestreo de estas coberturas, sin embargo, todos superan el 80% de la representatividad en el muestreo y la mayoría supera el 90%, indicando que el muestreo fue adecuado y suficiente para todas las coberturas (ver Tabla 82).

Tabla 82 Riqueza observada, estimada y representatividad del muestreo por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

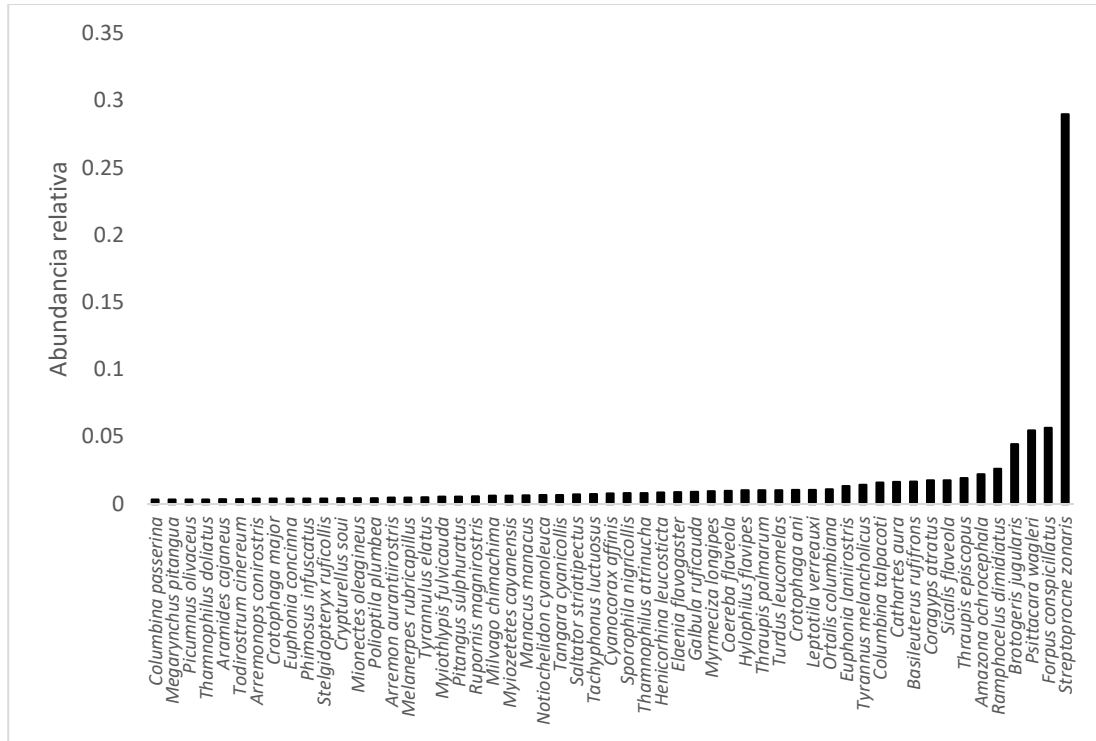
Área	Cobertura	Riqueza Observada	Estimadores		Representatividad %	
			ACE	Chao1		
Boquerón	Ba	73	76,2	75,8	95,8	96,3
Boquerón	Bg	61	62,8	61,6	97,1	99,0
Boquerón	Vsec	49	54,6	61,1	89,8	80,2
Boquerón	Pa	59	69,7	64,7	84,6	91,2
Boquerón	Pl	68	81,3	77,0	83,6	88,3
ZODME	Pe	37	41,9	40,1	88,3	92,3
ZODME	Bg	64	65,6	64,8	97,6	98,8
Total área		128	130	129,2	98,4	99,1

Bosque abierto (Ba), vegetación secundaria (Vsec), pastos arbolados (Pa), Pastos limpios (Pl), Bosque de galería (Bg), pastizal abierto (Pa) y pastos enmalezados (Pe)

5.2.2.2.2.4 Abundancia relativa

Por lo que se refiere a la abundancia relativa de especies, se encontró que la especie más abundante en el área fue el vencejo *Streptoprocne zonaris*, seguida de los periquitos *Forpus conspicillatus*, y la cotorra *Psittacara waglerii* y la mayoría de especies registraron menos de 10 individuos durante el muestreo (ver Figura 60). Algunas de las especie más abundantes se observan en la Fotografía 16

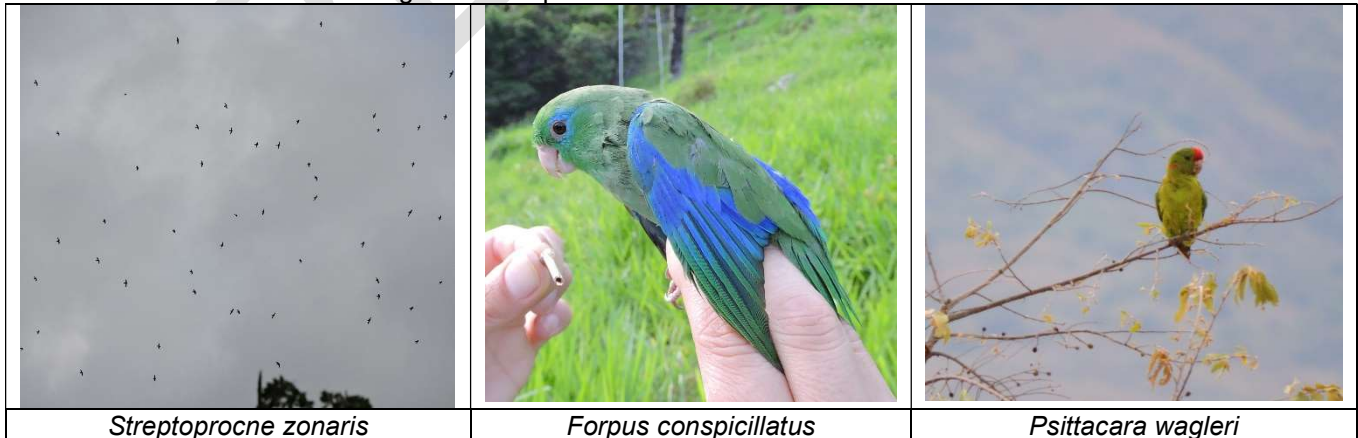
Figura 60 Abundancia relativa de especies en el área de estudio total para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot, se grafican las especies con al menos 10 individuos.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

El vencejo de collar blanco (*S. zonaris*) es la especie de vencejo con mayor rango de distribución en el neotrópico, en el área se observaron numerosos individuos forrajeando cerca o sobrevolando el cañón del río Sumapaz, es posible que sus áreas de refugio y/o anidación se encuentren cerca, ya que ésta especie anida dentro o cerca a cascadas o en cuevas pequeñas que se forman a lo largo de ríos. Caso similar ocurre con la cotorra (*P. wagleri*) que suele habitar en zonas rocosas escarpadas y palmares que abundan en la zona.

Fotografía 16 Especies abundantes en el área de estudio



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

En cuanto a las coberturas, la abundancia relativa de especies varía un poco (Figura 61), aunque se comparte un gran número de especies entre las coberturas, por ejemplo, el vencejo de collar blanco domina en todas las coberturas con excepción del bosque de galería en el área del ZODME y el bosque abierto, mientras la cotorra frentiroja (*P. wagleri*) y la lora (*Amazona ochrocephala*) sólo se encuentran en el área del Boquerón y no se registraron en el ZODME.

Otras especies frecuentes en todas las coberturas fueron las tangaras *Ramphocelus dimidiatus*, *Thraupis episcopus* y la reinita *Basileuterus rufifrons*. Estas especies se consideran como generalistas y están adaptadas a diferentes hábitats.

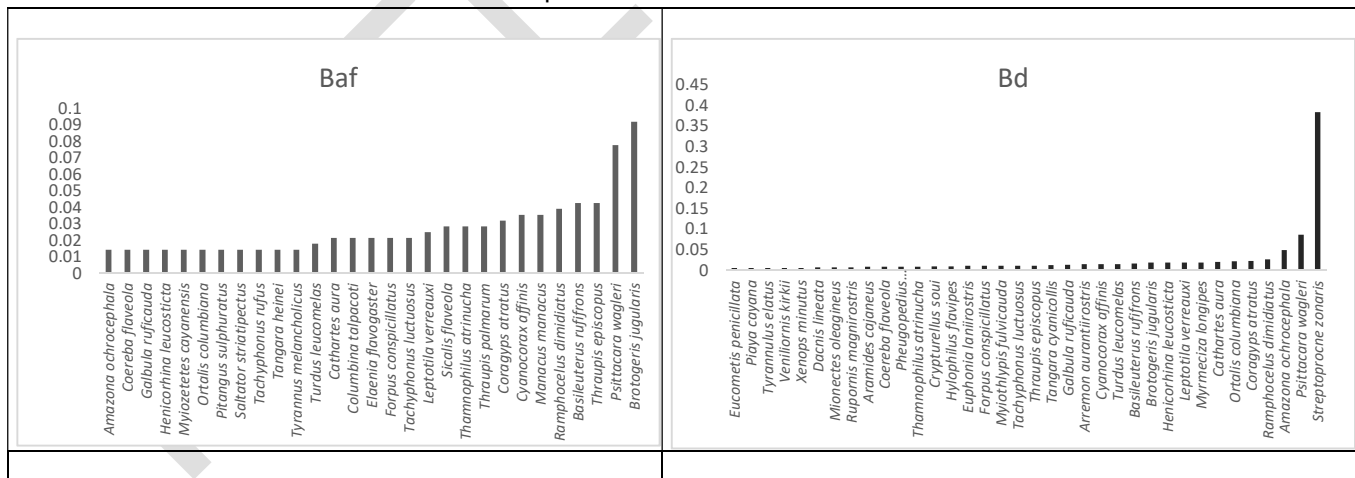
Asimismo, se registran en menor número especies propias de coberturas boscosas como trepatroncos, cucaracheros, tangaras y hormigueros (Ver Fotografía 17). Y especies propias de pastizales como semilleros. Algunas especies sólo se registraron en el bosque de galería, como *Megaceryle torquata*, las garzas, el cormorán y el pato pisingo, *Dendrocygna autumnalis* (ver Fotografía 18).

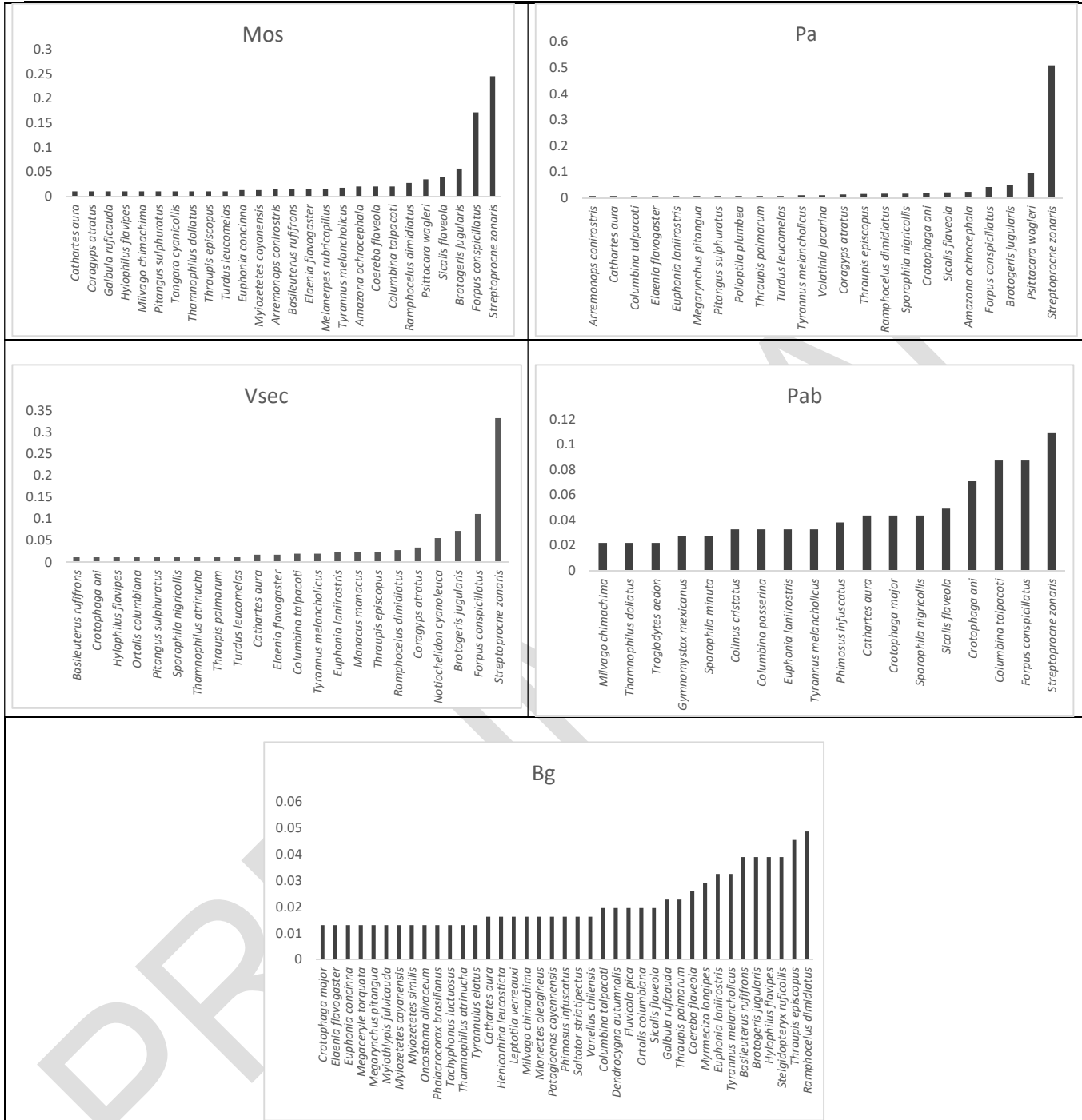
Fotografía 17 especies propias de zonas boscosas consideradas como poco frecuentes o raras.



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Figura 61 Abundancia relativa de especies por cobertura presente en el área de estudio para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot. Se grafican las especies con al menos 4 individuos.

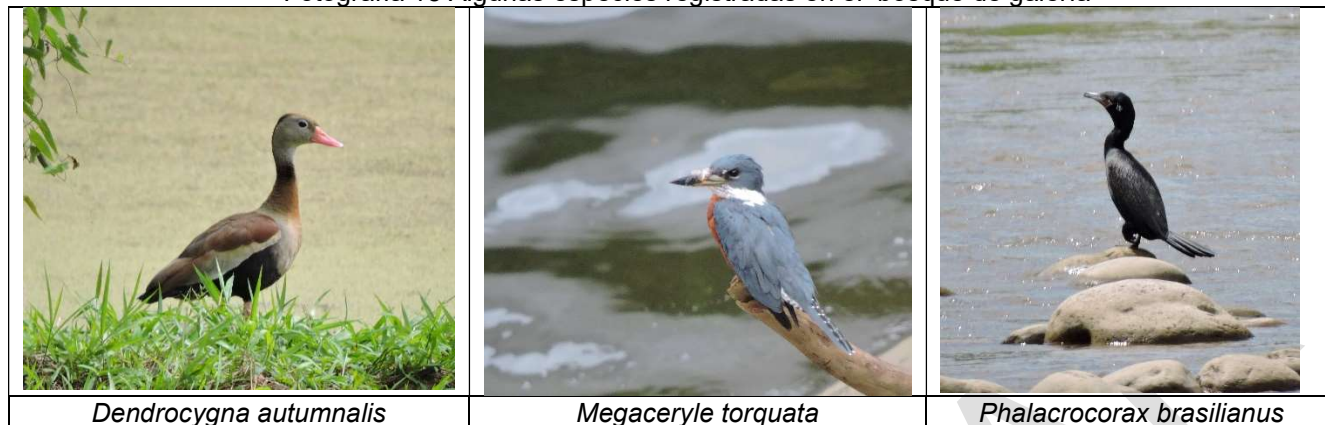




abierto (Ba), vegetación secundaria (Vsec), pastos arbolados (Pa), Pastos limpios (PI), Bosque de galería (Bg) y pastizal enmalezado (Pe)

Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Fotografía 18 Algunas especies registradas en el bosque de galería



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

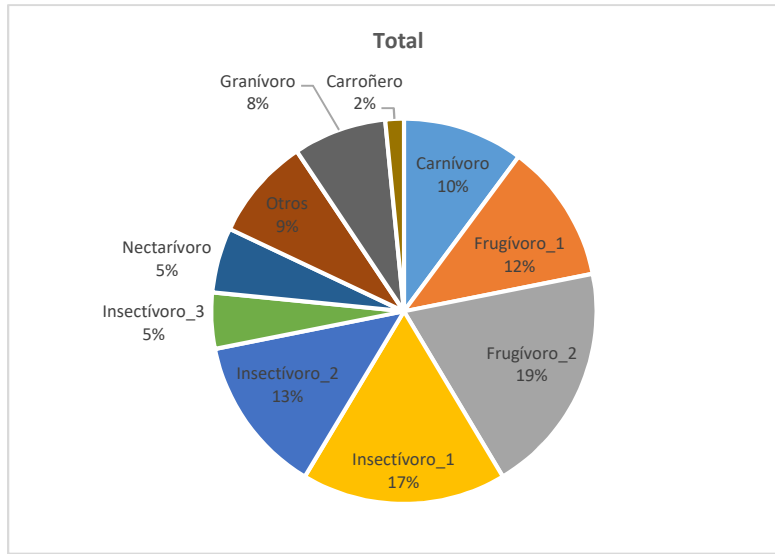
5.2.2.2.2.5 Gremios tróficos

Las especies registradas se clasificaron según su dieta con base a información disponible en diferentes bases de datos y literatura asignándose a un gremio alimenticio. Los gremios corresponden a frugívoros primarios y secundarios, insectívoros primarios, secundarios y terciarios; nectarívoros y carnívoros considerados como especialistas; mientras los carroñeros y semilleros y el grupo de otros, que incluye a omnívoros y herbívoros, son considerados como generalistas y/o de amplia tolerancia a los disturbios.

Las especies pertenecientes a grupos de frugívoros e insectívoros primarios son consideradas como especialistas y por lo general se restringen a hábitats con mayor complejidad estructural como es el caso de los bosques. Los insectívoros resultan altamente vulnerables a los disturbios y a la fragmentación, y poseen un alto grado de especialización, por lo cual éste grupo posee un mayor número de especies vulnerables a la extinción (Sekergioglu et al., 2004). Las especies más vulnerables en éste grupo son principalmente de interior de bosque y especies de sotobosque, que por lo general son sedentarias, y/o de dietas restringidas, se presentan en bajas densidades y poseen capacidades de dispersión limitadas (Straford & Stouffer, 1999; Sekergioglu et al., 2002; Karp et al., 2011; Barbaro et al., 2012; Ruiz- Guerra et al., 2012).

Para el área total de estudio, se observa que la mayoría de especies son frugívoras (31%) e insectívoras (30%), el gremio más abundante es de los frugívoros secundarios que incluye especies de tangaras, loros y atrapamoscas de amplia tolerancia a disturbios (ver Figura 62). Estas especies por lo general están adaptadas a consumir otros recursos en sus dietas como insectos y/o semillas dependiendo de sus estacionalidad; o como en el caso de los loros, no son consideradas como frugívoros primarios ya que muchos de ellos destruyen las semillas al consumirlas y no se consideran como buenos dispersores. También se observa una buena proporción de insectívoros primarios (17%), los cuales son considerados como especialistas sensibles a los disturbios y a la fragmentación de su hábitat, por lo cual algunas de estas especies junto con otros factores se consideran como focales para el presente estudio (ver apartado Especies focales).

Figura 62 Abundancia relativa de gremios tróficos en área de estudio para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

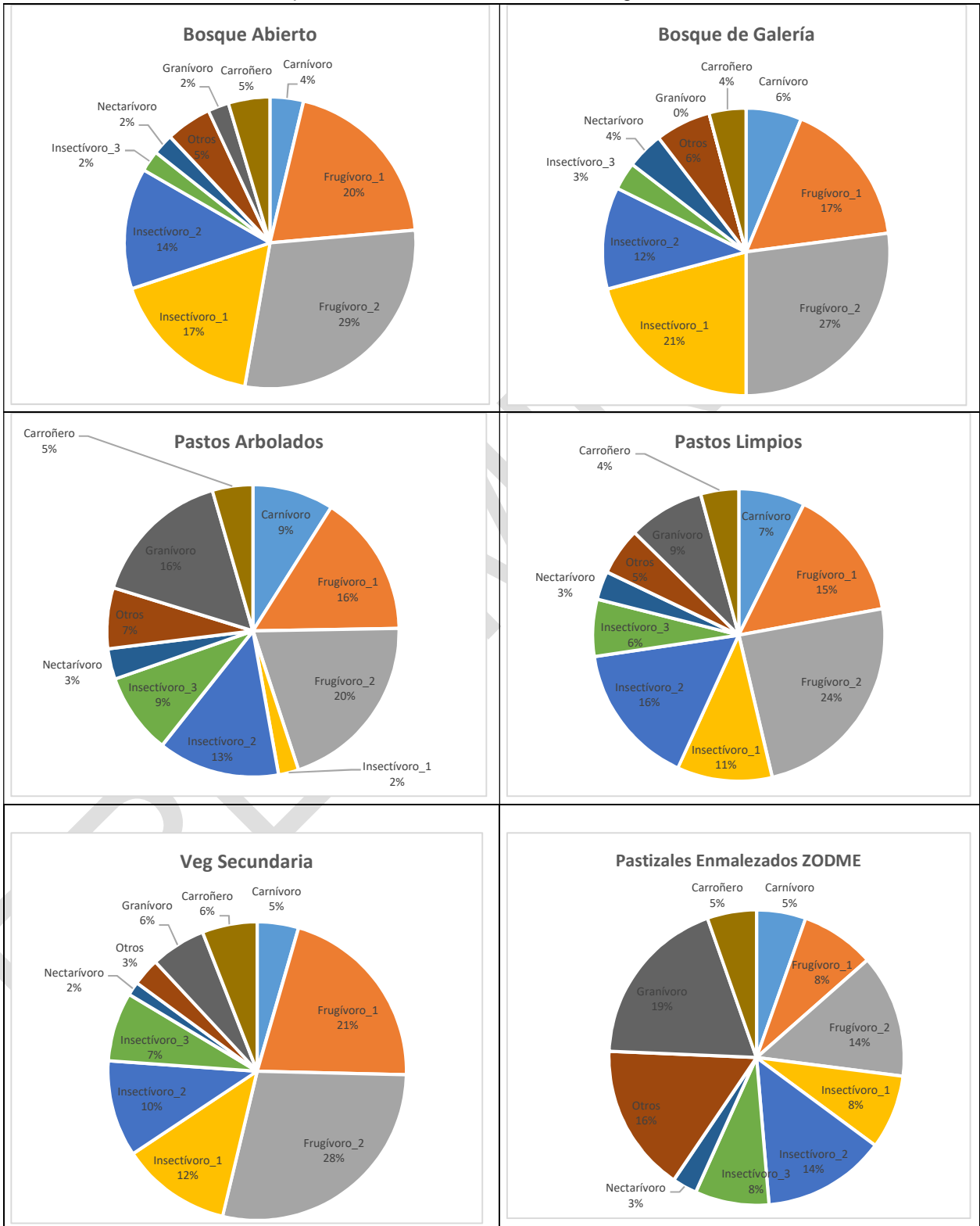


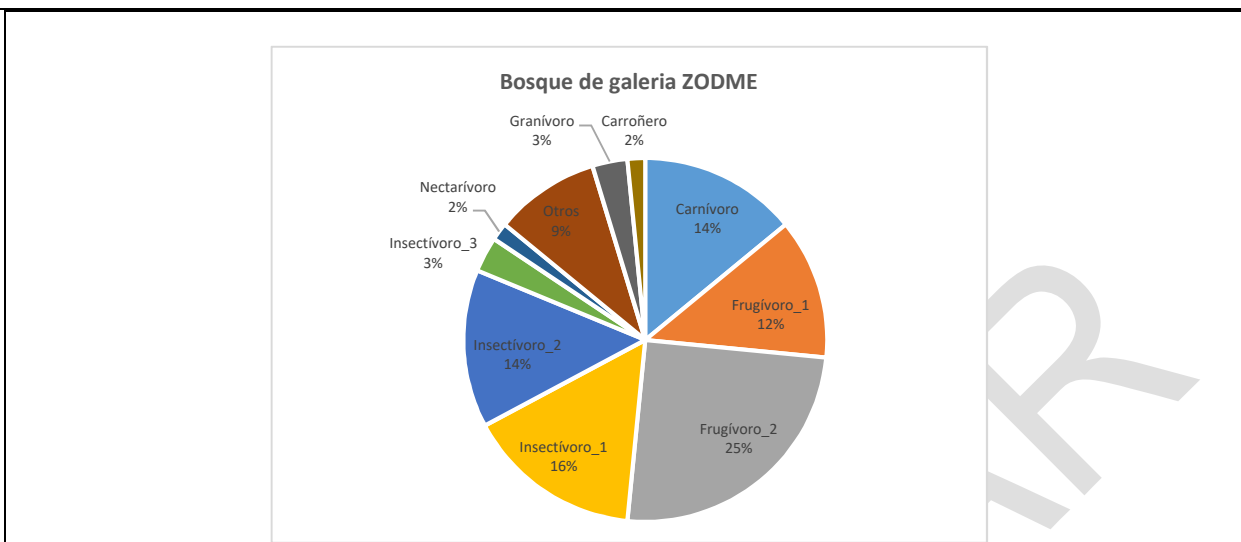
Fuente: INGETEC, Presente estudio.

La clasificación de las especies en cuanto a gremios alimenticios en el área de estudio, muestra que estos varían en proporción dependiendo de la cobertura, lo cual refleja el grado de especialización de muchas de las especies restringidas al bosque donde la proporción de especies especialistas tales como los frugívoros y los insectívoros primarios es mayor, mientras los grupos propios de áreas abiertas tales como los granívoros e insectívoros terciarios se presentan en una proporción mucho menor o están ausentes en éstas coberturas (ver Figura 63).

Caso contrario ocurre con las coberturas de tipo abierto como los pastizales donde dominan las especies de granívoros y hay una mayor proporción de especies de frugívoros e insectívoros secundarios y terciarios que implica que son especies de tipo más generalista lo cual las hace menos vulnerables a los disturbios. Además, se encuentran coberturas de tipo transicionales tales como la vegetación secundaria, donde confluyen diversos tipos de especies y que en el área se ven dominadas por frugívoros secundarios.

Figura 63 Abundancia relativa de gremios tróficos por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.





Fuente: INGETEC, Presente estudio.

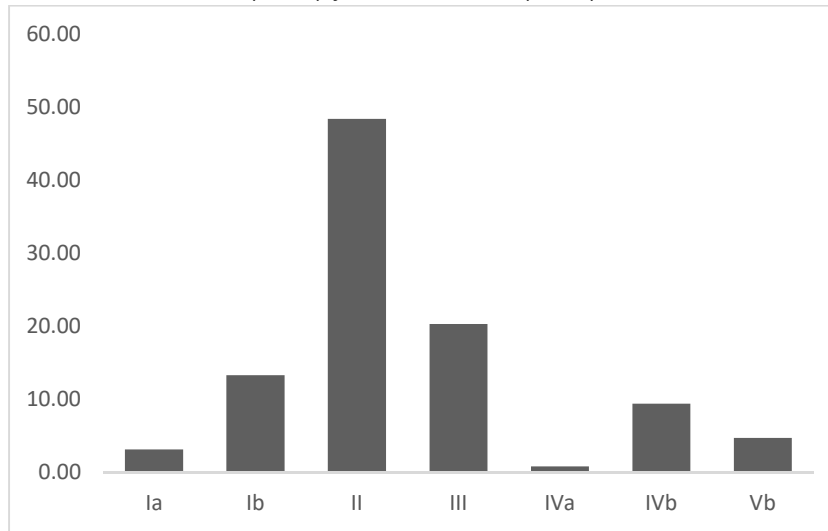
5.2.2.2.2.6 Asociación con el hábitat

Para evaluar la utilización del hábitat y el grado de especialización las especies también se clasificaron en categorías ecológicas dependiendo de su hábitat principal, de acuerdo a la propuesta de Stiles & Bohórquez (2000) y Laverde et al. (2005), por lo cual, las especies restringidas al bosque primario, poco alterado se consideran como indicadores ecológicas. Las categorías se definen como:

- Ia, especies restringidas a bosque primario o poco alterado, de interior de bosque o dosel
- Ib, especies no restringidas a bosque primario o poco alterado
- II, especies de bosque 2°, bordes de bosque o con amplia tolerancia
- III, especies de áreas abiertas
- IVa, especies acuáticas asociadas a cuerpos de agua sombreados o con vegetación densa
- IVb, especies acuáticas asociadas a cuerpos de agua sin sombra o con orillas abiertas
- Va, especies aéreas que requieren por lo menos parches de bosque
- Vb, especies aéreas indiferentes a la presencia de bosque.

En la Figura 64 se observa que sólo el 3% de las especies registradas se encuentran restringidas al bosque primario o poco alterado. La mayoría de las especies se clasifican como especies con amplia tolerancia (II), propias de bosque secundario o alterado que es la condición que presenta actualmente la cobertura boscosa remanente en el área. Las especies propias de zonas abiertas e intervenidas tales como los pastizales y los mosaicos se presentan en un 20% (III) y el 13% de las especies se consideran como especies de bosque aunque no están restringidas al mismo (Ib).

Figura 64 Porcentaje de especies por categoría ecológica encontradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot. Adaptado de Stiles & Bohórquez (2000) y Laverde et al. (2005).

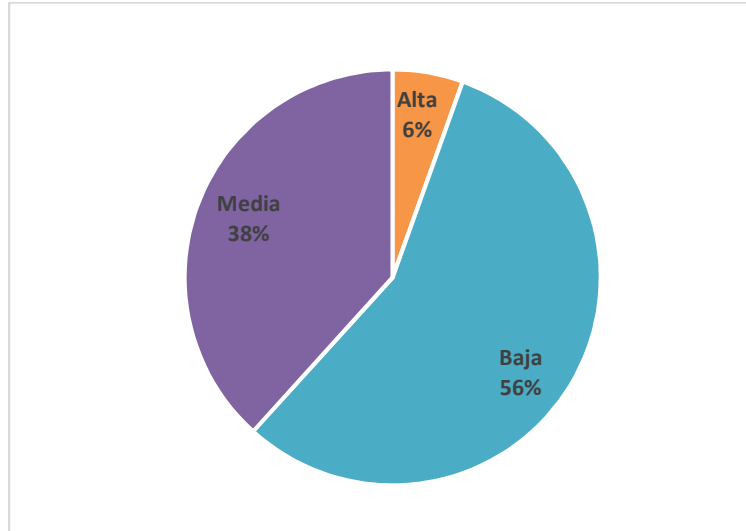


Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Asimismo, para evaluar las asociaciones con el hábitat se identificaron especies focales. Las especies focales o sucedáneas, son especies que se utilizan como estimadores de la biodiversidad o indicadores ecológicos. Los indicadores ecológicos son herramientas que permiten evaluar total o parcialmente los ecosistemas y que pueden ser considerados como estimadores de la biodiversidad de un sistema, actuando en diferentes niveles jerárquicos. (Isasi-Catalá, 2011). Estas especies se clasifican en 4 categorías generales que son: especies sombrilla, especies indicadoras, especies clave y especies emblemáticas o bandera.

A fin de establecer posibles especies focales, las especies registradas en el presente muestreo se clasificaron según los rangos de sensibilidad a disturbios según la clasificación de Stotz et al (1996) y Parker et al (1986) que son alto, medio y bajo, a fin de conocer algunos aspectos de la historia de vida de las especies asociados a sus requerimientos de hábitat. Según Vos et al. (2001) las especies menos vulnerables son aquellas de hábitos generalistas que se presentan en altas densidades, con alta movilidad y menores requerimientos de hábitat, las cuales se clasifican como de baja sensibilidad.

Figura 65 Grado de sensibilidad a las perturbaciones de las especies de aves registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Según ésta clasificación, la mayoría de las especies registradas durante el muestreo se consideran como generalistas poco sensibles a las perturbaciones, y sólo el 6% de las especies presentan una sensibilidad alta (Ver Figura 65).

La mayoría de especies registradas son por tanto de amplia tolerancia y pueden utilizar diferentes tipos de hábitats lo cual las hace menos vulnerables a los disturbios y además, parece ser que están adaptadas para explotar diferentes recursos dependiendo de su disponibilidad. Mientras las especies sensibles a los disturbios son en su mayoría especies propias de bosque como trepatroncos, tinamúes y guacharacas. Dentro de ésta categoría se incluye a la lora real *Amazona ochrocephala*, que pese a ser una especie relativamente común se ve amenazada por la gran demanda que tiene para ser usada como mascota (Apéndice II de CITES).

Con base en los diferentes criterios empleados, se escogieron 13 especies como focales (ver Tabla 83 y Fotografía 19); de éstas, 7 especies se consideran como de alta sensibilidad a los disturbios ya que algunas son propias de bosque y se encuentran restringidas a ésta cobertura, como es el caso de los trepatroncos *Xiphorhynchus susurrans* y *Xiphocolaptes promeropirhynchus* que además son insectívoros primarios lo cual los hace más vulnerables a la extinción por lo que se consideran como especialistas. Además, otras cuatro especies focales son insectívoras primarias y su rol en el control de insectos las hace importante en los ecosistemas pues resulta probable que su disminución desencadene un efecto en cascada que afecte las poblaciones de herbívoros y plantas (Ruiz- Guerra *et al.*, 2012).

De las especies endémicas incluidas, *Ortalis columbiana*, se considera como importante en el ecosistema debido a su capacidad de dispersión de semillas y además de alta sensibilidad a los disturbios a lo cual se suma que es perseguida por los cazadores para consumir su carne.

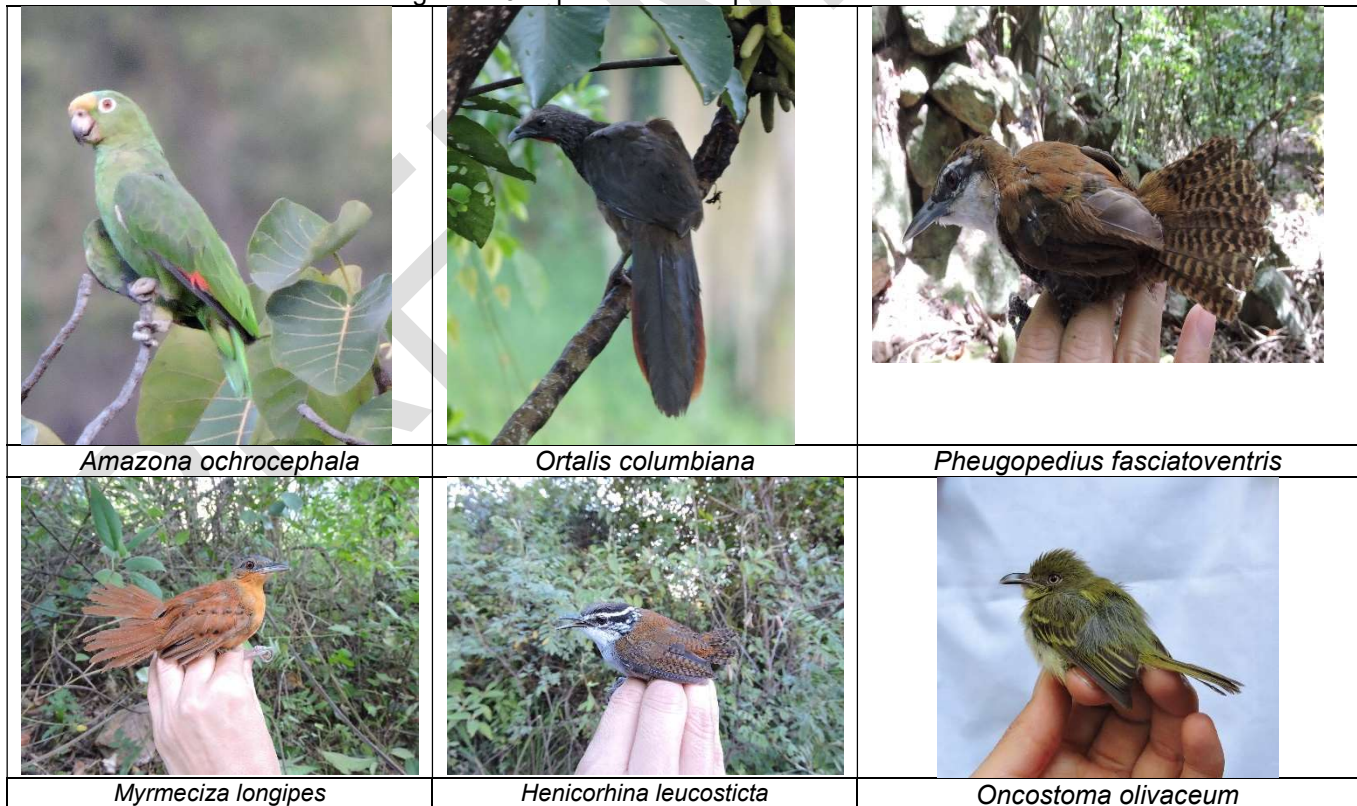
Asimismo, estas especies utilizan las zonas boscosas no solamente como su hábitat principal sino que además lo usan como sitio de refugio, alimentación y anidación, por lo cual son más vulnerables a los disturbios en estas áreas (ver Tabla 83).

Tabla 83 Especies focales escogidas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot

Familia	Especie	Categoría ecológica	Sensibilidad antrópica	Endemismo	Gremio
Tinamidae	<i>Crypturellus soui</i>	II	Alta		Frugívoro_2
Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	II	Alta	E	Frugívoro_1
Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	II	Alta		Frugívoro_2
Thamnophilidae	<i>Myrmeciza longipes</i>	Ib	Alta		Insectívoro_1
Furnariidae	<i>Xiphorhynchus susurrans</i>	Ia	Alta		Insectívoro_1
Furnariidae	<i>Xiphocolaptes promeropirhynchus</i>	Ib	Alta		Insectívoro_1
Thraupidae	<i>Conirostrum leucogenys</i>	II	Alta		Insectívoro_2
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Ia	Media		Insectívoro_1
Accipitridae	<i>Buteo brachyurus</i>	Ia	Media		Carnívoro
Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	Ib	Media	CE	Insectívoro_1
Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>	II	Media		Frugívoro_2
Fringillidae	<i>Euphonia concinna</i>	II	Baja	E	Frugívoro_1
Tyrannidae	<i>Oncostoma olivaceum</i>	Ib	Baja	CE	Insectívoro_1

Categoría ecológica Ia= especies restringidas a bosque primario o poco alterado, de interior de bosque o dosel
Ib= especies no restringidas a bosque primario o poco alterado; II= especies de bosque 2°, bordes de bosque o con amplia tolerancia.
Endemismo: Endémico=E; Casi endémico=CE

Fotografía 19 Especies focales para el área de estudio



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

5.2.2.2.2.7 Especies de importancia biológica y socioeconómica

- Especies amenazadas

Para el área no se registraron especies amenazadas a nivel nacional según el libro rojo, la Resolución 0192 del 2014 y la nueva resolución 1912 de 2017, ni global según la lista roja del UICN. Sólo *Psittacara wagleri* se considera como casi amenazada (NT) debido a la pérdida de su hábitat y a su tráfico como mascota, las demás especies se consideran como preocupación menor (LC).

- Especies endémicas

Se reconocen siete (7) especies casi endémicas (CE), dos (2) endémicas (E) y una especie de interés nacional (ver Tabla 84). El colibrí ermitaño *Phaethornis antophilus* es catalogado como especie de interés puesto que se distribuye ampliamente en Colombia (40 a 49%) pero no se considera Casi endémica pues su área de distribución en el país no supera el 50% (Chaparro-Herrera et al., 2013).

Tabla 84 Especies endémicas y casi endémicas registradas para la Unidad funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Categoría de amenaza	CITES
Apodiformes	Trochilidae	<i>Lepidopyga goudoti</i>	CE	LC	
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Especie de interés	LC	II
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis columbiana</i>	E	LC	
Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax affinis</i>	CE	LC	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus dimidiatus</i>	CE	LC	
Passeriformes	Thraupidae	<i>Tangara vitriolina</i>	CE	LC	
Passeriformes	Fringillidae	<i>Euphonia concinna</i>	E	LC	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Oncostoma olivaceum</i>	CE	LC	
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Pheugopedius fasciatoventris</i>	CE	LC	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	CE	LC	II

- Especies de uso socioeconómico

Once especies están incluidas en el apéndice II de CITES y corresponden a los loros, colibríes y algunas rapaces (Falconiformes) (Ver Tabla 85). En éste Apéndice, figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio. La mayoría de éstas especies se ven amenazadas debido a que son traficadas para ser usadas como mascotas, especialmente en el caso de los loros y periquitos.

Tabla 85 Especies incluidas en los apéndices CITES registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot

Orden	Familia	Especie	Endemismo	Categoría de amenaza	CITES
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara wagleri</i>		NT	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>		LC	II
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus conspicillatus</i>	CE	LC	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco ruficularis</i>		LC	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>		LC	II
Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>		LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia cyanifrons</i>		LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chalybura buffonii</i>		LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Phaethornis anthophilus</i>	Especie de interés	LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Chlorostilbon mellisugus</i>		LC	II
Apodiformes	Trochilidae	<i>Amazilia tzacatl</i>		LC	II

Durante el muestreo no se registraron especies migratorias de aves debido a que fue realizado durante la época de apareamiento y anidación que corresponde a la época de primavera y verano en el hemisferio Norte y las especies ya habían emigrado.

5.2.2.2.2.8 Rutas de desplazamiento de la fauna

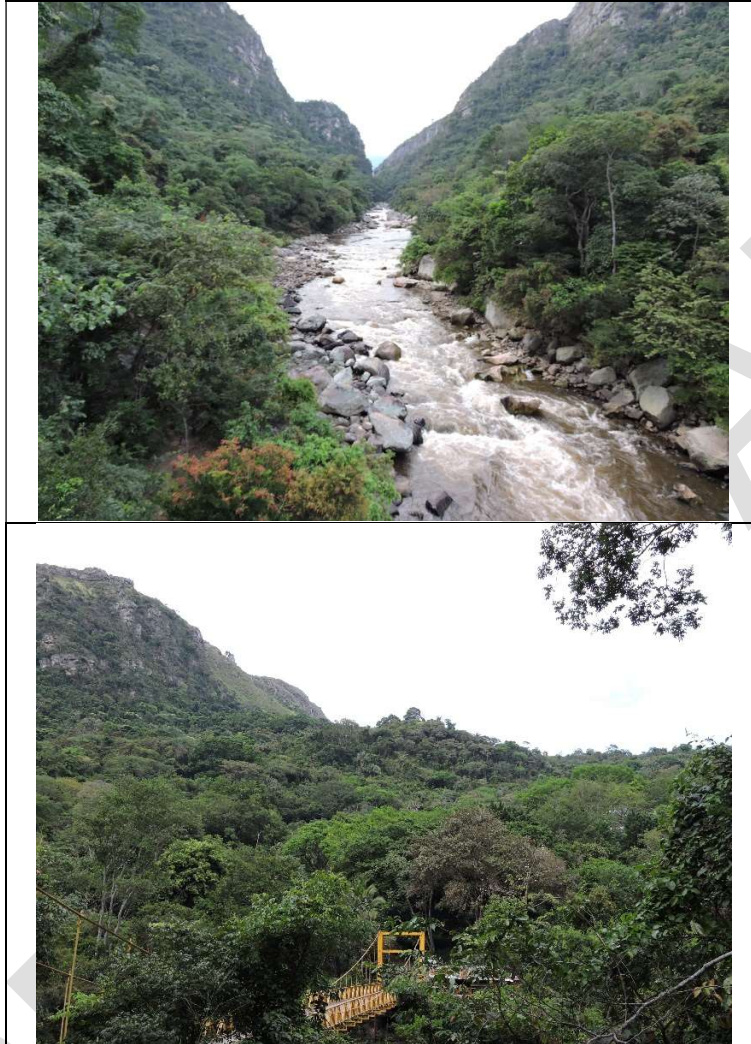
Durante el muestreo se logró identificar el cañón del Río Sumapaz en el área del Boquerón (Ver Fotografía 20) como una ruta de desplazamiento, refugio y anidación de especies importantes como la lora real, *Amazona ochrocephala*, y la cotorra frentirroja, *Psittacara wagleri*, especie considerada como casi amenazada (NT), además de la fragmentación y posible pérdida de su hábitat por la intervención del proyecto, estas especies son cazadas para ser utilizadas como mascota, lo cual las hace más vulnerables a la extinción local.

Durante el muestreo se logró identificar el cañón del Río Sumapaz en el área del Boquerón (Ver Fotografía 20) como una ruta de desplazamiento, refugio y anidación de especies importantes como la lora real, *Amazona ochrocephala*, y la cotorra frentirroja, *Psittacara wagleri*, especie considerada como casi amenazada (NT), además de la fragmentación y posible pérdida de su hábitat por la intervención del proyecto, estas especies son cazadas para ser utilizadas como mascota, lo cual las hace más vulnerables a la extinción local.

La cotorra frentirroja habita y anida normalmente en cavidades naturales en paredes de roca, mientras *Amazona ochrocephala* utiliza además cavidades en troncos y palmas.

Este cañón, contiene además los pocos remanentes de bosque de galería y bosque abierto que quedan en el área y que constituyen el hábitat de varias especies de tipo especialista, restringidas a éste tipo de coberturas boscosas.

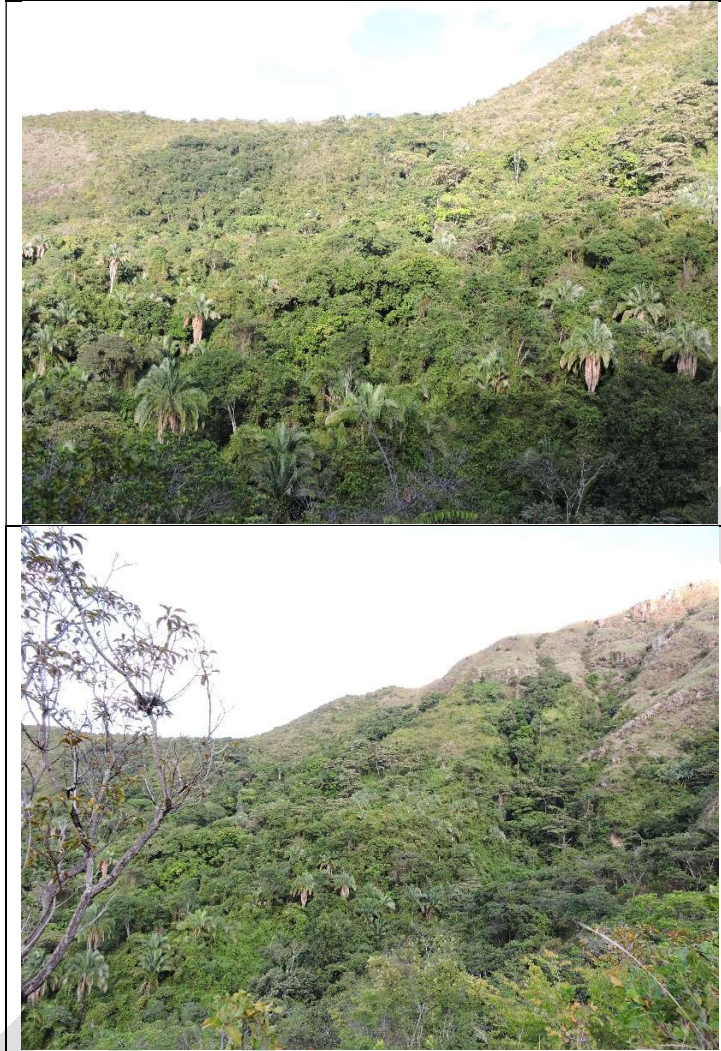
Fotografía 20 Vista del Cañón del Río Sumapaz en el área del Boquerón y de los remanentes de bosque en el área



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Otra área importante son los remanentes de bosque que quedan en la parte alta de la Ventana del túnel (Ver Fotografía 21), pues allí se concentran gran parte de las especies consideradas como focales para el presente estudio, como es el caso de la guacharaca endémica *Ortalis columbiana*, las especies de frugívoros e insectívoros primarios propios de interior de bosque como trepatroncos, cucaracheros, hormigueros, tangaras y atrapamoscas (Ver Tabla 83), además, varios ejemplares de lora real y cotorra frentirroja se alimentan en ésta zona.

Fotografía 21 Vista del bosque denso en la parte alta de la ventana del túnel



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

Y finalmente, la finca la Selva conserva uno de los pocos remanentes de bosque de robles en la zona con árboles de buen porte y una buena cobertura de dosel, importante como hábitat para las especies propias de bosque, aunque los remanentes se encuentran en mosaicos con cultivos de cacao y rodeados por pastos arbolados (Ver Fotografía 22).

Fotografía 22 Vista de los remanentes de roble en la finca la Selva



Fuente: INGETEC, Presente estudio.

5.2.2.2.2.3 Mamíferos

5.2.2.2.2.3.1 Información secundaria reportada para la zona del proyecto

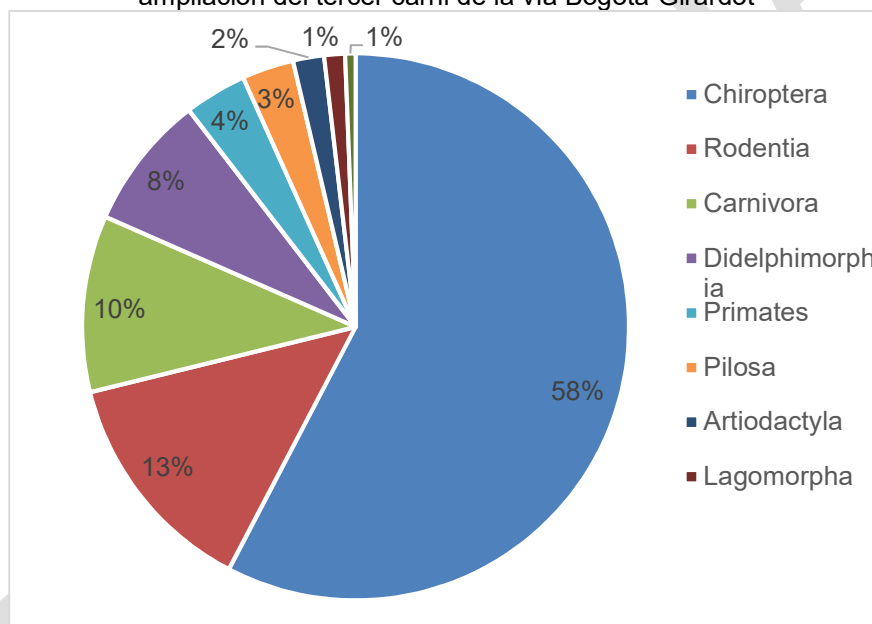
5.2.2.2.2.3.1.1 *Diversidad y composición*

Teniendo en cuenta la distribución de las especies, requerimientos de hábitat y distribución altitudinal (0-1000 msnm), se encontraron alrededor de 163 especies de mamíferos de probable ocurrencia para el área, lo que corresponde al 33% del total de especies reportadas para Colombia (Solari *et al.* 2013, Ramírez-Chaves & Suárez-Castro 2014), y al 47% del total de mamíferos reportados para la región andina colombiana (Romero *et al.* 2007, Pardo & Rangel 2014); especies distribuidas en distribuidas en 9 órdenes y 34 familias (Anexo 4 Lista de mamíferos potenciales). Entre los órdenes, el más diverso es de los quirópteros o murciélagos con 94 especies (58%), este grupo es además el más diverso en el país, en especial por la familia Phyllostomidae que es la más representativa del grupo en el Neotrópico (Alberico *et al.* 2000, Mantilla-Meluk *et al.* 2009, Solari *et al.* 2013). Su diversidad comprende un sin número de adaptaciones que les permiten ocupar variedad de nichos donde explotan a su vez una gran variedad de recursos desde el néctar y polen, hasta pequeños vertebrados y

sangre, participando en importantes servicios ecosistémicos tales como: la polinización, dispersión de semillas, control de insectos plaga y vectores de enfermedades, servicios que son la base en los procesos de reproducción de especies vegetales y la regeneración natural de los bosques, mecanismo que mantienen una alta diversidad de plantas en los bosques tropicales (López & Vaughan 2004, De Aguilar & Marinho-Filho 2004, Kunz *et al.* 2011).

El segundo orden más importante, corresponde al Rodentia o roedores con 22 especies (13%), se distribuyen en diferentes hábitats cumpliendo también con importantes funciones como la dispersión de semillas, son además fuente importante de alimento de especies de mayor tamaño (depredadores), y se consideran indicadores de hábitats (Gómez-Laverde 1994, Lord 2007). El orden Carnivora, es el tercer orden más representativo con 17 especies (10%). Son además, especies que se consideran crípticas y poco abundantes, sin embargo por su dieta abarcan grandes extensiones, lo cual resulta en que sus rastros sean en ocasiones el único tipo de registro. Por otro lado los órdenes restantes, sin ser menos importantes aportan en conjunto 30 especies (18%) (Anexo 4 Figura 66).

Figura 66 Riqueza de especies (%) de mamíferos reportadas en el AI de la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.2.2.3.1.2 Asociaciones con el hábitat

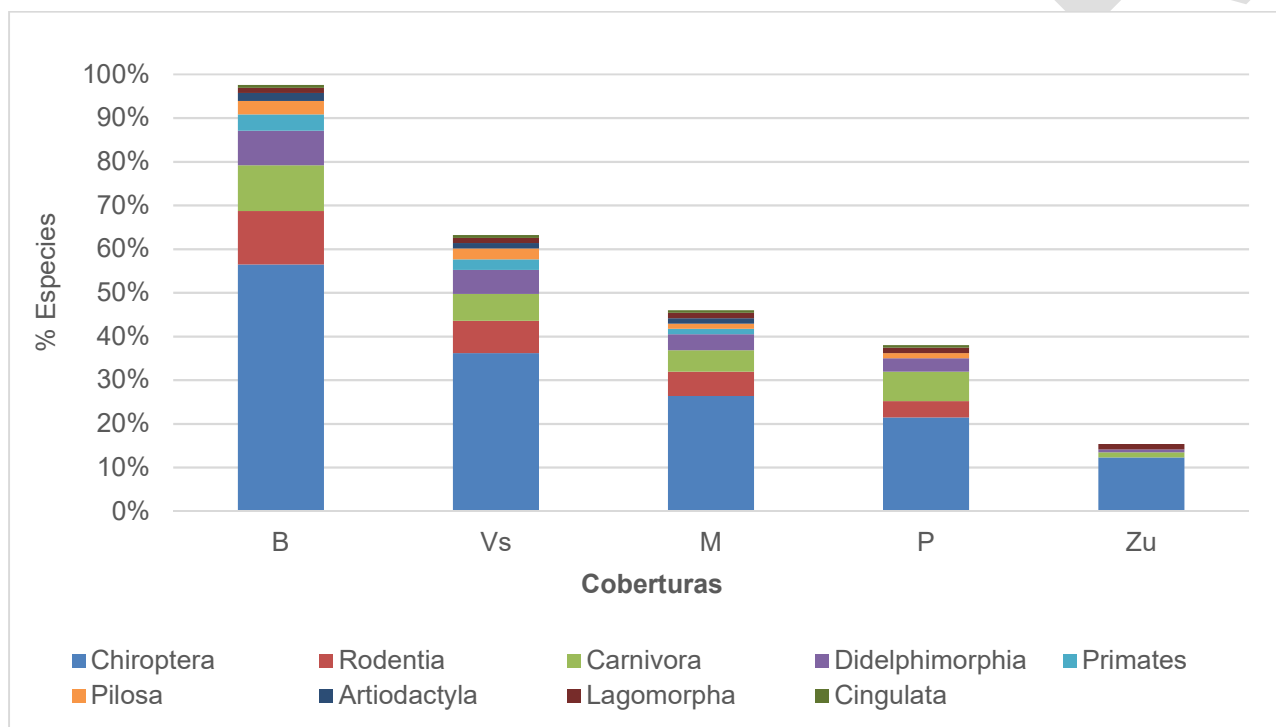
La región andina, a pesar de ser una de las regiones con mayor diversidad biológica es también de las más amenazadas por la transformación de sus hábitats naturales (Kattan & Álvarez-López 1996, citado en Castaño *et al.* 2003). En el caso de la mastofauna hay reportadas 349 especies (Pardo & Rangel 2014), sin embargo, su conocimiento general en la región es escasa en temáticas como ecología, distribución y cambios en las poblaciones o ensamblajes de las especies (Sánchez *et al.* 2004).

En el área de influencia del Proyecto, que hace parte del Cañón del río Sumapaz con relieve montañosos, se encuentran las coberturas: Bosque (B) que comprende un remanente de Bosque seco, Bosque Húmedo, Bosque montano, Vegetación secundaria (Vs), Mosaicos de cultivos y espacios naturales, Pastos (P) y Zonas urbanas (Zu). Estas coberturas se han ido transformando por diferentes actividades como: Agricultura (Café y frutales), Ganadería y Explotación minera en el Municipio de Icononzo, mientras que el Municipio de Melgar

sobresalen: la construcción, explotación de hidrocarburos, y actividad turística donde en temporada alta con más de 250.000 personas (Gaitán & Gómez 2011, citado en Gómez 2014).

Dentro de las coberturas mencionadas, 159 de las 163 especies de probable ocurrencia para el área se encuentran principalmente en las áreas de Bosque (B), seguido de la vegetación secundaria (Vs), Mosaicos de cultivos y espacios naturales (M), Pastos (P), y finalmente en las zonas urbanas se encuentran tan solo 15% de estas especies (Anexo 4, Figura 67).

Figura 67. Diversidad de especies de mamíferos (%) en los hábitats presentes en el AI III Carril Bogotá-Melgar



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.2.2.3.1.3 Asociaciones con el hábitat

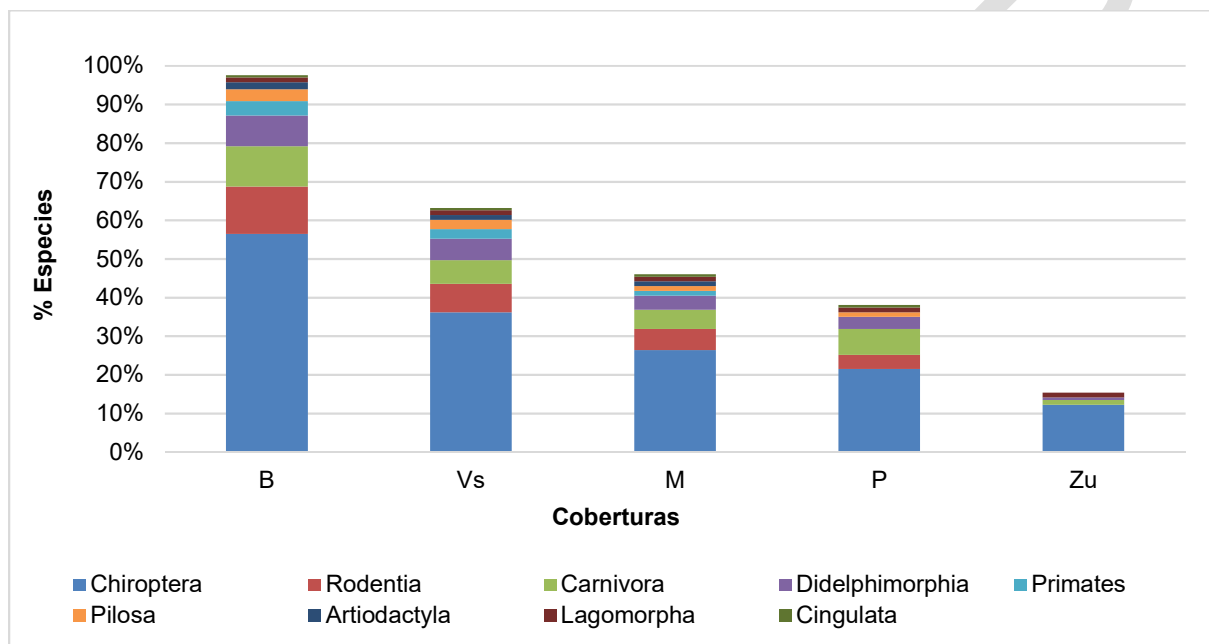
La región andina, a pesar de ser una de las regiones con mayor diversidad biológica es también de las más amenazadas por la transformación de sus hábitats naturales (Kattan & Álvarez-López 1996, citado en Castaño *et al.* 2003). En el caso de la mastofauna hay reportadas 349 especies (Pardo & Rangel 2014), sin embargo, su conocimiento general en la región es escasa en temáticas como ecología, distribución y cambios en las poblaciones o ensamblajes de las especies (Sánchez *et al.* 2004).

En el área de influencia del Proyecto, que hace parte del Cañón del río Sumapaz con relieve montañosos, se encuentran las coberturas: Bosque (B) que comprende un remanente de Bosque seco, Bosque Húmedo, Bosque montano, Vegetación secundaria (Vs), Mosaicos de cultivos y espacios naturales, Pastos (P) y Zonas urbanas (Zu). Estas coberturas se han ido transformando por diferentes actividades como: Agricultura (Café y frutales), Ganadería y Explotación minera en el Municipio de Icononzo, mientras que el Municipio de Melgar

sobresalen: la construcción, explotación de hidrocarburos, y actividad turística donde en temporada alta con más de 250.000 personas (Gaitán & Gómez 2011, citado en Gómez 2014).

Dentro de las coberturas mencionadas, 159 de las 163 especies de probable ocurrencia para el área se encuentran principalmente en las áreas de Bosque (B), seguido de la vegetación secundaria (Vs), Mosaicos de cultivos y espacios naturales (M), Pastos (P), y finalmente en las zonas urbanas se encuentran tan solo 15% de estas especies (Anexo 4, Figura 68)

Figura 68 Diversidad de especies de mamíferos (%) probables en los hábitats presentes en el área de la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



B= Bosque, Vs= Vegetación secundaria, M= Mosaico de Cultivos y espacios naturales, P=Pastos, Zu= Zonas urbanas.

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.2.2.3.1.4 Especies probables de importancia biológica y socioeconómica

5.2.2.2.3.1.4.1 Especies endémicas

Dentro de las especies registradas como probables para el área, se encontró solamente una especie como endémica la cual corresponde a la Rata espinosa (*Proechimys chrysaеolus*), de la cual hay muy poca información sobre su distribución, ecología, comportamiento, entre otros (Anexo 3). Por lo anterior ha sido catalogada en la unión para conservación de la Naturaleza bajo la categoría de Datos Deficientes (DD).

5.2.2.2.3.1.4.2 Especies amenazadas

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible establece en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT 2010) que “para establecer la categoría de amenaza de las especies se toma como base el apéndice I de CITES y la resolución 383 de 2010 por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, o la que la derogue, sustituya o modifique”, que para la actualidad corresponde a la resolución 0192 de 2014, y más recientemente la 1912 de 2017.

Adicionalmente, se tiene en cuenta la información de los Libros Rojos publicados para el grupo de mamíferos (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006), teniendo en cuenta solamente las especies en categorías de amenaza: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), y Vulnerable (VU).

Dentro de las especies de probable ocurrencia para el Área de influencia Indirecta, se encontraron 17 especies con uno de los tres grados de amenaza: Vu (Vulnerable), EN (En peligro) o CR (en Peligro Crítico), seis de ellas están reportadas en el Ap. I del CITES, de las cuales, tres se encuentran en los libros rojos y las Resolución 0192 del 2014 bajo la categoría de amenaza Vulnerable (VU). Once de las especies, se encuentran en el Apéndice II del CITES, de las cuales cuatro se encuentran en los libros rojos y las Resolución 0192 del 2014 en la categoría de amenaza Vulnerable (VU), y una especie se encuentra catalogadas como VU, según los Libros Rojos de Colombia, la Resolución 1912 del 2017 y la IUCN (Anexo 4 Lista de mamíferos potenciales).

5.2.2.2.3.2 Información primaria obtenida para el Área de influencia del proyecto

5.2.2.2.3.2.1 Esfuerzo de muestreo

Durante el muestreo con redes de niebla se invirtió un esfuerzo de muestreo de 93 horas-red. Con las trampas Sherman y Tomahawk se invirtió un esfuerzo total de 283 trampas-noche. En el caso de las cámaras trampa se invirtió un esfuerzo de muestreo de 21 cámaras trampa-día. En los recorridos se empleó un esfuerzo de muestreo de 22,2 horas-hombre. Con base en las capturas y registros obtenidos, el éxito de muestreo con redres fue de 0,6 ejemplares/hora-red, para las trampas fue de 2%, en el caso de las cámaras trampa fue de 0 registros independientes/cámara-día y en los recorridos de observación se obtuvo un éxito de 2 registros/horas-hombre (Tabla 86).

Tabla 86 Esfuerzo y éxito de muestreo invertido en las diferentes metodologías para registro de mamíferos en el III Carril, Bogotá-Melgar

Metodología	Número	Tiempo	Esfuerzo	No. Registros	Éxito de muestreo	Coberturas
Trampas de Captura (Sherman y Tomahawk)	35	8 noches	283 Trampas-noche	5	0,02 registros/ trampa-noche	B, Vs, P
Redes de niebla	4	23,2 horas	93 horas-red	109	1,17 registros/ hora-red	B, Vs, P
Cámaras Trampa	7	3 días	21 cámaras trampa-día	0	0 registros/ cámara trampa-día	B
Recorridos de observación	11	22,2 horas	22,2 horas-hombre	46	2 registros/horas-hombre	B, Vs, P, Zu
Entrevistas	3		3 Entrevistas	20		

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Los resultados obtenidos en general fueron bajos, excepto el esfuerzo con las redes de niebla para la captura de murciélagos, comparados con inventarios preliminares de mastofauna, donde se ven por ejemplo esfuerzos entre 80-4800 horas-red, 1392-2484 trampas-noche y 216 horas-hombre en el Departamento de Caldas (Sánchez *et al.* 2004, Ramírez & Pérez 2007). En el caso de las cámaras trampa, el esfuerzo también fue bajo frente a 54 días-trampa en el estudio dirigido a mamíferos medianos y grandes en el Santuario de Fauna y Flora Otún Quimbaya en el Departamento de Risaralda (Lozano 2010).

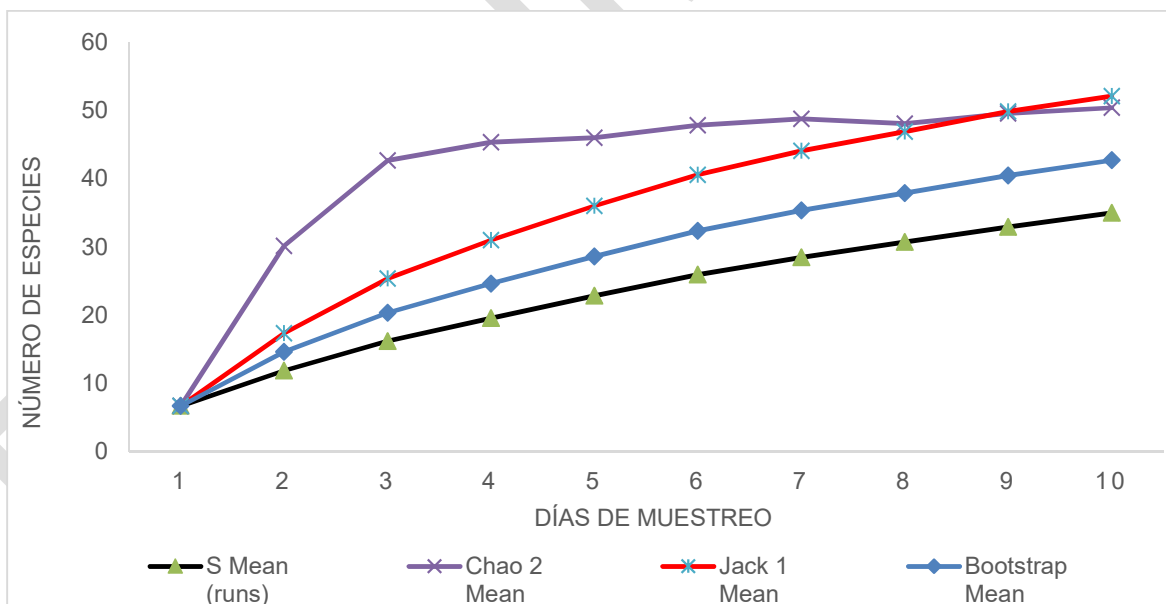
Con el esfuerzo empleado en redes, se pudo apreciar la riqueza especies a nivel de murciélagos, ya que las 106 capturas representaron 15 especies, representantes de las familias Phyllostomidae (14 especies) y Vespertilionidae (1 especies). Este resultado, muestra que el método funciona muy bien con los Filostómidos. Entre las capturas se destaca el murciélago frugívoro (*Carollia perspicillata*), que con 60 registros fue la especie más abundante en la mayoría de sitios de muestreo.

En las trampas fueron capturadas tres especies, entre ellas las ratas espinosas del género (*Proechimys sp.*), especie asociada a áreas boscosas y el ratón casero (*Mus musculus*) asociados a la mayoría de hábitats. Así mismo, los resultados muestran la dificultad para capturar pequeños mamíferos, requiriendo así mayor esfuerzo de muestreo con diferentes tipos de metodologías. En cuanto a los recorridos, que varios de ellos fueron cortos, debido al esfuerzo empleado al tiempo con las otras metodologías, permitieron registrar 16 especies diferentes, tales como rastros de algunos carnívoros como el zorro (*Cerdocyon thous*), roedores medianos, es el caso del ñeque (*Dasyprocta punctata*), y Faras o marsupiales (*Didelphis marsupialis*) entre otros. En el caso de las cámaras trampa, no fue posible tener el registro fotográfico de ningún individuo, lo que indica que se requiere de un mayor número de días activos para el registro fotográfico de las especies.

5.2.2.2.2.3.3 Representatividad del muestreo, estimadores de riqueza e Índices de diversidad alfa

Para evaluar la efectividad de las técnicas de muestreo empleadas en el Área de Influencia, se calculó la curva de acumulación de especies, teniendo en cuenta únicamente los registros directos obtenidos por día. Para ello se empleó el programa EstimateS, versión 9 (Cowell, 2013). A partir del cálculo, se procedió a graficar la curva, a partir de las especies observadas (S Mean) y los correspondientes estimadores para casos de presencia-ausencia, entre los que se encuentran Chao2, jack1 y Bootstrap, donde Chao2 se considera el más riguroso para muestras pequeñas (presente estudio) (Figura 69).

Figura 69 Curva de acumulación de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Fuente: INGETEC

Puede observarse que aunque la curva no alcanza la asíntota, las 35 especies registradas mediante redes, trampas y recorridos (S Mean), se encuentran entre el 67% y el 82% de la riqueza esperada, es decir que se aproxima a un muestreo representativo (Villareal *et al.* 2006). Además, es importante mencionar que para la construcción de la curva, no se tuvo en cuenta la información que aportaron las personas de la localidad a partir de las entrevistas, ya que con esta metodología se incluyó el 17% de la riqueza registrada, por lo tanto la curva

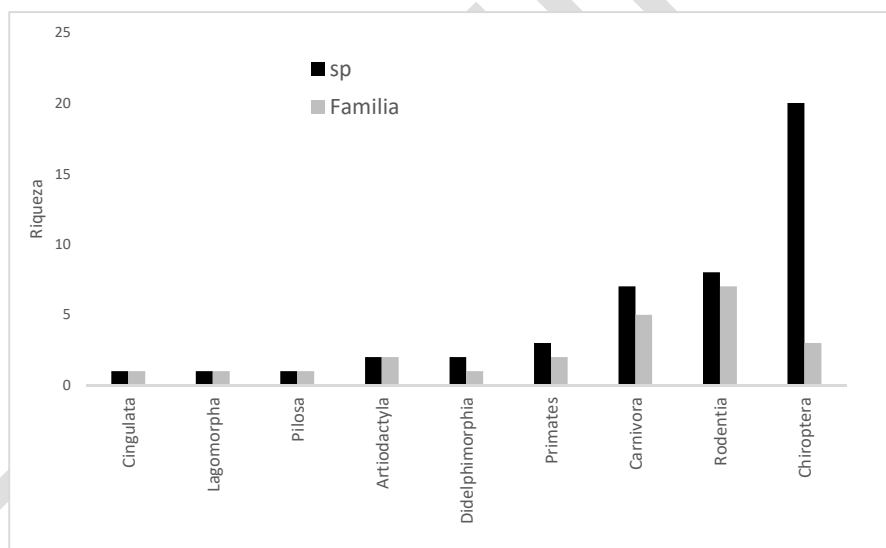
subestima la riqueza registrada en campo. Teniendo en cuenta lo anterior, se resalta la importancia del empleo de diversas técnicas de muestreo que estén dirigidas hacia los diferentes grupos de mamíferos, y de esta manera aumentar el número de registros de las especies presentes en el área de interés, en diferentes épocas del año (Jones *et al.* 1996, Hoffmann *et al.* 2010). Así mismo, es esencial el acceso al conocimiento de los pobladores locales, otros trabajos realizados en la región, y la literatura disponible.

5.2.2.2.3.3.1 Mamíferos diversidad y composición

A partir de la metodología utilizada y los esfuerzos de muestreo realizados en cada técnica, se registró un total de 45 especies, agrupadas en 9 Órdenes y 23 Familias (Anexo 5 Lista de mamíferos registrados).

De forma similar a los resultados obtenidos en la revisión de información secundaria, el orden Chiroptera fue el grupo más diverso con 20 especies registradas pertenecientes a 3 familias, mientras que en el orden Rodentia se encontraron ocho especies de siete familias y en el orden Carnivora, se registraron siete especies pertenecientes a 5 familias los demás ordenes presentaron menos de 5 especies que se concentran en una o dos familias (Figura 70).

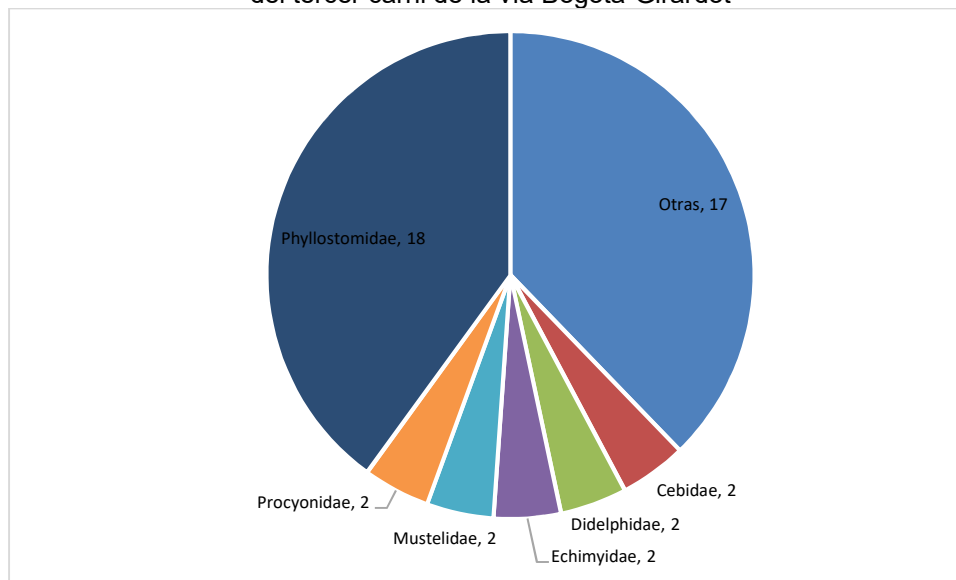
Figura 70 Riqueza de especies y familias por orden de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Fuente: INGETEC. Presente estudio

En cuanto a familias, Phyllostomidae presenta la mayor riqueza de especies (18), seguida por Cebidae, Didelphidae, Echimyidae, Procyonidae y Mustelidae cada una con dos especies (2), y la mayoría de familias (17 familias) sólo presentaron una especie en el área (Ver Figura 71, representadas como Otras)

Figura 71 Riqueza de especies por familias de mamíferos en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.2.2.3.3.2 Análisis de Diversidad entre coberturas

Con el fin de evaluar la diversidad de mamíferos en los diferentes tipos de cobertura presentes en el área de influencia, se emplearon los Índices de Equidad de Shannon-Wiener y de similaridad de Simpson, así como el índice de Pielou.

Adicionalmente para estimar la dominancia y equidad se utilizaron los tres primeros números de Hill, que permiten calcular el número efectivo de especies para una muestra y la diversidad de especies con base en éstos números, los valores más importantes son N0, N1 y N2.

Donde N0= Número total de especies observadas (S)

N1= Número de especies abundantes= $e^{H'}$

N2= Número de especies muy abundantes= $1/\lambda$.

H' corresponde al índice de Shannon-Wiener y λ al índice de Simpson, las fórmulas de los índices se observan a continuación:

Índice de Shannon-Wiener: $H' = - \sum p_i \ln p_i$ Donde p_i es la abundancia proporcional de la especie

Este índice tiene en cuenta la abundancia de cada especie y qué tan uniformes están distribuidas las mismas, de esta manera, un valor nulo indica que sola hay una especie, y el valor logarítmico cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Índice de Simpson: $\lambda = \sum p_i^2$ Donde p_i es la abundancia proporcional de la especie

Refleja el grado de dominancia en una comunidad sin tener en cuenta las demás especies (un ecosistema es más diverso cuanto menos dominancia hay de las especies) (Moreno 2001, Magurran 1995).

Tabla 87 Índices de diversidad, dominancia y equidad de mamíferos por cobertura para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

Cobertura	N° Individuos	Números de Hill			Simpson (λ)	Shannon (H')	Pielou
		N0 = S	N1= eH'	N2= 1/λ			
Ba	151	36	14,7	6,0	0,167	2,687	0,750
Bg	27	14	11,4	9,2	0,108	2,436	0,174
Pa	14	14	14,0	14,0	0,071	2,639	1,000
Vsec	1	1					
TOTAL	193	45					

Bosque abierto (Ba), vegetación secundaria (Vsec), pastos arbolados (Pa), Bosque de galería (Bg)

Fuente: INGETEC

Los resultados presentados en la Tabla 87 indican que la cobertura de Bosque abierto fue la más diversa con base en el número de especies (S), sin embargo, con base en el número efectivo de especies, el bosque de galería aparentemente presenta una mayor diversidad ya que presenta una menor dominancia. Estos resultados no obstante, no son muy claros debido a que se ven opacados por el elevado número de individuos registrados en el bosque abierto frente a las demás coberturas.

5.2.2.2.3.3 Abundancia relativa

Entre las especies más comunes se encuentran los murciélagos frugívoros *Carollia perspicillata* (Fotografía 23) con 60 registros y *Artibeus jamaicensis* con 10, mientras el murciélago insectívoro *Peropteryx sp.*, presentó 13 registros.

Las especies de murciélagos *Dermanura phaeotis*, *Carollia sp.*, el ñeque (*Dasyprocta punctata*) registraron 7 individuos cada una, el zorro perro (*Cerdocyon thous*) 6 registros; el murciélago (*Uroderma bilobatum*), el tigrillo (*Leopardus pardalis*) y la fara (*Didelphis marsupialis*) presentaron 5 registros cada uno y las demás especies presentaron menos de 5 registros durante la caracterización.

Este resultado posiblemente se debe a diferentes razones, entre ellas: (1) Dentro de la diversidad quirópteros, los rangos de desplazamiento y su capacidad adaptativa a diferentes niveles de heterogeneidad y conectividad entre los hábitats presentes en una localidad les permite tener una mayor capacidad de respuesta a ciertas perturbaciones en el hábitat, en relación a otras especies, como es el caso de los roedores o las especies los órdenes Pilosa y Cingulata (Barragán *et al.* 2010). (2) El hecho de que la mayoría de las especies son de hábitos crepuscular-nocturno y crípticas, hace que los registros de algunas especies sean más escasos. (3) Y la fase lunar (Luna llena), la cual estuvo presente durante el periodo que se hizo el muestreo, pues se sabe que algunas especies por evitar la exposición a depredadores nocturnos cambian sus horarios de forrajeo por ejemplo.

Fotografía 23 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (*Carollia perspicillata*) capturado en la Finca La Selva

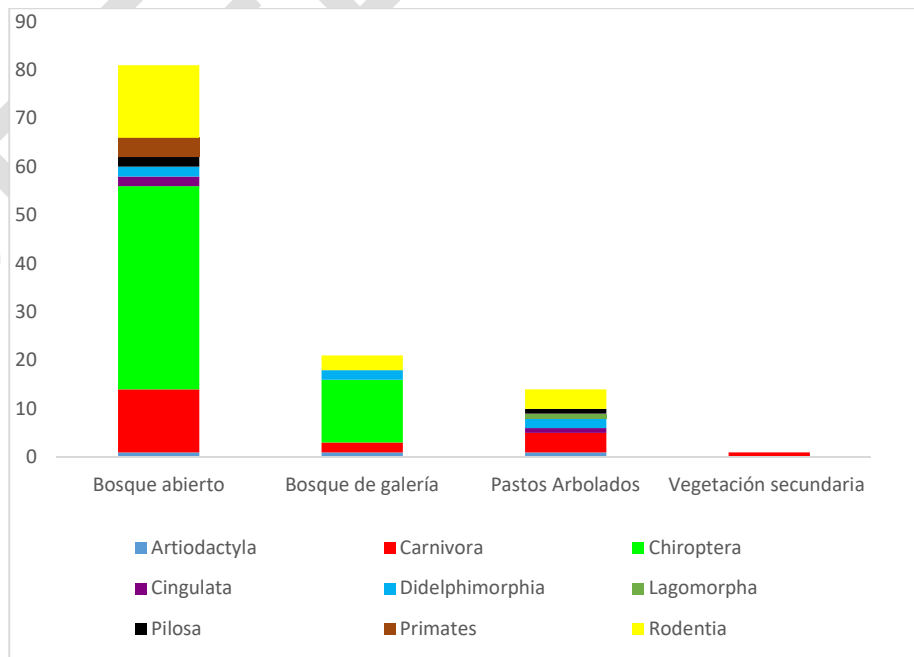


Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.2.2.3.3.4 Asociación a hábitats y coberturas vegetales

En el Área de influencia del proyecto, el bosque abierto fue la cobertura más importante para la mastofauna ya se registraron 36 especies representantes de casi todos los órdenes reportados con excepción de Lagomorpha, esta cobertura, es además la de mayor extensión en el área. Por su parte, los pastos arbolados y el bosque de galería presentaron el mismo número de especies (14), pero pastos arbolados presentó especies pertenecientes a siete ordenes, mientras el bosque de galería solo de cinco (Figura 72). En la vegetación secundaria sólo se obtuvo el registro de 1 especie perteneciente al orden Carnivora y que corresponde al zorro, *Cerdocyon thous*.

Figura 72 Diversidad de especies de mamíferos por orden y cobertura registrados en los hábitats del Área de estudio de la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Es importante resaltar que entre las especies de mamíferos registradas, algunas tienen requerimientos estrictos en relación al hábitat y los recursos que este provee, de esta manera de las 36 especies registradas para bosque, 8 son estrictas de esta cobertura, en especial los primates o monos (*Aotus sp.*) por su hábito arborícola, murciélagos (géneros: *Dermanura*, *Sturnira*, y *Platyrrhinus*), y la ardilla (*Sciurus granatensis*) (ver Fotografía 24). Por el contrario, especies con tolerancias más amplias pueden encontrarse además del Bosque en otras coberturas, sin embargo en muchas ocasiones las emplean como sitios de paso, o donde pueden realizar solo algunas de sus actividades vitales, como es el caso del zorro (*Cerdocyon thous*) (Anexo 5 Lista de mamíferos registrados).

La diversidad presente en los bosques se debe principalmente a los múltiples recursos que estos proveen en términos de variedad de alimentos (frutos, flores, artrópodos, vertebrados de diferentes tamaños), sitios de alimento o comederos, sitios de refugio, de reproducción y cría, los cuales se encuentran distribuidos en los diferentes estratos del bosque, lo que le da la característica del grado de complejidad para el mantenimiento de un alto número de especies. Así mismo para el sostenimiento de dichas especies se requieren de grandes extensiones de hábitats propios, con un alto nivel de conectividad. En el área se identifican sitios importantes como los remanentes de bosque en las Fincas San Rafael, Buenavista, La Selva y el área de la ventana del túnel que actúan como corredores biológicos.

Los remanentes de bosque ripario en el río Sumapaz se encuentran en mal estado, sin embargo, históricamente esta área fue importante como zona de paso de algunos mamíferos, entre ellos la nutria (*Lontra longicaudis*) que la utiliza para cruzar de lado a lado del río Sumapaz. En este mismo punto se hizo el registro de otras especies más generalistas como la fara (*Didelphis marsupialis*) (Fotografía 26) y los roedores medianos (*Cuniculus paca* y *Dasyprocta punctata*).

Fotografía 24. Registro fotográfico del murciélago frugívoro (*Dermanura sp.*) capturado en la finca la Ventana



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Fotografía 25 Registro fotográfico de huella del zorro (*Cerdocyon thous.*) registrado en el Zodme



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Fotografía 26 Registro fotográfico de huella de la fara (*Didelphis marsupialis*), observada en Bosque ripario

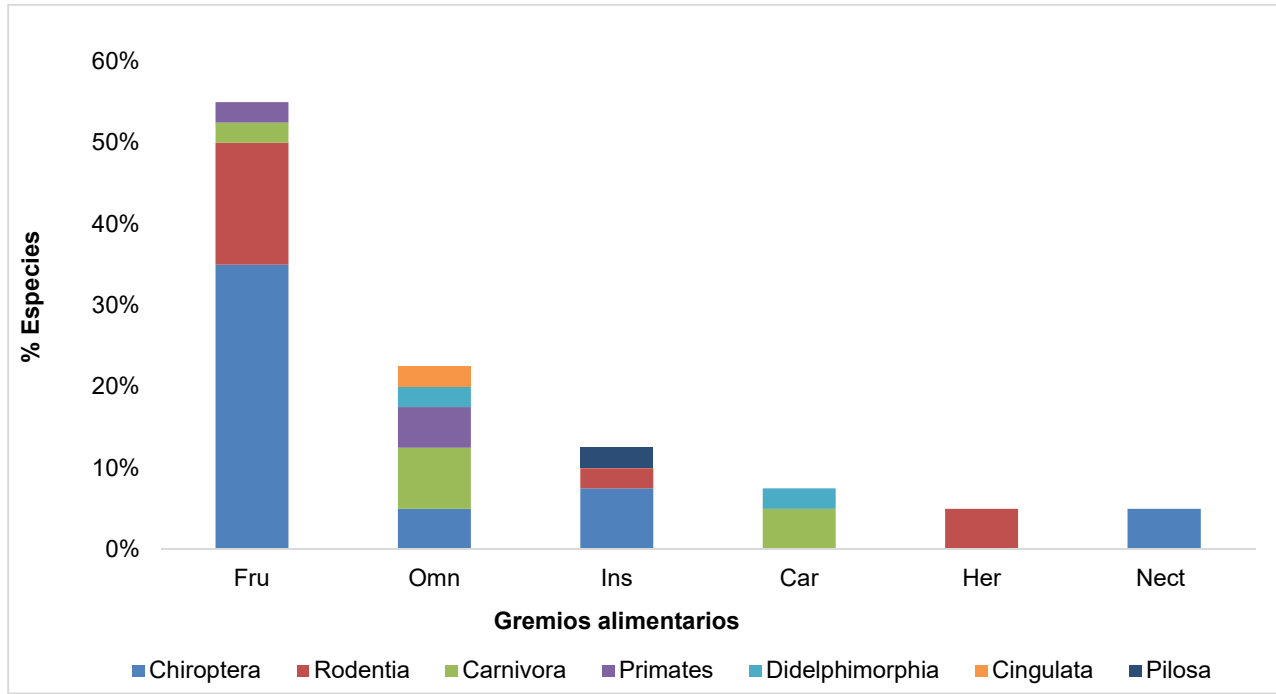


Fuente: INGETEC

5.2.2.2.2.3.3.5 Gremios alimentarios

Entre los gremios alimentarios, el grupo con mayor número de especies registradas corresponde al de los frugívoros con 22 especies (55%), seguido por los Omnívoros con nueve especies (23%), Insectívoros con cinco especies (8%), y en conjunto los gremios de los carnívoros, Herbívoros y nectarívoro aportan en conjunto siete especies que corresponden al 18% (Figura 73). Entre los gremios se puede apreciar que los tres órdenes más diversos, Chiroptera, Rodentia y Carnivora se encuentran presentes en al menos en tres de los gremios mencionados anteriormente. Lo anterior muestra los diferentes niveles de especialización, y de esta manera la variedad de nichos que explotan en el área.

Figura 73 Diversidad de especies de mamíferos en los diferentes gremios alimentarios en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Cabe resaltar que entre los recursos alimentarios que explotan, las diferentes especies cumplen con un papel ecológico importante en la conservación del hábitat. Lo cual se puede ver desde los recursos ofertados: dentro de las plantas asociadas a los mamíferos se encontraron varias especies de *Piper*, *Ficus*, *Cecropia*, *Solanacea*, *Anthurium*, *Heliconia*, entre otras, cuyos frutos son dispersados por los murciélagos frugívoros de los géneros: *Carollia*, *Artibeus*, *Dermanura*, *Platyrrhinus*, *Uroderma*, *Sturnira*, entre otras (Fotografía 27 Fotografía 28). Estas especies se reconocen por su importante valor en la dispersión de semillas de plantas pioneras para regeneración de los bosques. Este papel también lo cumplen algunos roedores medianos como el borugo (*Cuniculus paca*) y el ñeque (*Dasyprocta punctata*) quienes dispersan semillas de palmas, mamoncillo silvestre, entre otras. Por su parte, las especies insectívoras, entre los que se encuentran murciélagos, roedores y los osos hormigueros, los cuales juegan un papel indispensable en el control de plagas y enfermedades del hábitat, entre ellas se destacan los murciélagos *Peropteryx sp.*, *Eptesicus furinalis* que buscan cerca de los cuerpos de agua, bosques y áreas abiertas los insectos más pequeños, mientras que el oso homiguero (*Tamandua mexicana*) se especializa en hormigas, termitas y en ocasiones abejas (Fotografía 29). Estas especies ayudan a controlar plagas y enfermedades en la localidad.

Fotografía 27 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (*Artibeus lituratus*) con semillas de *Cecropia*.



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Fotografía 28 Registro fotográfico del murciélago frugívoro (*Uroderma bilobatum*) capturado en el Zodme.



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Fotografía 29 Registro fotográfico del murciélago insectívoro (*Pteropteryx sp.*) encontrados en una cueva



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Entre las especies omnívoras, que se consideran más generalistas, se destacan la fara (*Didelphis marsupialis*), el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) y murciélagos del género *Phyllostomus*, los cuales requieren una estructura compleja en el ecosistema para su mantenimiento. También, se les encuentra en ocasiones con polen en el cuerpo, pues participan en la polinización de grandes árboles como es el caso de la Ceiba.

Entre las especies nectarívoras, encontramos el murciélago nectarívoro (*Glossophaga soricina*), éstas especies son fundamentales en la polinización de una variada lista de especies vegetales, entre las que se encuentran representantes de cactus columnares y grandes árboles como las Ceibas (*Bombacaceae*).

De esta manera, se puede ver como la diversidad entre los grupos de mamíferos abarca una gran cantidad de nichos, dependiendo del tipo de bosque, el gremio alimentario, entre otros; lo que los hace tan importantes para el mantenimiento y salud de los ecosistemas. Algunas de las especies registradas durante el muestreo se observan a continuación:

Fotografía 30. Registro fotográfico de otras especies de mamíferos registradas en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Murciélago *Dermanura sp.*



Murciélago *Platyrrhinus sp.*
hembra preñada



Murciélago *Carollia brevicauda*



Colonia murciélagos. *Carollia sp.* y *Glossophaga sp.*



Murciélago *Phyllostomus hastatus*



Rata espinosa *Proechimys sp.*



Huella de mapache
Procyon cancrivorus



Huella de ñeque
Dasyprocta punctata



Cráneo de venado
Mazama americana

Fuente: INGETEC

5.2.2.2.3.3.6 Especies de Importancia biológica y socioeconómica

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible establece en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT 2010) que “para establecer la categoría de amenaza de las especies se toma como base el apéndice I de CITES y la resolución 383 de 2010 por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional, o la que la derogue, sustituya o modifique”, que para la actualidad corresponde a la resolución 0192 de 2014 y más recientemente a la 1912 de 2017.

Adicionalmente, se tiene en cuenta la información de los Libros Rojos de mamíferos de Colombia (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006), teniendo en cuenta solamente las especies en categorías de amenaza: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), y Vulnerable (VU). En el área de del Proyecto Tercer Carril Bogotá-Melgar, fueron registradas 9 especies de importancia biológica y socioeconómica (Tabla 88 y Fotografía 21)

5.2.2.2.3.3.6.1 Especies endémicas

En el área del proyecto, probablemente se encuentre una especie, que por distribución y características de color, muy probablemente se trate de la rata espinosa (*Proechimys cf. chrysaeolus*). Esta especie, como las pertenecientes al género *Proechimys*, es de hábito nocturno, terrestre, solitario y herbívoro, aunque incluye en su dieta semillas, frutos y hongos (micorrizas) y muy pocas hojas e insectos (Emmons 1997). Las especies del género, se consideran como un grupo de gran importancia ecológica, ya que son buenos dispersores de semillas y esporas de semillas, así como reservorios de enfermedades transmitidas al hombre (Wells *et al.* 1981, Groot *et al.* 1996, citados en Sabogal *et al.* 2013). En relación al hábitat, se encuentra en bosques riparios

o de galería, también se le encuentra en pastizales semiáridos o bosques secos (Hershkovitz 1948, citados en *et al.* 2013). Aunque para un estudio preliminar para su reproducción en condiciones de cautiverio, se menciona que las especies de este género son de poblaciones estables con una alta tasa de supervivencia, en realidad no existe información acerca del estado de las poblaciones de esta especie, y por lo tanto hay incertidumbre del grado de amenaza en la que podría encontrarse la especie (Weksler 2016).

En el área del proyecto, se hicieron dos probable registros, que corresponden a una observación en la noche, durante el muestreo con redes para murciélagos, en la Finca la Selva. El segundo registro, corresponde a una captura en una cueva cercana a esta, en la misma localidad, sin embargo el individuo escapó (Fotografía 31).

Fotografía 31 Registros de mamíferos de importancia biológica y socioeconómica en la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.



Huellas de nutria (*Lontra longicaudis*)
En río Sumapaz, Finca San Pedro



Huella de tigrillo (*Leopardus pardalis*)
Registrado en Bosque, Finca La Selva.



Rata espinosa (*Proechimys cf. chrasaeols**)
registrada en la Finca La Selva

Fuente: INGETEC, 2017



Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)
Uso: alimento

5.2.2.2.3.3.6.2 Especies amenazadas

Entre las especies registradas, se reportaron cuatro especies como amenazadas: el mico Nocturno del género *Aotus sp.*, el mico maicero (*Cebus albifrons versicolor*), la nutria (*Lontra longicaudis*) y el tigrillo (*Leopardus pardalis*) (Tabla 88 y Fotografía 31).

Tabla 88 Especies de mamíferos de importancia biológica y socioeconómica registradas para la Unidad Funcional 2 del proyecto de ampliación del tercer carril de la vía Bogotá-Girardot.

Orden	Especie	Nombre común	Grado de Amenaza	Uso
Rodentia	<i>Proechimys cf. chrysaeolus</i>	Rata espinosa	DD	
Primates	<i>Aotus sp.</i>	Mico nocturno	Ap. II, VU	
Primates	<i>Cebus albifrons versicolor</i>	Mico maicero	Ap. II	
Carnivora	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Ap. I, VU, NT	
Carnivora	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Ap. I	
Didelphimorphia	<i>Didelphis marsupialis</i>	Fara		Caza control
Cingulata	<i>Dasybus novemcinctus</i>	Armadillo		Caza consumo
Rodentia	<i>Cuniculus paca</i>	Borugo		Caza consumo
Rodentia	<i>Dasyprocta punctata</i>	Ñeque		Caza consumo

Fuente: INGETEC. Presente estudio.

Mico nocturno (Aotus sp.).

De acuerdo a su distribución y reportes en la región, el registro muy probablemente pertenece a la especie (*Aotus griseimembra*), el cual hace parte del complejo de especies *Aotus lemurinus* (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006). La especie se encuentra desde el río Sinú o más al oriente hasta los límites con Venezuela, incluye el Valle del río Magdalena y tierras altas de la Sierra Nevada de Santa Marta (Defler 2003, Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006). La especie ha sido registrada en variedad de bosques primarios y secundarios, donde utiliza como recurso alimentario principalmente frutos, que complementa con hojas y algunas presas de origen animal. El grupo, socialmente monógamo, se componen generalmente de hasta cuatro individuos, ocupando un territorio de hasta de 15 hectáreas, sin embargo también se encuentran en bosques de grandes extensiones como es el caso de Santuario de Fauna y Flora de Iguaque 6.750ha, o el Parque Nacional Natural de la Sierra Nevada de Santa marta de 383.000ha (Inderena 1989, citado en Morales-Jiménez & Link 2008).

Se encuentra en la categoría de amenaza Vulnerable (VU), por la Resolución 0192 del 2014 y la nueva Resolución 1912 del 2017, el libro Rojo de mamíferos y la IUCN. También se encuentra en el Apéndice II del CITES. Lo anterior, como respuesta a una disminución en la población del 30% de su población en aproximadamente 24 años (Morales-Jiménez & Link A. 2008). La principal amenaza que enfrenta la especie es la pérdida de hábitat por deforestación, expansión de cultivos ilícitos, cultivos de café, así como por la presencia de grupos armados al frente de la ley. Adicionalmente, la especie ha sido fuertemente capturada para uso como modelo de investigación en el estudio de la malaria.

El registro de esta especie, se hizo a partir de una observación de un grupo de cuatro individuos, durante un muestreo nocturno, el 4 de julio en la Finca la Selva, en el área que corresponde al bosque de robledal, que según la categorización de Corine Land Cover corresponde a Bosque abierto. La observación de estos individuos se hizo alrededor de las 21:00 horas. Esta fue la única localidad donde se registró la especie, por lo cual se considera de vital importancia para la supervivencia de la especie.

Mico maicero (Cebus albifrons versicolor).

La especie se encuentra distribuida desde las laderas boreales de la Sierra Nevada de Santa Marta, hacia el sur por el valle del Río Magdalena hasta algún punto en el Departamento del Tolima, y por el bajo río Cauca, al oriente de la zona central del departamento de Antioquia, y en el sur-occidente del Sucre. También se encuentra en las serranías de Macuira, serranía del Perijá y en la cordillera Oriental (Defler 2003, Defler 2010). La subespecie hace parte de un complejo, cuyas poblaciones varían en tonos más oscuros a más claros en la

que se encuentra con las poblaciones de *Cebus albifron pleei* y *C. a. leucocephalus*, la cual se distribuye en la ribera oriental del medio río Magdalena.

En su distribución, se le encuentra en gran variedad de hábitats desde Bosques inundables hasta xéricos, donde puede conformar grupos de hasta 35 individuos, aunque se han visto también grupos de hasta 10 o 15 individuos, los cuales buscan una variedad de ítems alimentarios (pequeños vertebrados, frutas, huevos de aves, insectos y otros invertebrados). (Palacios 2002, citado en Defler 2003). Esta especie tiene preferencia por grandes árboles, con alturas de 25 a 30m, los cuales usan como dormideros, entre ellas, las palmas del género *Attalea*. En cuanto a su población se han calculado de 1,8 individuos hasta 30 individuos/km² (Palacios 2002, Defler 1997, citados en Defler 2003). Dentro de las amenazas que enfrenta la especie se encuentran la pérdida de hábitat (aunque tiene capacidad de adaptarse a zonas intervenidas), también en algunas regiones es capturados para usarlo como mascota.

Para el área del proyecto, solo se obtuvo su registro mediante entrevista. La especie se veía generalmente en los bosques, también se les observaba comúnmente en las fincas con frutales como es el caso de la Finca Buenavista, y La selva, donde se les observaba alimentarse de frutos de mamoncillo, mango y palma. Los habitantes locales comentan que la especie no se ve desde hace aproximadamente 10 años, por deterioro del hábitat.

Nutria (Lontra longicaudis).

Según los Libros Rojos de mamíferos de Colombia, la Resolución 0192 del 2014 y la nueva Resolución 1912 del 2017, se encuentra en la categoría de amenaza Vulnerable (VU). También hace parte de los mamíferos reportados en el Apéndice I del CITES. A nivel mundial la especie se bajó de categoría de vulnerable a casi amenazada (NT) según la IUCN.

Se considera una especie de amplia distribución, desde el México hasta Argentina y sur de Uruguay, excepto en la parte norte de Brasil (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006). En Colombia se encuentra en los flancos de las cordilleras, con mayores registros en la Amazonía, Orinoquía, Serranía de la Macarena, Valle del río Magdalena, ciénagas de Barranquilla y Santa Marta, están incluidos también los departamentos de la Guajira, Chocó, Cauca y Nariño por debajo de los 3000 msnm (Defler 1983, Melquist 1984, citados en Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006).

Esta especie se describe como semiacuática, crepuscular, la cual prefiere hábitats poco intervenidos entre la selva y sistemas de sabana. Se le encuentra en caños, quebradas, ríos, lagos, lagunas y ciénagas, en los que busca peces, invertebrados, y material vegetal (Suárez & Ramírez 2015). La especie también se considera como migratoria, local y por época reproductiva. Hasta la fecha no hay datos poblacionales sobre la especie en el país. Dentro de las amenazas que enfrenta la nutria se encuentran: la cacería por su piel, así como caza a manera de control por ser competencia de sistemas de piscicultura (Rodríguez-Mahecha *et al.* 2006, Rheingantz & Tirinca 2015).

En el área del proyecto, se registró la especie por medio de entrevistas, donde los habitantes refieren presencia de la especie en las Fincas Buenavista, la Selva y en el ZODME (Vda. La Esperanza), donde generalmente se ven de uno a dos individuos a lo largo del río Sumapaz, Así mismo se ven en nacederos de agua, quebradas (en especial en las mañanas), comúnmente durante la estación lluviosa. También se encontró un registro, a partir de huellas pasando el río, frente a la Finca San Pedro. Durante la búsqueda de rastros de esta especie se encontró con especial desconcierto una gran cantidad de desechos producidos por la comunidad porque no existe un sistema de recolección y tratamiento de residuos sólidos.

Tigrillo (Leopardus pardalis).

La especie actualmente se encuentra catalogada dentro del Apéndice I de CITES (Tabla 88). Su distribución abarca desde el norte de México hasta Uruguay y norte de Argentina (Haines *et al.* 2006, citado en Payan & Soto 2012). Se encuentra en todo el territorio nacional hasta los 4300msnm, aunque es más común verlo por debajo de los 2000m, por lo que se encuentran en variedad de hábitats desde bosques, sabanas, manglares, páramos e incluso en palma de aceite (Payan & Soto 2012). Es una especie solitaria, nocturna y crepuscular, para encontrar sus presas (vertebrados) o realizar otras actividades, puede recorrer hasta 9km por lo cual, los rangos de acción son mayores en machos (5.4-90 km²) que en hembras (1.8-75km²).

En relación a sus poblaciones, se ha calculado variación en la densidad poblacional según el grado de conservación de los hábitats que van de 11 a 46 ocelotes en 100km² (Valderrama 2012, Payán 2009, Díaz-Pulido & Payan 2011, citados en Payan & Soto 2012).

Dentro de las amenazas, se describen la cacería y pérdida de hábitat como las más importantes, debido al grado de transformación, donde las áreas naturales se han ido reemplazado por áreas para la agricultura y ganadería. Lo anterior ha influido en que sus presas estén más espaciadas, y por lo tanto tienen que recorrer territorios más extensos para llegar a su recurso alimentario, y realizar otras actividades. Así mismo, la especie muere en las carreteras por atropellamiento, y finalmente esta la captura de sus crías para usarlas como mascotas.

En el área del proyecto se registró la especie mediante rastros (huellas) las cuales fueron registradas en las fincas la Selva y en la Ventana en cobertura de Bosque y Vegetación secundaria (Fotografía 31). La especie también fue registrada mediante entrevista, donde se acuerda que es una especie poco común, en la Finca Buenavista fue vista en el año 2015 en el Bosque. Aunque está prohibida su caza, la comunidad reporta que esta especie ha sido objeto de atropellamiento en la carretera Bogotá-Melgar.

5.2.2.2.3.3.6.3 Especies de importancia socioeconómica

Dentro de las especies registradas se reconocieron a través de entrevistas el uso de cuatro especies de mamíferos las cuales se describen a continuación (Tabla 88 y Fotografía 31).

La Fara (*Didelphis marsupialis*)

Se considera una especie de amplia distribución, pues se encuentra desde México hasta Bolivia, Paraguay y noreste de Argentina por debajo de los 2000m de altitud (Emmons 1997). Se encuentra en gran variedad de hábitats. Se le considera una especie, semi arbórea, solitaria, omnívora (insectos, invertebrados, vertebrados pequeños, frutos, semillas, y néctar) (Emmons 1997) En Colombia la especie se encuentra en todo el territorio nacional (Gardner 2008, Solari *et al.* 2013).

En estudios poblacionales en Venezuela, las Guyanas, y Panamá se ha calculado densidades poblacionales de la especie de 0,2 a 2,5 individuos por hectárea, por lo cual se considera que la población es estable (Astua de Moraes *et al.* 2016).

El Armadillo (*Dasypus novemcinctus*)

Esta, es la especie de armadillo con la más amplia distribución, se encuentra desde el sur de Estados Unidos, México, Centroamérica, hasta el noroccidente de Argentina y Uruguay (Emmons 1997, Gardner 2007, Trujillo & Superina 2013). En Colombia, se encuentra distribuida en todo el país, por debajo de los 3600 m de altitud (Solari *et al.* 2013). En este rango, puede encontrarse en un variado número de ecosistemas: Bosques y sabanas, donde busca como recurso invertebrados, frutos, pequeños vertebrados y madera (Gardner 2007, Loughry *et al.* 2014).

En cuanto a sus poblaciones, se ha calculado una densidad poblacional entre 0,15 y 3,9 individuos/ha, pero en el país no se conocen (Trujillo & Superina 2013).

Como amenazas en general, la especie se enfrenta a dos principalmente: Caza para alimento, sea para la comunidad local o comercialización de su carne, la cual genera más presión sobre el estado de sus poblaciones. La segunda amenaza que enfrenta es la transformación del hábitat por actividades antrópicas.

En el área del proyecto, se encontraron como amenazas principales la caza con fines alimentarios, donde también participan los perros de finca, en especial en el ZODME, pues allí se han mantenido alrededor de 20 perros. Otro elemento de amenaza para la especie, es la muerte por atropellamiento, situación que se comenta

por parte de la comunidad. Así mismo, el grado de transformación de los hábitats naturales para fines turísticos, como también los de desarrollo como la ampliación de la vía y la construcción de túneles.

El Borugo (*Cuniculus paca*)

Esta especie es de amplia distribución, se encuentra desde el sureste de México, hasta Brasil y norte de Paraguay, hasta los 2000 o 3000 m de altitud (Emmons 1997, Emmons 2016). En cuyo rango de distribución se encuentra principalmente en bosques densos y bosques con abundante vegetación arbustiva, es nocturna, principalmente frugívora, aunque también consume material vegetal variado (corteza de árboles y tubérculos) (Emmons 1997, Rexford 2007). En Colombia la especie se encuentra en todo el territorio nacional (Solari *et al.* 2013).

En estudios sobre sus poblaciones, se han calculado densidades poblacionales de 84 a 93 individuos /km², sin embargo dependiendo el tipo de hábitat, sus poblaciones pueden variar de 25 a 70 adultos/km² (Eisenberg & Redford 1999, Patton 2015, citados en Emmons 2016). Se cree que las poblaciones son estables hasta la fecha.

En el área del proyecto se encontraron como principales amenazas la caza de parte de la comunidad, en especial por los perros de las fincas. La pérdida de hábitat sería una segunda señal de alarma, pues de los 11 días que se hicieron los recorridos y se habló con la comunidad solo se registraron tres rastros, los cuales se encontraron en la cobertura de bosque.

El ñeque (*Dasyprocta punctata*)

Esta especie es de amplia distribución, se encuentra desde el sureste de México, Centroamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador. En Colombia se registra para la región Andina, el Caribe y el Pacífico desde el nivel del mar hasta los 3200m de altitud (Emmons 1997, Solari *et al.* 2013, Emmons 2016a). Se le encuentra principalmente en bosques, también bosques con algún grado transformación y cultivos. Es diurna, terrestre y solitaria, principalmente frugívora, aunque también consume material vegetal variado (corteza de árboles, flores, hojas), en ocasiones insectos (Emmons 1997, Lord 2007). Al ser una especie tan común, se cree que sus poblaciones son estables (Emmons 2016a).

Dentro de las amenazas a las que se enfrenta la especie, se encuentran la caza con fin alimenticio, es tan apetecida su carne que en entrevistas en México se cree que son cazadas 488 guaguas al año, hasta la fecha no ningún control de caza hacia esta especie.

En el área del proyecto se hicieron 4 registros, que corresponde a rastros (huellas y comederos de palma), todos ellos se hicieron en la cobertura de bosque en las fincas San Rafael, Buenavista, La selva y San Pedro. En esta localidad también es objeto de caza con fines alimentarios, en especial los perros de finca. También se comenta que son atropelladas en la carretera.

5.2.2.3 Análisis de fragmentación

5.2.2.3.1 Metodología

La metodología para análisis de fragmentación del paisaje se presenta en el capítulo 2 - Generalidades

5.2.2.3.2 Resultados

5.2.2.3.2.1 Configuración del paisaje

A partir del mapa de coberturas elaborado en el área de influencia físico biótica, se elaboró el análisis de fragmentación para las coberturas naturales presentes. A nivel de configuración de clase se presentará una descripción general del estado actual del paisaje, sin embargo, las demás métricas del paisaje se centrarán en la descripción del estado actual de los parches de cobertura natural que son hábitat de especies de flora y fauna de importancia.

5.2.2.3.2.1.1 Tamaño de las clases y fragmentos o parches

El área de influencia donde se ubican las obras principales está compuesto de 20 clases o coberturas de la tierra, compuestas por 240 parches que ocupan un área total de 256,6 ha. Las clases de origen natural ocupan más del 50% d la superficie, siendo el bosque abierto aquella que se destaca con una superficie de 97,3 ha y nueve parches.

Teniendo en cuenta el tamaño y número de parches, se evidencia que la cobertura de bosque de galería con una superficie de 19 ha y 25 parches es posiblemente la que ha presentado una mayor intervención, lo que ha provocado una mayor fragmentación. En general se evidencia una intervención moderada de las clases o coberturas naturales, con excepción de la cobertura de bosque abierto que por su extensión y tamaño de parches es la que registra una menor fragmentación (Tabla 89).

Tabla 89 Configuración del paisaje para el área de influencia sector obras mayores

CLC	Clase (cobertura)	No. parches	Área (ha)	Tamaño promedio del parche (ha)	Desvest. tamaño promedio del parche (ha)
112	Tejido urbano discontinuo	80	4,3	0,1	0,2
121	Zonas industriales o comerciales	2	0,1	0,0	0,0
122	Red vial, ferroviaria y territorios asociados	6	11,4	1,9	4,2
131	Zonas de extracción minera	1	1,2	1,2	0,0
141	Zonas verdes urbanas	28	2,4	0,1	0,1
142	Instalaciones recreativas	6	1,0	0,2	0,2
1422	Áreas deportivas	2	0,1	0,0	0,0
231	Pastos limpios	3	1,6	0,5	0,7
232	Pastos arbolados	6	10,2	1,7	2,5
233	Pastos enmalezados	3	0,1	0,0	0,0
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	1	0,4	0,3	0,0
312	Bosque abierto	9	97,3	10,8	19,6
314	Bosque de galería y ripario	25	19,1	0,8	1,8
315	Plantación forestal	3	1,3	0,4	0,3
322	Arbustal	2	3,4	1,7	0,7

CLC	Clase (cobertura)	No. parches	Área (ha)	Tamaño promedio del parche (ha)	Desvest. tamaño promedio del parche (ha)
323	Vegetación secundaria y/o en transición	28	42,7	1,5	2,5
3232	Vegetación secundaria baja	5	0,8	0,2	0,1
332	Afloramientos rocosos	25	41,6	1,7	4,4
333	Tierras desnudas y degradadas	2	0,1	0,0	0,0
511	Ríos (50 m)	3	17,6	5,8	4,8
Total		240	256,6		

En cuanto a la zona del botadero, se registra la presencia de tres clases o coberturas de la tierra con una superficie de 29,6 ha y cinco parches. Son predominantes en esta zona los territorios agrícolas ocupando el 85% de la superficie, mientras que la vegetación secundaria o en transición como cobertura natural transformada ocupa en porcentaje restante (Tabla 90). Para esta zona se evidencia un mayor grado de fragmentación en relación a la superficie ocupada por las coberturas naturales y el tamaño de los parches.

Tabla 90 Configuración del paisaje para el área de influencia sector botadero

CLC	Clase (cobertura)	No. parches	Área (ha)	Tamaño promedio del parche (ha)	Desvest. tamaño promedio del parche (ha)
232	Pastos arbolados	1	1,7	1,7	0,0
233	Pastos enmalezados	2	23,4	11,7	11,6
323	Vegetación secundaria y/o en transición	2	4,5	2,2	2,0
Total		5	29,6		

5.2.2.3.2.1.2 Características del borde

Las métricas de borde para la clase, se encuentran relacionadas principalmente con el grado de fragmentación de las coberturas en relación con la proporción de bordes por área, el análisis para este índice se realizó para las coberturas naturales como se mencionó al inicio del documento.

A nivel de borde total la cobertura natural que presenta un mayor valor es la vegetación secundaria baja y se encuentra relacionado con el tamaño de los parches ya que por lo general este tipo de coberturas se encuentra relacionada con un mayor grado de intervención y con estado sucesional previo asociado a los pastos enmalezados. Contario a lo que sucede con la cobertura de vegetación secundaria o en transición, que por el tamaño de los parches y la forma de los mismos, presenta uno de los menores valores de borde total, este resultado es similar para la cobertura de vegetación secundaria o en transición que se ubica en el área del botadero (Tabla 91).

Las coberturas de bosque abierto y bosque de galería o ripario presentan valores significativos de borde total, lo que indica que por la forma y tamaño de los parches estos se encuentran cerca de parches o coberturas transformadas o naturales que causan presión sobre cada uno de sus parches provocando un aumento en el borde total (Tabla 91). En cuanto al tamaño promedio de la densidad de borde, los valores se comportan de forma similar al borde total, registrándose un menor valor de borde total promedio en el bosque de galería o ripario y un mayor valor de borde total promedio en el bosque abierto comportamiento que puede estar relacionado con la baja superficie de algunos parches en estas coberturas y la forma de los mismos.

Tabla 91 Características del borde para el área de influencia

Clase	Obras mayores		Botadero	
	TE	MPE	TE	MPE
Bosque abierto	19822,9	2202,6		
Bosque de galería y ripario	15493,9	619,8		
Arbustal	1933,8	644,6		
Vegetación secundaria y/o en transición	2302,7	1151,4	2515,8	1257,9
Vegetación secundaria baja	23069,6	823,9		

5.2.2.3.2.2 Forma y agregación del paisaje

A partir del tamaño y su forma de los parches, se identifica que las coberturas de bosque de galería o ripario y arbustal son aquellas que presentan una mayor tendencia a formas alargadas, que relacionadas con la superficie de los parches provocan un aumento en la fragmentación (Tabla 92). En el caso del bosque de galería o ripario, este resultado es común y se encuentra asociado con su naturaleza lineal, pues se está conformado por parches de formas alargadas y con una densidad de borde alta, caso contrario a la cobertura de arbustal.

Las demás coberturas presentan índice de forma menores, con una tendencia menos alargada, sin embargo por el grado de intervención de las coberturas y la distribución de los parches se evidencia que existe una presión antrópica sobre las mismas que provoca una variación en las formas con tendencia a la irregularidad (Tabla 92). Este mismo comportamiento se presenta para el área de influencia en la zona del botadero.

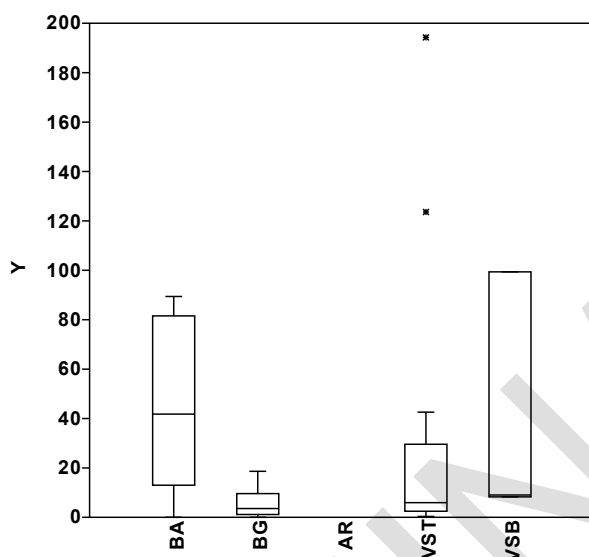
Tabla 92 Índices de forma para el área de influencia

Clase	Obras mayores			Botadero		
	MSI	MPAR	MFRAC	MSI	MPAR	MFRAC
Bosque abierto	2,19	0,49	1,71			
Bosque de galería y ripario	2,29	11,60	3,67			
Arbustal	3,04	0,21	1,59			
Vegetación secundaria y/o en transición	2,34	0,06	1,41	2,21	0,07	1,42
Vegetación secundaria baja	2,17	0,38	1,52			

A nivel de parche la cobertura que presenta una mayor variación en la forma es la vegetación secundaria baja, principalmente por su baja representatividad y un mayor grado de intervención. Le sigue la cobertura de bosque abierto, resultado de la intervención de la cobertura y la variación en el tamaño de los parches.

El bosque de galería o ripario y el arbustal, son las coberturas que presentan una menor variación en la forma. Lo que indica que los parches de cada una de las coberturas presentan formas irregulares similares, las cuales asociadas al tamaño de los mismos provocan una tendencia a la fragmentación; si bien, el bosque de galería por sus características presenta formas lineales, se evidencia una mayor intervención antrópica producto de su cercanía a los centros poblados y la facilidad de acceso (Figura 74).

Figura 74 Cambio en la forma de los parches para las coberturas analizadas



En el caso de la vegetación secundaria o en transición ubicada sobre el botadero, dado que se presentan solo dos parches, no es posible evidenciar los cambios en las formas. Sin embargo teniendo en cuenta los cambios ilustrados en la Tabla 92, es posible identificar que las formas de esta cobertura en esta zona registran formas alargadas producto del aumento en la frontera agrícola.

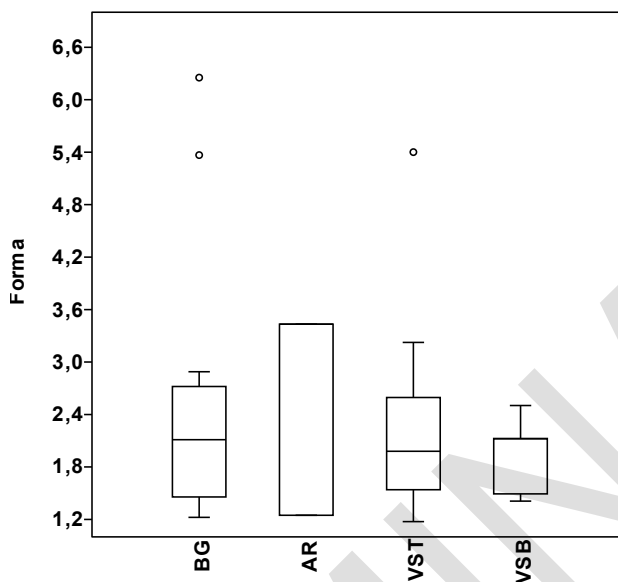
Con relación a la agregación o proximidad entre parches, para el área de influencia la cobertura que presenta una mayor distancia promedio entre parches es la vegetación secundaria o en transición, seguida por la cobertura de bosque de galería o ripario. El arbustal y la vegetación secundaria baja son las coberturas que presentan una menor distancia entre sus parches, siendo desde el punto de vista de la proximidad aquellas que presentan una menor fragmentación. Sin embargo, de acuerdo a las características de forma, tamaño y borde, se identifica que en el área de influencia el bosque de galería es una de las coberturas que mayor grado de fragmentación presenta.

Tabla 93 índice promedio de distancia

Clase	MPI	
	Obras mayores	Botadero
Bosque abierto	339,95	
Bosque de galería y ripario	4110,69	
Arbustal	0	
Vegetación secundaria y/o en transición	19189,59	134,08
Vegetación secundaria baja	11,53	

A nivel de parche, se evidencia que la cobertura que presenta mayor distancia entre cada uno de ellos es la vegetación secundaria o en transición, seguida por el arbustal y el bosque de galería (Figura 75). En el caso del arbustal, la distribución de las distancias se encuentra relacionada con el número de parches existentes y la distancia entre ellos, lo que indica que puede llegar a ser una cobertura fragmentada por la baja representatividad dentro del paisaje.

Figura 75 Cambio en la distancia entre parches para el área de influencia



5.2.2.3.2.3 Diversidad del paisaje

El paisaje actual está compuesto por 20 clases o coberturas, donde se identifica la dominancia de coberturas naturales, las cuales se han conservado en su mayoría a causa de las características orográficas del área de estudio. El área de influencia presenta un índice de Shannon mayor para el área de las obras mayores asociado a la presencia de coberturas naturales, mientras que para la zona del botadero este tiende a un equilibrio producto de la presencia de tres clases en un superficie de 26 ha, las cuales cubren una superficie similar (Tabla 94).

Tabla 94 Diversidad del paisaje en los tres escenarios

Análisis de diversidad	Obras mayores	Botadero
Riqueza	20	3
Diversidad de Shannon	1,909	0,636
Igualdad de Shannon	0,637	0,579
Dominancia	1,087	0,463
Numero de clases	20	3

5.2.2.3.2.4 Índice de fragmentación

A partir de los resultados obtenidos de la configuración del paisaje, la forma y la agregación y teniendo en cuenta la superficie ocupada por cada una de las coberturas naturales presentes en el área de influencia indirecta del proyecto estimadas mediante el índice de vegetación remanente (IVR), se evidencia que las coberturas naturales presentes en el área de influencia cuentan con una fragmentación media a muy alta (completamente fragmentada); donde el bosque de galería y ripario, arbustal y vegetación secundaria baja presentan un valor de completamente fragmentado ya que cubren superficies entre 0 y 7% (Tabla 95). Mientras que la cobertura de bosque abierto se encuentra medianamente fragmentada cubriendo el 38% de la superficie.

Valores que coinciden con la descripción dada en cuanto a número de parches, forma, tamaño y agregación de los mismos. En general las coberturas que presentan estados sucesionales superiores registran un menor grado de fragmentación a excepción del bosque de galería, que como se ha mencionado por sus características de linealidad ocupa una menor superficie y varía en relación a su forma y tamaño.

Tabla 95 Índice de fragmentación para las coberturas naturales

Cobertura	Obras mayores		Botadero	
	Superficie ocupada	Grado de fragmentación	Superficie ocupada	Grado de fragmentación
Bosque abierto	38%	Medianamente fragmentado		
Bosque de galería y ripario	7%	Completamente fragmentado		
Arbustal	1%	Completamente fragmentado		
Vegetación secundaria y/o en transición	17%	Muy fragmentado	15%	Muy fragmentado
Vegetación secundaria baja	0,3%	Completamente fragmentado		

5.2.2.3.2.5 Análisis de conectividad

Aunque existe una fragmentación significativa entre las coberturas, el hecho de que estas representen más del 50% del área de influencia provoca que la conectividad en el área de estudio sea muy alta. Esto se encuentra relacionado con la facilidad de las especies de desplazarse hacia diferentes hábitats por las coberturas naturales, efecto que se evidencia en mayor detalle sobre el área de las obras principales (Tabla 96).

Actualmente las principales causas de reducción en la conectividad se relacionan con la presencia de la vía, el río y los territorios agrícolas, ya que estas coberturas por el desplazamiento de vehículos, el uso de químicos y el cambio en el uso del suelo reducen la posibilidad de las especies de trasladarse de un hábitat a otro, adicionalmente, el río Sumapaz en este caso es una barrera natural que disminuye la posibilidad a ciertas especies de desplazamiento (Tabla 96).

Tabla 96 Grado de conectividad en superficie para los tres escenarios

Clase	Obras principales		Botadero	
	Área (ha)	Proporción (%)	Área (ha)	Proporción (%)
Muy alta	163,67	64%	5,90	20%
Alta	20,91	8%	5,96	20%
Media	26,36	10%	5,97	20%
Baja	23,53	9%	5,95	20%
Muy baja	22,16	9%	5,81	20%
Total	256,65	100%	29,59	100%

Con el desarrollo del proyecto se intervendrá el 54% de las superficies con conectividad muy alta en la zona de las obras principales y el 9% de las superficies con muy alta conectividad en el botadero, siendo para este

último una proporción baja con respecto al total de área a intervenir en esta zona (Tabla 97). Dadas las características del proyecto y la forma del mismo, la mayor proporción de superficie a intervenir se ubica en el botadero, el cual ocupa 23 ha, mientras que las obras principales ocupan 13,4 ha; lo que indica que aunque existe una intervención sobre la conectividad alta y muy alta en la zona de obras principales, que es lugar donde se registra la mayor conectividad, la ejecución del proyecto no provocará una reducción significativa de la conectividad, sin embargo se requerirá de manejos adecuados para mitigar la reducción de esta (Tabla 97).

Tabla 97 Superficies de conectividad intervenidas por las obras del proyecto

Conectividad	Botadero	Proporción	Proporción con respecto al All	Obras principales	Proporción	Proporción con respecto al All
Muy alta	2,1	9%	36%	7,3	54%	4%
Alta	4,9	21%	82%	4,6	34%	22%
Media	5,2	23%	87%	1,4	10%	5%
Baja	5,3	23%	90%	0,2	1%	1%
Muy baja	5,4	24%	94%	0,1	0%	0%
Total	23,0	100%		13,4	100%	

5.2.3 Ecosistemas acuáticos

5.2.3.1 Metodología

La metodología empleada para los trabajos de campo y los análisis de la información en los estudios de caracterización de los ecosistemas acuáticos se presenta en el Capítulo 2 – Generalidades.

5.2.3.2 Resultados

5.2.3.2.1 Macroinvertebrados bentónicos

5.2.3.2.1.1 Composición y estructura

La comunidad de Macroinvertebrados bentónicos caracterizado en los cuerpos de agua de la zona de estudio estuvo compuesta por 34 taxones distribuidos en 25 familias, ocho órdenes, dos clases e igual número de phylum. Arthropoda con la clase Insecta representaron la mayoría de los taxones encontrados durante los muestreos (Tabla 98).

Tabla 98 Composición de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos presentes en el área de estudio

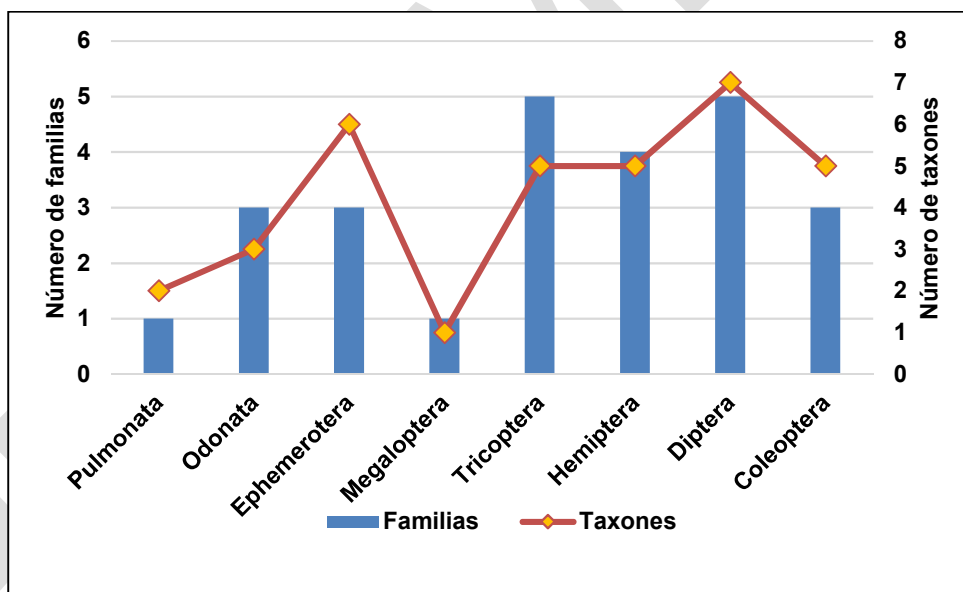
PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN
Mollusca	Gasteropoda	Pulmonata	Physidae	<i>Physa</i>
				<i>Melanooides</i>
Arthropoda	Insecta	Odonata	Megapodagrionidae	Indeterminado
			Gomphidae	<i>Progomphus</i>
			Libellulidae	<i>Libelulinae</i>
		Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Hagenulopsis</i>
				<i>Thraulodes</i>
			Baetidae	<i>Beatodes</i>
				<i>Calibaetis</i>
				<i>Dactylobaetis</i>
		Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	
		Megaloptera	Corydalidae	<i>Corydalus</i>
		Tricoptera	Leptoceridae	<i>Smicridea</i>
			Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>
			Glossosomatidae	<i>Glossosoma</i>
			Helicopsichidae	<i>Helicopsiche</i>
			Hydrobiosidae	<i>Atopsiche</i>
		Hemiptera	Naucoridae	<i>Limnocoris</i>
				<i>Ambrisus</i>
			Notonectidae	<i>Buenoa</i>
			Gelastocoridae	<i>Gelastocoris</i>
		Veliidae	<i>Mesovelina</i>	
		Diptera	Blephaloceridae	<i>Limonicola</i>
			Psychodidae	<i>Maruina</i>
			Simuliidae	<i>Simullium</i>

PHYLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	TAXÓN
			Tipulidae	<i>Tipula</i>
			Chironomidae	<i>Tanypodini</i>
				<i>Stenochironomus</i>
				<i>Chironomini</i>
		Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis</i>
				<i>Heterelmis</i>
				<i>Cyloepus</i>
			Dytiscidae	<i>Rhantus</i>
			Girinidae	<i>Girynus</i>

Fuente: INGETEC. Presente estudio

De acuerdo a lo observado en la Figura 76, los órdenes que mejor representación alcanzaron durante el muestreo fueron Diptera con familias cinco y siete taxones, seguido por Ephemeroptera con tres familias y seis taxones, Tricoptera con cinco familias e igual número de taxones; y por último Hemiptera y Coleoptera con cuatro y tres familias respectivamente ambas reportándose con cinco taxones. Entre tanto, los órdenes con menor representación fueron Pulmonata y Megaloptera con una familia, y la presencia de dos taxones y un taxón.

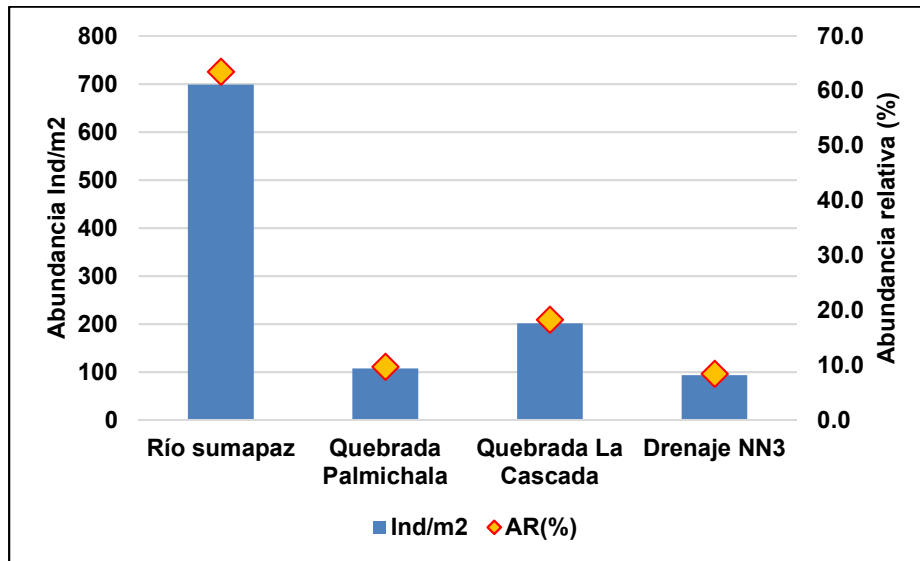
Figura 76 Número de familias y taxones por orden de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INGETEC. Presente estudio

En cuanto a los cuerpos de agua muestreados se pudo determinar una abundancia total de 1100 ind/m², de los cuales el río Sumapaz obtuvo la mayor abundancia relativa acumulando el 63.5% de los individuos, seguido por la Quebrada La Cascada que aportó en este sentido el 18.3%, la Quebrada La Cascada por su parte registró el 9.7 % y por último el Drenaje NN3 que solo represento el 8.5 % (Figura 77).

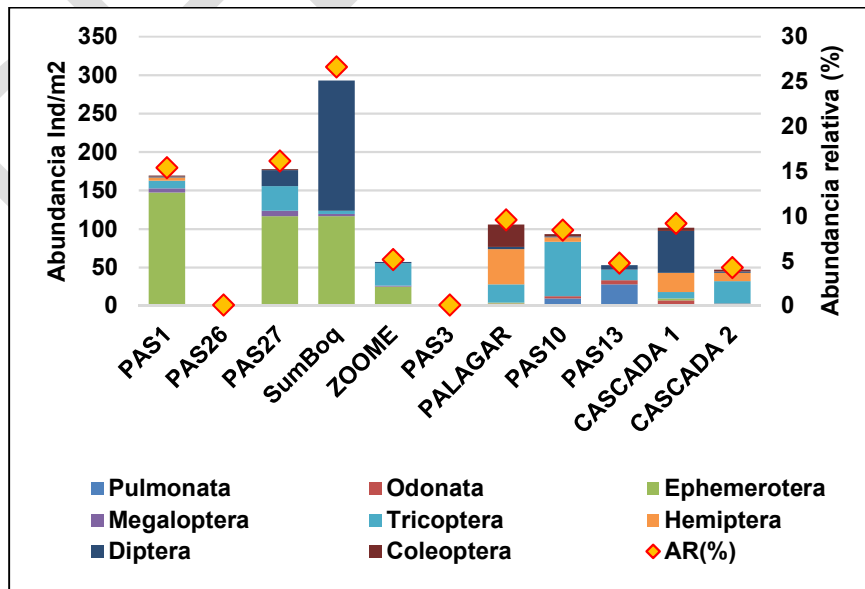
Figura 77 Abundancia absoluta y relativa de macroinvertebrados bentónicos



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Entre los sitios de muestreo el río Sumapaz aguas arriba de Boquerón (SumBoq) contribuyó con la mayor abundancia de individuos aportando el 26.6% de los macroinvertebrados, representadas principalmente por los órdenes Diptera y Ephemeroptera; a este sitio le siguió el río Sumapaz aguas abajo (PAS27) que tuvo una abundancia relativa (AR%) de 16.1%, donde los órdenes dominantes fueron Ephemeroptera y Tricoptera; seguido de cerca se encuentra el sitio PAS1 también ubicado sobre el río Sumapaz, que presentó una AB% de 15.4% compuesto principalmente por Ephemeroptera. Las restantes ocho estaciones de muestreo reflejaron porcentajes de abundancia entre 0.13 y el 9.6% (Figura 78).

Figura 78 Abundancia absoluta y relativa de los órdenes de macroinvertebrados bentónicos por sitio de muestreo

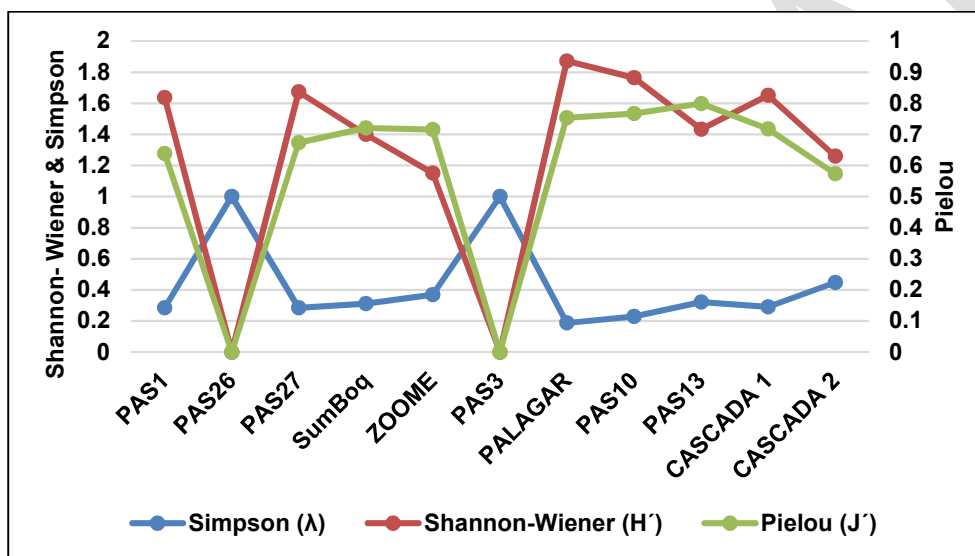


Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.2 Índices ecológicos

Los índices ecológicos calculados para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos permite observar que, en general no se registra una diversidad alta entre los sitios de muestreo presentando valores entre 0 y 1.8 (nat). De otra parte, la dominancia fue baja salvo en dos sitios donde solo se registró un taxón (PAS26 y PAS3), ocasionando que el índice de Simpson alcance su mayor valor. El índice de equidad de Pielou no mostró diferencias importantes entre los diferentes puntos de muestreo, siendo en general superior a 0.57 %, reflejando la elevada homogeneidad en las abundancias de las diferentes especies encontradas (Figura 79).

Figura 79 Índices ecológicos calculados para la comunidad de macroinvertebrados bénticos presentes en los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.2.1 BMWP/Col

El índice BMWP/Col, refleja para los 11 sitios de muestreo condiciones de calidad del agua que van desde aceptable o Clase II; hasta aguas en una condición muy crítica o Clase V. En este estentido, el río Sumapaz refleja diferentes tipos de calidad del agua de acuerdo con las familias de Macroinvertebrados presentes, evidenciando estados como aceptable (PAS1 y PAS27), dudosa (SumBoq), crítica (ZODME) y muy crítica (PAS26). En la Quebrada Palmichala la calidad del agua fue aceptable en el sitio de muestreo aguas arriba (PALAGAR) y muy crítica en el punto PAS3. La Quebrada La Cascada mostró condiciones de calidad crítica (PAS13 y CASCADA2) y aceptable (CASCADA1). Por último, el drenaje NN 3 (PAS10) presentó una calidad de agua aceptable de acuerdo al índice BMWP/Col (Tabla 99).

Tabla 99 Calidad de agua según el índice BMWP/Col

Código	Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
PAS1	II	Aceptable	68	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
PAS26	V	Muy crítica	6	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo
PAS27	II	Aceptable	75	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
SumBoq	III	Dudosa	49	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
ZODME	IV	Crítica	32	Aguas muy contaminadas	Naranja

Código	Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
PAS3	V	Muy crítica	3	Aguas fuertemente contaminadas	Red
PALAGAR	II	Aceptable	78	Aguas ligeramente contaminadas	Green
PAS10	II	Aceptable	62	Aguas ligeramente contaminadas	Green
PAS13	IV	Crítica	32	Aguas muy contaminadas	Yellow
CASCADA 1	II	Aceptable	61	Aguas ligeramente contaminadas	Green
CASCADA 2	IV	Crítica	59	Aguas muy contaminadas	Yellow

Fuente: INGETEC. Presente estudio

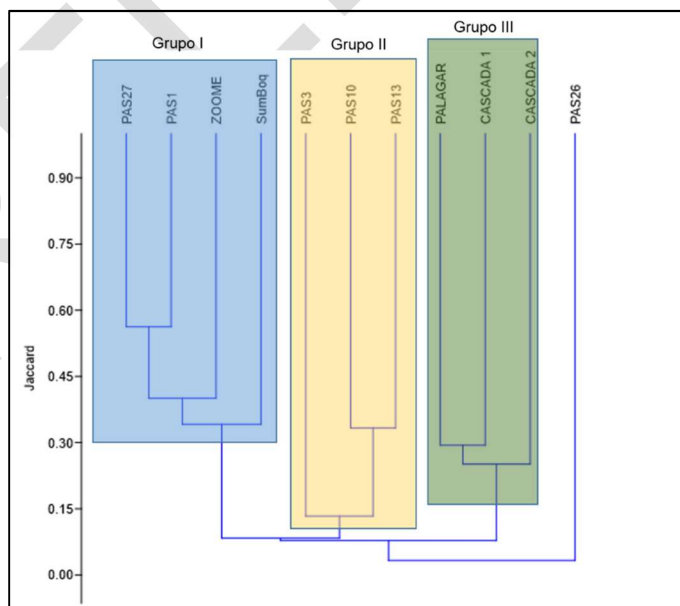
5.2.3.2.2.2 Índice de similitud de Jaccard

El dendrograma presentado en la Figura 80, permite evidenciar la similitud existente entre los sitios de muestreo y la composición de taxones. A partir del índice de Jaccard fue posible observar la conformación de tres grupos. El primer grupo (Grupo I) está compuesto por las estaciones del río Sumapaz, esta similitud es debida principalmente a la presencia de los ephemeropteros *Thraulodes* y *Dactylobaetis* y el género *Corydalus*.

El segundo grupo (Grupo II) los componen las estaciones PAS3 (Quebrada Palmichala), PAS10 (Drenaje NN-3) y PAS13 (Quebrada La Cascada), la similitud es debida a la presencia del género *Physa* siendo solamente registrada en estos sitios; entre tanto se puede determinar una relación más estrecha entre los puntos PAS3 y PAS10, ya que comparten cuatro de los seis y diez taxones que componen estos sitios.

El tercer grupo (Grupo III) es conformado por los sitios PALAGAR, CASCADA 1 y CASCADA 2 que comparten los generos *Phylloicus* (Tricoptera) y *Ambrisus* (Hemiptera), siendo este último un taxón exclusivo de estos puntos de muestreo. En este grupo, sin embargo, se observó una mayor similitud entre los sitios PALAGAR y CASCADA 1 compartiendo cuatro de los taxones.

Figura 80 Dendrograma de similitud de Jaccard calculado para los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.3 Perifiton

5.2.3.2.3.1 Composición y estructura

Para los cuerpos de agua donde se realizaron los muestreos de algas perifíticas se identificó una comunidad compuesta por 33 taxones distribuidos en 20 familias, 16 órdenes, cuatro clases e igual número de divisiones. Las Diatomeas (Bacillariophyceae) fue la clase dominante reportando 21 morfos, las algas azul verdosas (Cyanophyceae) registraron una porción también importante con siete taxones, entre tanto las dos clases restantes únicamente aportaron al record cinco morfos (Tabla 100).

Tabla 100 Composición de la comunidad de algas perifíticas presentes en el área de estudio

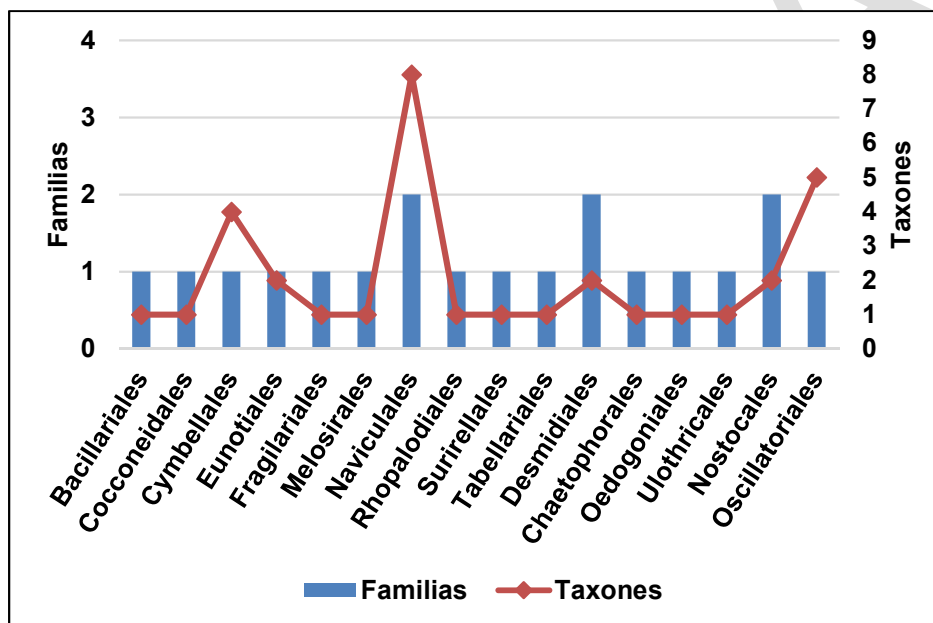
Division	Clase	Orden	Familia	Taxon	
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Bacillariales	Bacillariaceae	<i>Nitzschia</i> sp.1	
		Cocconeidales	Cocconeidaceae	<i>Cocconeis</i> sp.1	
		Cymbellales	Cymbellaceae	<i>Cymbella</i> sp.1	
				<i>Cymbella</i> sp.2	
			Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i> sp.1	
				<i>Gomphonema</i> sp.2	
		Eunotiales	Eunotiaceae	<i>Synedra</i> sp.1	
				<i>Synedra ulna</i>	
		Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria virescens</i>	
		Melosirales	Melosiraceae	<i>Melosira</i> sp.1	
		Naviculales	Naviculaceae	Diploneidaceae	<i>Diploneis</i> sp.1
				<i>Gyrosigma</i> sp.1	
				<i>Gyrosigma</i> sp.2	
				<i>Navicula</i> sp.1.	
				<i>Navicula</i> sp.1.	
<i>Navicula</i> sp.1.					
<i>Pinnularia</i> sp.1					
<i>Pinnularia</i> sp.2					
Rhopalodiales	Rhopalodiaceae	<i>Epithemia</i> sp.1			
Surirellales	Surirellaceae	<i>Surirella linearis</i>			
Tabellariales	Tabellariaceae	<i>Diatoma hiemale</i>			
Charophyta	Zygophyceae	Desmidiales	Closteriaceae	<i>Closterium</i> sp.1	
			Desmidiaceae	<i>Cosmarium margaritatum</i>	
Chlorophyta	Chlorophyceae	Chaetophorales	Chaetophoraceae	<i>Chaetophora</i> sp.1	
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.1	
		Ulothricales	Ulothricaceae	<i>Ulothrix</i> sp.1	
Cyanophyta	Cyanophyceae	Nostocales	Aphanizomenonaceae	<i>Dolichospermum</i> sp.1	
			Rivulariaceae	<i>Calothrix</i> sp.1	
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i> sp.1	

Division	Clase	Orden	Familia	Taxon
				<i>Lyngbya sp.2</i>
				<i>Oscillatoria sp.1</i>
				<i>Oscillatoria sp.2</i>
				<i>Oscillatoria sp.3</i>

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Como se muestra en la Figura 81, dentro de los 16 órdenes reportados la mayor riqueza presentada fue para Naviculales dentro del cual se registraron dos familias y ocho taxones, le siguió Oscillatoriales con dos familias y cinco taxones y por último se encuentra Cymbellales con una familia y cuatro taxones. Los órdenes restantes se conformaron por una sola familia y máximo dos taxones.

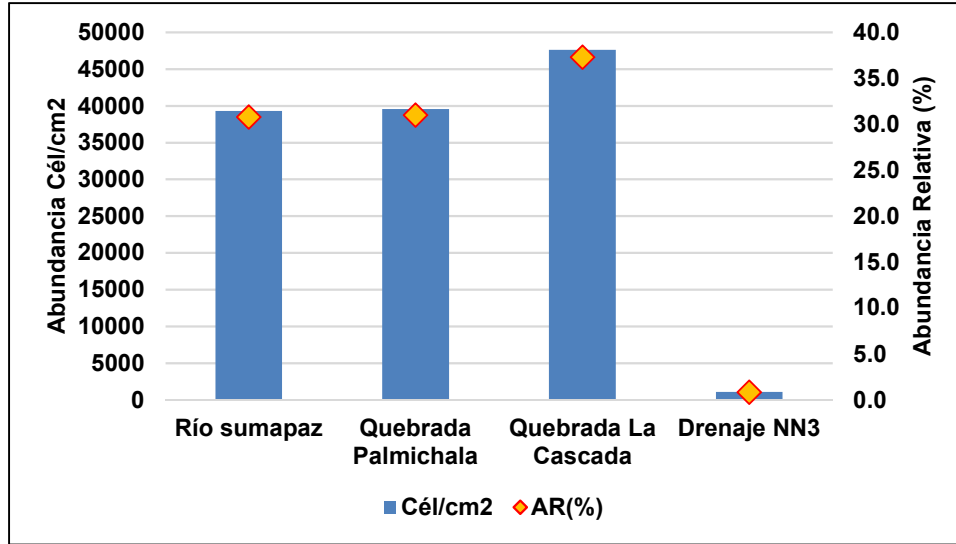
Figura 81 Número familias y taxones por orden de algas perifíticas



Fuente: INGETEC. Presente estudio

En términos de abundancia absoluta y relativa por los cuerpos de agua muestreados se encontraron un total de 127495.1 cél/cm². En general se observó una distribución más o menos homogénea de las abundancias entre los drenajes objeto de muestreo, sin embargo, la Quebrada La cascada contribuyó con la mayor abundancia relativa (AR%) con el 37.3 % de las células (47600 cél/cm²), por su parte el río Sumapaz y la Quebrada La Palmichala tuvieron una AR% equivalente a 30.8 (39277.8 cél/cm²) y 31% (39537 cél/cm²) respectivamente; la menor abundancia en este caso correspondió al Drenaje NN3 donde el registro fue de 1080 cél/cm² es decir el 0.8% de la abundancia relativa (1080.2 cél/cm²) (Figura 82).

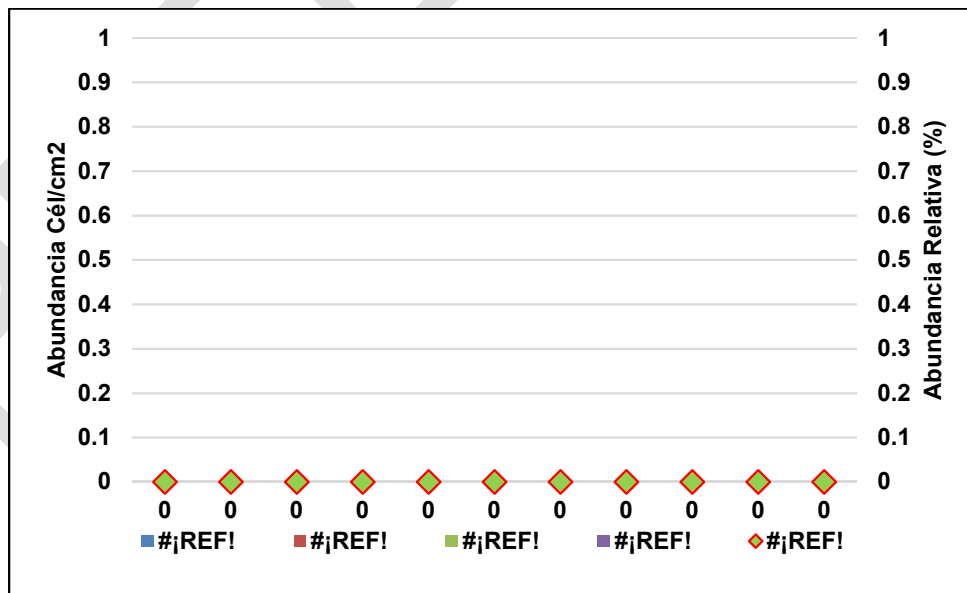
Figura 82 Abundancia absoluta y relativa de algas perifíticas por cuerpo de agua



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Para los puntos de muestreo las mayores abundancias estuvieron presentes en los sitios PAS3, CASCADA 1 Y ZODME concentrado el 57.8% de las algas perifíticas. El punto PAS3 contribuyó con 27992.6 $\text{cél}/\text{cm}^2$ de las cuales la clase Chlorophyceae fue la más abundante precedida por Cyanophyceae y Bacillariophyceae; en el sitio CASCADA 1 el número de células/ cm^2 fue de 25925.9 representadas en orden de abundancia por las clases Bacillariophyceae, Cyanophyceae y Chlorophyceae; respecto al punto ZODME la abundancia fue de 19911.1 $\text{cél}/\text{cm}^2$ cuya clase dominante fue Cyanophyceae y un aporte menor de Bacillariophyceae; los demás sitios presentaron abundancias entre 199 y 11744 $\text{cél}/\text{cm}^2$ donde la clase Cyanophyceae tuvo la mayor representatividad (Figura 83).

Figura 83 Abundancia absoluta y relativa de algas perifíticas por sitio de muestreo

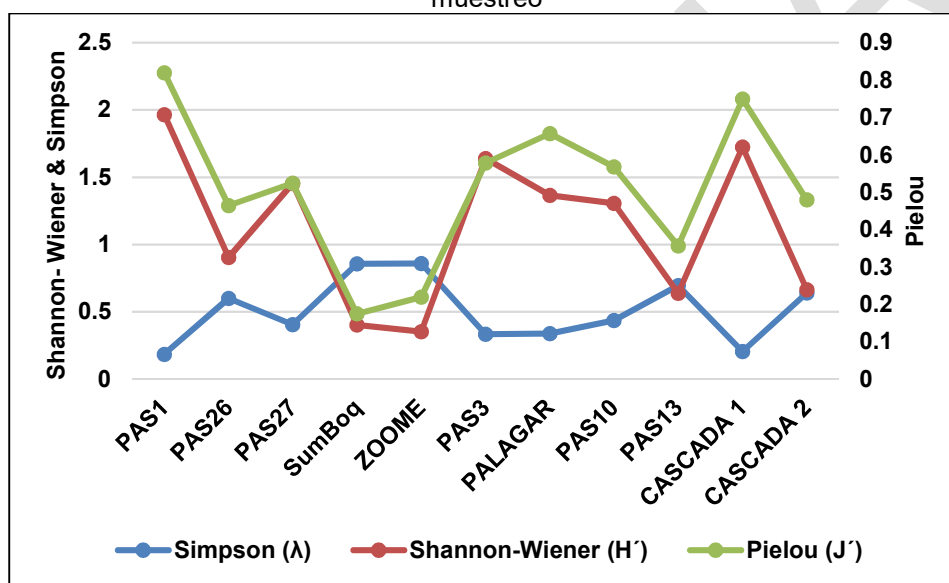


Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.3.2 Índices ecológicos

En la comunidad de algas perifíticas los índices ecológicos calculados demostraron que, en los sitios de muestreo no se registra una diversidad importante de acuerdo con el índice de Shannon—Wiener presentando valores entre 0.6 y 1.96 (nat). Entre tanto, la dominancia obtuvo valores altos ($\lambda \geq 0.5$) en los sitios PAS26, SumBoq, ZODME, PAS13 y CASCADA 2; en los puntos restantes Simpson tuvo valores entre 0.18 y 0.43. Por último, se aprecia que la equidad de Pielou tuvo valores en la mayoría de las estaciones mayores a 0.5, lo que se puede interpretar como comunidades con tendencia a la homogeneidad, es decir que los taxones allí establecidos no difieren ampliamente en sus abundancias, este comportamiento se observó en los puntos PAS1, PAS27, PAS3, PALAGAR, PAS10 y CASCADA 1 (Figura 84).

Figura 84 Índices ecológicos calculados para la comunidad de algas perifíticas presentes en los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.3.3 Índice de similitud de Jaccard

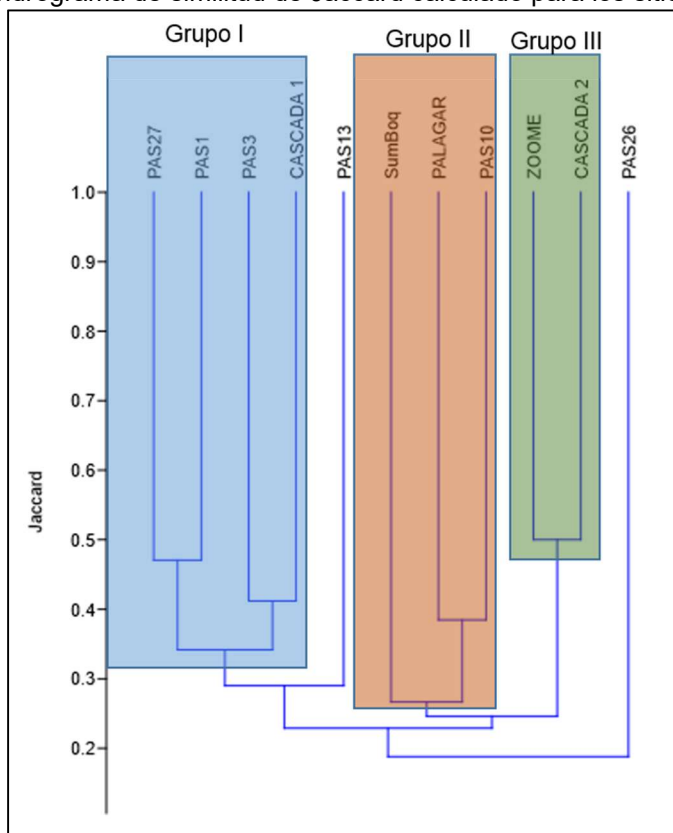
A través del dendrograma elaborado con el índice de similitud de Jaccard, se puede determinar la conformación de tres grupos principales, aunque también es posible observar la disposición de dos subgrupos o grupos internos en el Grupo 1 (Figura 85).

El primer grupo (Grupo I) lo componen los sitios de muestreo PAS27, PAS1, PAS3, CASCADA1 y PAS 13, esta agrupación es sustentada por la presencia en común de los taxones *Gomphonema* sp2 y *Synedra* sp1. Adicionalmente se encontró la formación de dos grupos internos, el primero de ellos formado por PAS27 y PAS1 y cuya relación en términos de similitud está dada por compartir siete morfos de algas perifíticas; entre tanto, el segundo subgrupo lo conforman PAS3 y CASCADA 1 quienes comparten siete de los 19 taxones que componen estos dos puntos.

Los sitios de muestreo que conforman el Grupo II corresponden a SumBoq, PALAGAR y PAS10, los cuales comparten los morfos *Navicula* sp1 y *Lyngbya* sp2. Sin embargo, PALAGAR y PAS10 presentan una similitud mayor gracias a que tienen en común un número mayor de morfotipos, así que estos dos sitios concuerdan con cinco de los 13 taxones que registran en conjunto.

El Grupo III que conforman los sitios ZODME y CASCADA 2, se debe a que tiene en común tres taxones de los nueve que registraron estas dos estaciones.

Figura 85 Dendrograma de similitud de Jaccard calculado para los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.4 Fitoplancton

5.2.3.2.4.1 Composición y estructura

La comunidad de algas fitoplanctónicas que se colectaron en el sitio de muestreo aljibe, se compuso de 14 taxones pertenecientes a ocho familias, siete órdenes, cinco clases y cuatro divisiones. La división Euglenophyta tuvo la mayor riqueza con siete especies, de acuerdo con Roldan-Pérez & Ramírez (2008) este grupo se encuentra ampliamente representado en ambientes lénticos temporales como charcas y lagunas. Las algas verdes (Charophyta) contribuyeron con cuatro especies en este punto de muestreo. Las divisiones Bacillariophyta y Cyanophyta por su parte presentaron una y dos especies respectivamente (Tabla 101).

Tabla 101 Composición de la comunidad de algas fitoplanctónicas

Division	Clase	Orden	Familia	Especie
Bacillariophyta	Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i> sp.1
Charophyta	Zygophyceae	Desmidiiales	Desmidiaceae	<i>Cosmarium margaritatum</i>
		Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i> sp.1
	Chlorophyceae	Sphaeropleales	Selenastraceae	<i>Kirchneriella contorta</i>

Division	Clase	Orden	Familia	Especie
				<i>Selenastrum westii</i>
Cyanophyta	Cyanophyceae	Chroococcales	Microcystaceae	<i>Microcystis aeruginosa</i>
		Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.2</i>
Euglenophyta	Euglenophyceae	Euglenales	Phacaceae	<i>Lepocinclis ovum</i>
				<i>Phacus curvicauda</i>
				<i>Phacus tortus</i>
			Euglenaceae	<i>Euglena spirogyra</i>
				<i>Strombomonas sp.1</i>
				<i>Trachelomonas armata</i>
				<i>Trachelomonas volvocina</i>

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Respecto al número de familias y taxones presentados por los órdenes en el aljibe, indica que los Euglenales tuvieron la mayor representación de familias y especies (taxas) con dos y siete respectivamente. En los casos restantes los órdenes se conformaron por una familia y una especie (Figura 86)

Figura 86 Número familias y taxones por orden de algas fitoplanctónicas



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.4.2 Índices ecológicos

Los índices calculados para evaluar la dominancia, diversidad y equidad de la comunidad de algas fitoplanctónicas, muestran que no hay una dominancia (Simpson) marcada de las especies que allí habitan; la diversidad (Shannon-Wiener) por su parte se considera baja, al presenta un valor menor a 2.5 (nat). Entre tanto, la equidad tuvo un valor superior a 0.5, lo cual indica que la comunidad allí establecida tiende a la homogeneidad entre las especies y las abundancias que presentan cada una (Tabla 102).

Tabla 102 Índices ecológicos calculados para la comunidad de fitoplanctónica

Índice	Ajibe
Simpson (λ)	0.3737
Shannon-Wiener (H')	1.361
Pielou (J')	0.5158

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.5 Zooplancton

5.2.3.2.5.1 Composición y estructura

El zooplancton, es un grupo taxonómico que está representado principalmente por organismos animales invertebrados, dentro de sus características distintivas se puede incluir su tamaño, mayormente microscópico, movilidad limitada y dependencia de los movimientos verticales y horizontales del agua (Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Museo de Historia Natural, 2014).

Para el sitio muestreado el zooplancton estuvo representado por 15 taxones, de los cuales uno fue identificado hasta el nivel taxonómico de subclase (Bdelloidea); los restantes 14 morfos se distribuyeron en nueve familias, seis órdenes, cinco clases y cuatro phylum. Rotifera fue el phylum con mayor número de taxones siete en total, seguido por Arthropoda y Amoebozoa con cuatro y tres respectivamente (Tabla 103).

Tabla 103 Composición de la comunidad zooplanctónica

Phylum	Clase	Orden	Familia	Taxón
Rotifera	Eurotatoria (Subclase Monogononta)	Ploima	Brachionidae	<i>Anuraeopsis fissa</i>
			Dicranophoridae	<i>Dicranophorus cf. epicharis</i>
			Lecanidae	<i>Lecane bulla</i>
				<i>Lecane hamata</i>
				<i>Lecane cf. undulata</i>
	Notommatidae	<i>Cephalodella sp.</i>		
	Eurotatoria (Subclase Bdelloidea)	-	-	Bdelloidea (Subclase)
Arthropoda	Maxillopoda (Subclase Copepoda)	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Nauplios</i>
				<i>Copepoditos</i>
				<i>Mesocyclops aspericornis</i>
				<i>Tropocyclops sp.</i>
Amoebozoa	Tubulinea	Arcellinida	Arcellidae	<i>Arcella sp.</i>
		Difflogina	Centropyxidae	<i>Centropyxis sp.</i>
		Difflogina	Difflogidae	<i>Difflogia sp.</i>
Cercozoa	Imbricatea	Euglyphida	Euglyphidae	<i>Euglypha sp.</i>

Fuente: INGETEC. Presente estudio

La abundancia absoluta y relativa registrada para los morfotipos de zooplancton presentes en el sitio de muestreo, indican que la especie *Anuraeopsis fissa* representa el 77.07 % de los organismos contabilizados, los dos taxones que siguieron en términos de abundancia fueron Nauplios y Copepiditos de la familia Cyclopidae y

que aportaron en conjunto 13.81 % de los organismos. Los 12 morfotipos restantes presentaron abundancias bajas, cuya sumatoria registró un valor de 91.7 org/l equivalente al 9.13 % de la abundancia relativa (Tabla 104).

Tabla 104 Abundancia absoluta (AB) y relativa (AR) de zooplancton por morfotipo

Taxón	AB	AR (%)
<i>Anuraeopsis fissa</i>	774.3	77.07
<i>Dicranophorus cf. epicharis</i>	0.5	0.05
<i>Lecane bulla</i>	37.5	3.74
<i>Lecane hamata</i>	1.9	0.19
<i>Lecane cf. undulata</i>	2.9	0.28
<i>Cephalodella sp.</i>	3.3	0.33
Bdelloidea (Subclase)	12.8	1.28
Nauplios	64.6	6.43
Copepoditos	74.1	7.38
<i>Mesocyclops aspericornis</i>	11.9	1.18
<i>Tropocyclops sp.</i>	1.4	0.14
<i>Arcella sp.</i>	3.3	0.33
<i>Centropyxis sp.</i>	12.8	1.28
<i>Diffugia sp.</i>	0.5	0.05
<i>Euglypha sp.</i>	2.9	0.28
Total Org/Litro	1004.65	100

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.5.2 Índices ecológicos

Los índices calculados para la comunidad zooplanctónica en el sitio de muestreo evidencian que la comunidad tiene un valor alto de dominancia, el cual es debido a la abundancia presentada por *Anuraeopsis fissa*; lo anterior, también se ve reflejado en el Índice de Pielou mostando un valor inferior a 0.5, significando que las abundancias no son equitativas entre los taxones que componen la comunidad. Por último, la diversidad se considera baja toda vez que los valores se encuentran debajo de 2.5 (nat) (Tabla 105).

Tabla 105 Índices ecológicos calculados para la comunidad de zooplanctónica

Índice	Ajibe
Simpson (λ)	0,6047
Shannon-Wiener (H')	0,9551
Pielou (J')	0,3619

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.6 Correlación de las comunidades hidrobiológicas y variables fisicoquímicas

El Análisis de Correspondencias Canónicas (ACC) realizado a partir de las variables fisicoquímicas temperatura, pH y oxígeno disuelto en conjunto con las abundancias de los órdenes de macroinvertebrados asociados al bentos y las clases de algas perifíticas que se registraron en los sitios de muestreo.

El ACC realizado para los órdenes de macroinvertebrados bentónicos permitió encontrar que la mayor parte de la inercia es explicada por el primer eje (72.68%), y con el segundo eje se obtuvo el 99.99% de la inercia (Tabla 106). Esto significa que el mapa bidimensional del ACC es suficiente para analizar las relaciones entre los órdenes y las variables fisicoquímicas definidas para el análisis.

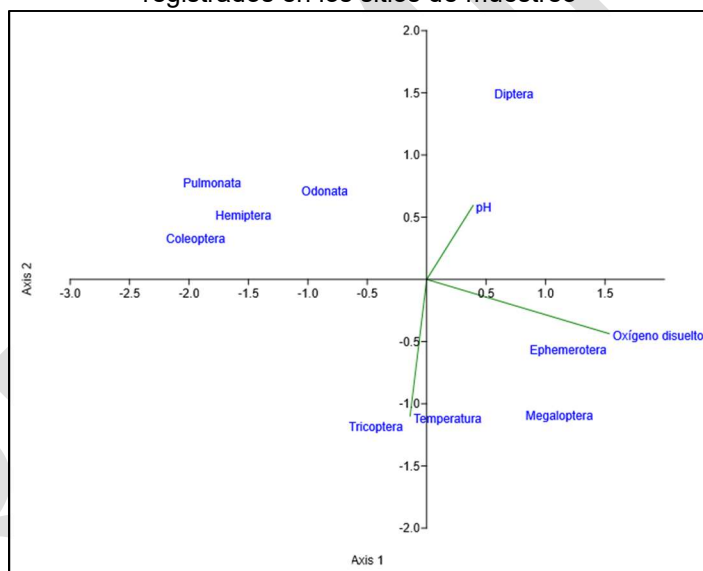
Tabla 106 Inercia de los eje en el ACC para los órdenes de Macroinvertebrados bentónicos

Eje	Eigenvectores	%
1	0,56373	72.68
2	0,21181	27.31

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Conforme lo presentado en el mapa bidimensional de la Figura 87, se observa que las abundancias de los órdenes Ephemeroptera y Megaloptera poseen una asociación positiva con la variable fisicoquímica oxígeno disuelto. Entre tanto, la variable Temperatura presentó una relación favorable con el orden Tricoptera, mientras el pH tuvo mayor correspondencia con el orden Diptera. Los órdenes Pulmonata, Hemiptera, Odonata y Coleoptera no mostraron una relación positiva con ninguna de las variables tenidas en cuenta en el análisis, sin embargo, se puede mencionar que si se evidencia una correlación negativa con la variable oxígeno disuelto es decir que en los sitios donde menores fueron los valores de este parámetro mayores fueron las abundancias de estos órdenes.

Figura 87 Análisis de Correspondencia Canónica – ACC para la comunidad de macroinvertebrados bentónicos registrados en los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

De acuerdo con la ecología de los órdenes Ephemeroptera y Megaloptera, fue posible determinar que estos grupos habitan principalmente en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, lo que explica su asociación con variables como oxígeno disuelto. Los Tricopteros por su parte, son un grupo que habitan tanto en hábitats lóticos como lénticos y alcanzan la mayor diversidad en los cuerpos de agua con menor temperatura, como se observó en el ACC este fue el parámetro que estuvo principalmente relacionado con la presencia de individuos. Entre tanto, los dípteros son un orden que habita gran variedad de ambientes, por lo tanto, aunque el análisis tuvo una correspondencia positiva con la variable pH esta no se considera ecológicamente determinante a la hora de responder su abundancia bajo estas condiciones, debido su capacidad de desarrollo en diferentes hábitats.

Para las clases de algas perifíticas presentes en los sitios de muestreo, el ACC permitió determinar que la inercia esta explicada mayormente en el primer eje (99.84%), y con el segundo eje obtenemos el 100% de la inercia (Tabla 107). Esto significa que el mapa bidimensional del ACC es suficiente para analizar las relaciones entre las clases de perifiton y las variables fisicoquímicas de calidad del agua.

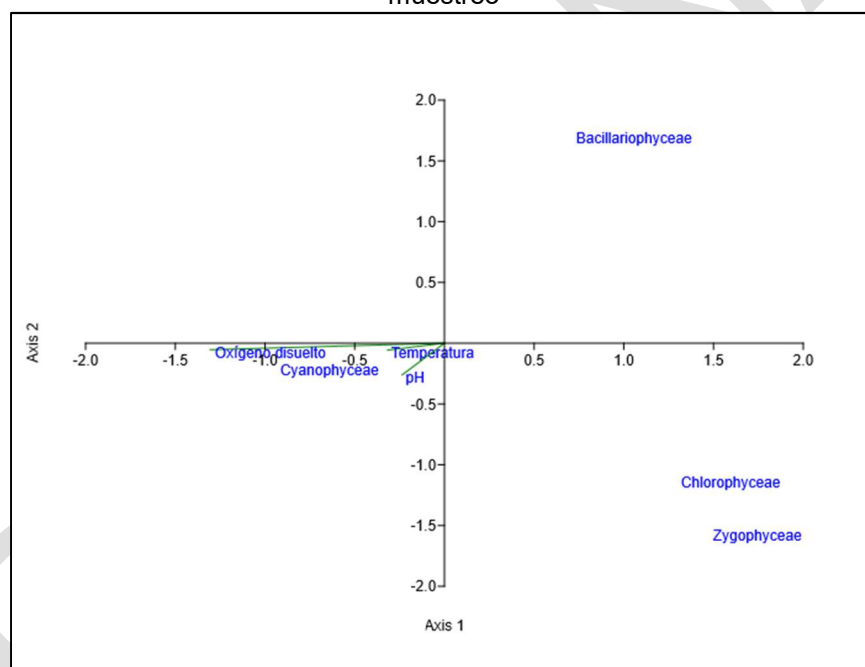
Tabla 107 Inercia de los eje en el ACC para las clases de perifiton

Eje	Eigenectores	%
1	0,39382	99.86
2	0,00056772	0.14

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Conforme se observa en la Figura 88, la abundancias presentada por la clase de perifiton Bacillariophyceae presenta una correlación negativa con los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura y pH; contrario a lo ocurrido con la clase Cyanophyceae que para las variables mencionadas posee una relación positiva con la abundancia. Las dos clases restantes no expresaron alguna relación con las variables de calidad del agua tenidas en cuenta en el análisis.

Figura 88 Análisis de Correspondencia Canónica – ACC para la comunidad perifítica registradas en los sitios de muestreo



Fuente: INGETEC. Presente estudio

Respecto al resultado de ACC, es posible mencionar que una relación de la clase Cyanophyceae con los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, pH y Temperatura puede deberse a que este grupo es más generalista y poseen diferentes rangos de tolerancia (Montoya-Moreno & Aguirre, 2013).

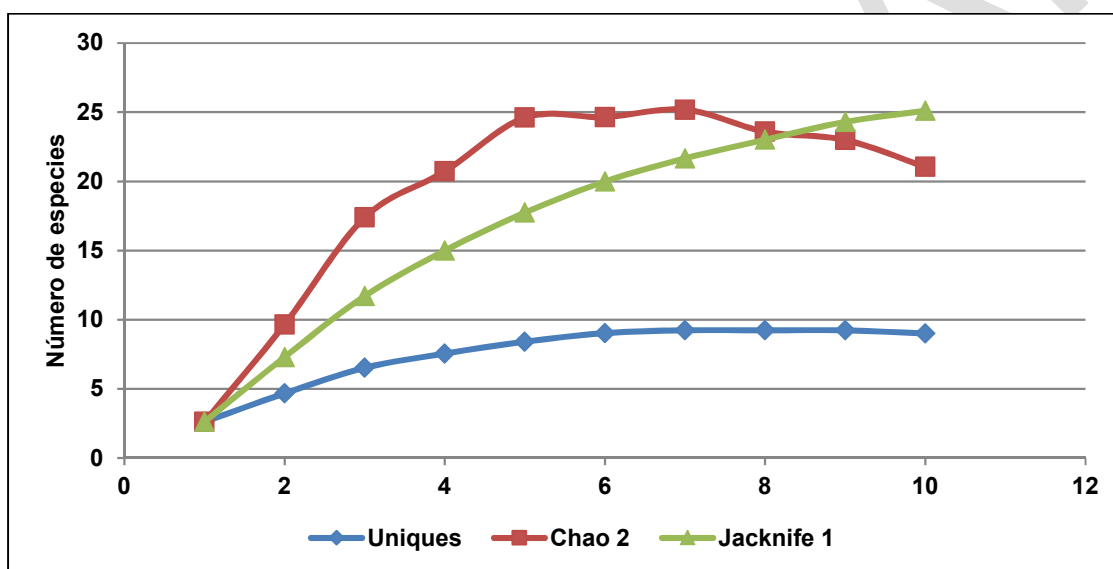
Las diatomeas (Bacillariophyceae) pueden responder a múltiples factores ambientales como por ejemplo el oxígeno, el pH, entre otros, sin embargo, no hay certeza sobre las características fisiológicas que rigen a este grupo (Margalef, 1983); puntualmente, en el ACC se observó que esta clase estuvo relacionada negativamente con estos valores. Lo anterior, indicaría que probablemente para la zona los requerimientos ecológicos de las Bacillariophyceae y las Cyanophyceae presenten requerimientos inversos, es decir, que la presencia de una se vea beneficiada por valores de algún parámetro fisicoquímico, mientras estos valores afectan la proliferación de la otra clase.

5.2.3.2.7 Ictiofauna

5.2.3.2.7.1 Representatividad en el muestreo

En la se esquematiza la acumulación de especies usando varios estimadores, los cuales fueron seleccionados debido a que se ajustan mejor a los datos registrados en el muestreo. Se ve claramente como las curvas alcanzan la asíntota, indicando que el esfuerzo muestral realizado fue suficiente para registrar la ictiofauna del área de influencia del proyecto Tercer carril de la Ruta 40. Las diferencias entre cada una de las curvas está asociada al tipo tratamiento que ofrece cada estimador (Moreno C. , 2001), sin embargo la tendencia general es la misma. Es importante aclarar que de los 17 puntos de trabajo proyectados solo fue posible realizar muestreos en 10, debido a que los 7 puntos restantes no presentaron caudal, debido a la temporada climática del periodo en el cual se desarrolló el muestreo (Figura 89).

Figura 89 Acumulación de especies ícticas en el área de influencia del proyecto Tercer Carril Ruta 40.



Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.7.2 Composición y estructura

Para el periodo agosto/2017 se registró un total de 143 individuos distribuidos en 17 especies nativas, agrupadas en tres órdenes: Characiformes (47,06% de las especies y 25,17% de los individuos); Siluriformes (47,06% de las especies y 72,03% de los individuos) y Cyprinodontiformes (5,88% de las especies y 2,79% de los individuos) (Tabla 108).

Tabla 108 Listado de las especies encontradas en el área de influencia del proyecto Tercer Carril

Orden	Familia	Especie	Nombre común
Characiformes	Anostomidae	<i>Megaleporinus muyscorum</i>	Mohino, comelón, tres puntos
	Characidae	<i>Argopleura magdalenensis</i>	Sardina
		<i>Creagrutus affinis</i>	Sardina, bobito
		<i>Creagrutus brevipinnis</i>	Sardina, bobito
		<i>Creagrutus magdalanae</i>	Sardina, bobito
		<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	Sarinita

Orden	Familia	Especie	Nombre común
		<i>Hemibrycon boquiae</i>	Sardina
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Cynodonichthys magdalenae</i>	Saltadora
Siluriformes	Heptapteridae	<i>Pimelodella chagresi</i>	Bagrecito, barbudito
		<i>Rhamdia guatemalensis</i>	Barbudo
	Loricariidae	<i>Chaetostoma thomsoni</i>	Cucha trompilisa
		<i>Chaetostoma leucomelas</i>	Cucha trompilisa
		<i>Chaetostoma milesi</i>	Cucha trompilisa
	Trichomycteridae	<i>Trichomycterus sp.</i>	Laucha
		<i>Trichomycterus striatus</i>	Laucha
<i>Trichomycterus taenia</i>		Laucha	

Fuente: INGETEC. Presente estudio

La Tabla 109 relaciona los resultados de la comunidad íctica solamente en las localidades de muestreo donde se hallaron individuos; se resalta que en los demás puntos de muestreo no se registraron especímenes por las condiciones ambientales antes expuestas. El ensamblaje de peces registrado durante este periodo está compuesto por especies pertenecientes a la cuenca Magdalena-Cauca y no se registran especies introducidas o trasplantadas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005) (Maldonado-Ocampo, y otros 2008)

De acuerdo a lo citado por la Corporación Autónoma de Cundinamarca-CAR (2012) en el río Sumapaz es posible encontrar 33 especies ícticas, sin embargo, para efectos de comparar la ictiofauna reportada por la CAR con la registrada durante la salida de campo se tomarán 28 ya que las otras cinco especies (cuatro pertenecientes al género *Astroblepus* y la trucha arcoíris *Oncorhynchus mykiss*) habitan en cuerpos de agua ubicados por encima de 1500 msnm. Se puede considerar que el muestreo fue adecuado y suficiente, ya que se logró el registro del 60,7% de la ictiofauna reportada previamente para esta cuenca, además el gráfico de acumulación de especies corrobora esta información (Figura 89)

Tabla 109 Número de individuos registrados en cada estación de muestreo en el área de influencia del proyecto
Tercer Carril

Especie	PAS1	PAS26	PAS27	SumBoq	ZOOME	PAS3	PAS10	PAS13	CASCADA 1	CASCADA 2
<i>Megaleporinus muyscorum</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Argopleura magdalenensis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Creagrutus affinis</i>	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Creagrutus brevipinnis</i>	0	3	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Creagrutus magdalenae</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gephyrocharax melanocheir</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Hemibrycon boquiae</i>	0	2	0	0	0	10	0	0	0	0
<i>Prochilodus magdalenae</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Especie	PAS1	PAS26	PAS27	SumBoq	ZOOME	PAS3	PAS10	PAS13	CASCADA 1	CASCADA 2
<i>Cynodonichthys magdalenae</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<i>Pimelodella chagresi</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Rhamdia guatemalensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Chaetostoma thomsoni</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma leucomelas</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetostoma milesi</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomycterus sp.</i>	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Trichomycterus striatus</i>	0	0	0	0	0	15	2	0	0	29
<i>Trichomycterus taenia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	38	5

Fuente: INGETEC. Presente estudio

Desde el punto de vista de la abundancia la Quebrada la Cascada en los sitios de muestreo Cascada 1 y Cascada 2 presentaron las mayores abundancias, registrando 38 y 34 individuos respectivamente; seguidas por la Quebrada Palmichala con 24 individuos. Por su parte, los dos puntos de la parte baja del río Sumapaz (PAS27 y ZODME) registraron abundancias bajas con tres individuos cada uno. Es importante aclarar que la alta abundancia de peces en las quebradas antes mencionadas, puede estar asociada con la buena calidad del agua (Cascada 1 y Cascada 2) y la concentración de los individuos en pozos aislados debido a la temporada climática de sequía (La Palmichala). Por otra parte, la baja abundancia de peces en el río Sumapaz puede estar asociada con los procesos migratorios que ocurren en esta época del año (Mitaca), en la cual varias especies realizan una migración de menor intensidad que la ocurrida entre diciembre y marzo (Subienda). Varias de las especies registradas como los *Creagrutus spp.* y los *Chaetostoma spp.* realizan migraciones cortas a pequeños tributarios o a las cabeceras de los cauces principales durante este periodo (Naranjo & Amaya, 2009), lo que puede explicar su baja abundancia registrada.

5.2.3.2.7.3 Índices ecológicos

En la Tabla 110 se muestran los principales índices ecológicos calculados para la comunidad íctica muestreada. La dominancia de la comunidad de peces se contrasta con la riqueza de especies, para ofrecer una conclusión directa de la diversidad, en este caso, se expresa con el índice de Simpson que arroja un valor que demuestra, que la zona presenta una diversidad moderada-alta. Entendiendo que este índice es menos sensible a la riqueza de especies y le da mayor prioridad a las especies comunes (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001) como *Trichomycterus taenia* y *Trichomycterus striatus*, que en conjunto tienen una alta representatividad en la muestra, correspondiendo al 50,34% de los individuos. Se resalta que las abundancias registradas para las especies reportadas son las registradas durante el presente estudio, ya que los resultados publicados de investigaciones sobre la ictiofauna de la zona andina colombiana siempre hacen referencia al número de especies, mas no a la abundancia de cada una de ellas, por tanto no hay valores de abundancia comparables entre este tipo de ambientes, y no es pertinente hacer comparaciones con otros países debido a las condiciones tan particulares de la geomorfología colombiana, que a su vez incide en la composición de la ictiofauna.

Tabla 110 Índices ecológicos para la ictiofauna presente en el área de influencia del proyecto Tercer Carril

Índice	Valor	Valor máximo de diversidad
Simpson (λ)	0,7902	1
Shannon-Wiener (H')	2,009	2,8332133
Pielou (J')	0,709	1
Riqueza	17	-

Fuente: INGETEC. Presente estudio

El índice de Shannon arrojó las mismas conclusiones, a pesar de que no se puede asumir con una certeza absoluta que se incluyeron todas las especies representantes de la zona, la probabilidad es alta, gracias a la estandarización de la metodología y el esfuerzo de muestreo (1 hora de trabajo por punto, abarcando 80-120 metros de recorrido) con el uso de diferentes artes de pesca, siendo esto confirmado por los gráficos de los estimadores de riqueza, en donde se observa que las curvas de acumulación alcanzan la asíntota, indicando que los datos son representativos de la comunidad íctica presente en el área (Ver Figura 89). Este valor es coherente con la información de uniformidad de la comunidad de peces en la zona, que representa una diversidad moderada-alta, lo que es sustentado en los índices calculados, ya que cada uno ofrece un valor de referencia máximo para los datos trabajados (Ver Tabla 110) y como se observa los índices calculados arrojan valores cercanos al máximo posible, confirmando que la diversidad de la comunidad íctica de la zona se puede considerar moderada-alta.

Los valores de los índices de Shannon-Wiener y Simpson se ven influenciados por las especies más abundantes como *Trichomycterus taenia* y *Trichomycterus striatus* (Villareal et al., 2004), pero considerando que a pesar de esta influencia, estos índices toman en cuenta la representatividad completa de todas las especies en la comunidad como indicativo para medir la diversidad, (Villarreal, y otros, 2004; Moreno, 2001) los resultados que indican que la diversidad de la comunidad íctica en el área de influencia del proyecto es moderada-alta, son sólidos, dado que la muestra es representativa en cuanto a la riqueza total de especies ícticas del área de influencia, ya que como se mencionó anteriormente, el muestreo se considera representativo por cuanto al realizar la gráfica de acumulación de especies usando los estimadores de riqueza Chao 2 y Jackknife 1 se alcanza la asíntota de la línea de datos, indicando que el muestreo fue adecuado para la zona en la que se trabajó.

5.2.3.2.7.4 Importancia económica

En el área de influencia del proyecto Tercer Carril de la Ruta 40, se pueden encontrar especies de interés comercial como el pataló (*Ichthyoelephas longirostris*), el capaz (*Pimelodus grosskopfii*), el bocachico (*Prochilodus magdalenae*) y el comelón o mohino (*Megaleporinus muyscorum*) (CAR, 2012). Sin embargo a través del muestreo realizado durante el mes de agosto solo fue posible registrar el bocachico y el comelón (Fotografía 32 y Fotografía 33), aunque es importante aclarar que *Chaetostoma milesi* está considerada como un recurso pesquero de baja importancia por (Lasso-Alacalá & Morales-Betancourt, 2011) (Fotografía 34). Estas especies son ampliamente usadas como especies de consumo a lo largo de toda la cuenca Magdalena-Cauca (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Las otras especies registradas tanto en el listado propuesto por la Corporación Autónoma de Cundinamarca-CAR (2012) como en el muestreo realizado en el mes de agosto son especies de pequeño porte sin mayor importancia económica.



Fotografía 32 Bocachico (*Prochilodus magdalenae*) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.
Fuente: INGETEC. Presente estudio



Fotografía 33 Comelón o mohino (*Megaleporinus muyscorum*) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.
Fuente: INGETEC. Presente estudio



Fotografía 34 Cucha trompilisa (*Chaetostoma milesi*) registrado durante la salida de campo del mes de agosto en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.7.5 Especies endémicas o amenazadas

En el área de influencia del proyecto Tercer Carril se registraron 12 especies endémicas de la cuenca del Magdalena-Cauca de las 17 especies de peces reportadas (Tabla 111). De acuerdo con lo citado por Galvis y Mojica (2007) y por Rodríguez-Olarte et. al. (2011) la cuenca del Magdalena-Cauca es considerada la de mayor riqueza en el norte de Suramérica, y presenta un alto número de endemismos por cuenta de un aislamiento geográfico durante 10 millones de años aproximadamente (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Esto se confirma con la distribución registrada de las especies capturadas en la salida del mes de agosto en donde el 70,6% de las especies son endémicas de la cuenca Magdalena-Cauca.

Por otra parte, el estatus de conservación de las 17 especies se encuentra registrado en la Tabla 111. Casi todas las especies están fuera de los listados rojos nacionales (Libro rojo de peces dulceacuícolas y resolución 1912 de 2017) y de acuerdo con la IUCN la gran mayoría de las especies están bajo la categorización de Baja Preocupación (LC). Sin embargo; las dos especies de alta importancia económica como recurso pesquero (el bocachico *P. magdalenae* y el comelón *M. muyscorum*) se encuentran bajo la categorización de Vulnerable (VU) en los tres listados. Estas dos especies se consideran en esta categoría debido principalmente a la intensa presión pesquera y a la degradación de su hábitat, lo que incluye desecación de las ciénagas en donde reposan de las migraciones, la construcción de embalses que alteran los cursos de migración y la disminución en la calidad de las aguas de los ríos debido a los vertimientos productos de actividades agrícolas, industriales y domésticas. Es importante mencionar que en el libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia publicado en el año 2002 el comelón no estaba considerado bajo ninguna categoría de amenaza, sin embargo, en la ficha de esta especie en la edición de libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia del año 2012 se menciona que la presión sobre esta especie aumentó considerablemente debido a la disminución en la cantidad y calidad de las capturas de bocachico en los últimos 20 años.

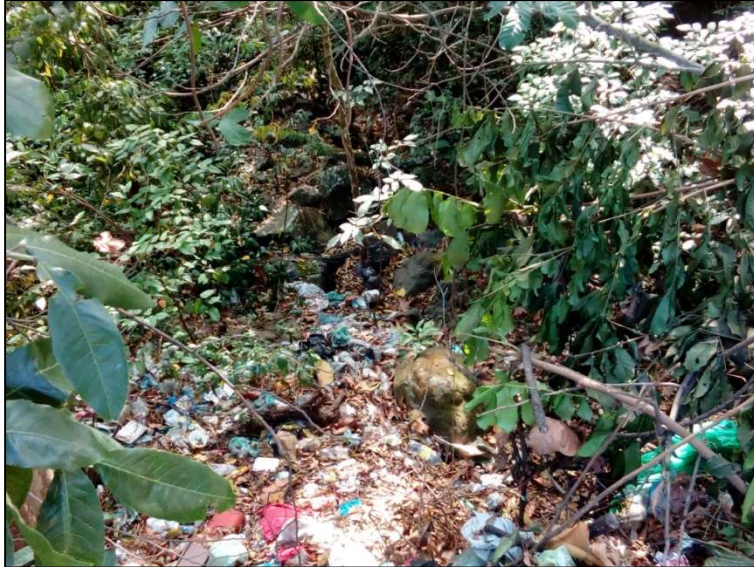
Tabla 111 Estatus de conservación y distribución de las especies ícticas registradas en el área de influencia del proyecto Tercer Carril.

Taxa	Estatus de Conservación			Distribución
	Res. 1912 de 2017	Libro Rojo 2012	IUCN	
Orden Characiformes				
Familia Anostomidae				
<i>Megaleporinus muyscorum</i> (Steindachner 1900)	VU	VU	VU	Endémica
Familia Prochilodontidae				
<i>Prochilodus magdalenae</i> Steindachner 1879	VU	VU	VU	Endémica
Familia Characidae				
<i>Argopleura magdalenensis</i> (Eigenmann 1913)	N.A.	N.A.	LC	Endémica
<i>Creagrutus affinis</i> Steindachner 1880	N.A.	N.A.	N.A.	Endémica
<i>Creagrutus brevipinnis</i> Eigenmann 1913	N.A.	N.A.	LC	Endémica
<i>Creagrutus magdalenae</i> Eigenmann 1913	N.A.	N.A.	LC	Endémica
<i>Gephyrocharax melanocheir</i> Eigenmann 1912	N.A.	N.A.	LC	Endémica
<i>Hemibrycon boquiae</i> (Eigenmann 1913)	N.A.	N.A.	LC	Endémica
Orden Siluriformes				
Familia Trichomycteridae				
<i>Trichomycterus sp</i> Valenciennes 1832	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
<i>Trichomycterus striatus</i> (Meek & Hildebrand 1913)	N.A.	N.A.	N.A.	Centro América y norte de Sur América
<i>Trichomycterus taenia</i> Kner 1863	N.A.	N.A.	LC	Ecuador y Colombia
Familia Loricariidae				
<i>Chaetostoma leucomelas</i> Eigenmann 1918	N.A.	N.A.	LC	Endémica
<i>Chaetostoma milesi</i> Fowler 1941	N.A.	N.A.	N.A.	Endémica
<i>Chaetostoma thomsoni</i> Regan 1904	N.A.	N.A.	LC	Endémica
Familia Heptapteridae				
<i>Pimelodella chagresi</i> (Steindachner 1876)	N.A.	N.A.	N.A.	Centroamérica y norte de Sur América
A	N.A.	N.A.	N.A.	Centroamérica y norte de Sur América
Orden Cyprinodontiformes				
Familia Rivulidae				
<i>Cynodonichthys magdalenae</i> (Eigenmann & Henn 1916)	N.A.	N.A.	LC	Endémica

Fuente: INGETEC. Presente estudio

5.2.3.2.7.6 Presiones actuales sobre la Ictiofauna en el área de influencia del proyecto

Durante la salida de campo del mes de agosto fue posible constatar la disposición de residuos sólidos en los afluentes secos del río Sumapaz (Fotografía 35), así como el vertimiento de aguas residuales y captación de agua potable para las viviendas ubicadas en las inmediaciones de los cuerpos de agua (Fotografía 36). De igual forma, actualmente en la parte baja de la cuenca del río Sumapaz se desarrolla una fuerte actividad de extracción de materiales de construcción del lecho del río, causando alteraciones en el cauce que incluyen la pérdida de sustrato y el tránsito de maquinaria pesada por el cauce del río, además de la alteración de las riberas para construir carreteras provisionales para dar acceso a los vehículos que transportan el material extraído. Además de lo anteriormente mencionado se ejerce una presión pesquera sobre las especies de interés comercial presentes en esta cuenca.



Fotografía 35 Residuos sólidos dispuestos en el cauce de un afluente temporalmente seco del río Sumapaz.
Fuente: INGETEC. Presente estudio



Fotografía 36 Captación de agua de la quebrada La Palmichala.
Fuente: INGETEC. Presente estudio

- **Bibliografía**

Aves

BirdLife International. 2016. *Psittacara wagleri*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T62293391A95196807. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T62293391A95196807.en>. Downloaded on 25 July 2017.

BirdLife International. 2016. *Ortalis columbiana*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22728519A94989120. <http://dx.doi.org/10.2305> Downloaded on 25 July 2017.

Chaparro-Herrera, S., M. Echeverry-Galvis, S. Córdoba-Córdoba y A. Sua-Becerra. 2013. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana, vol. 14, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 235-272 Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

CITES. 2016. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. CITES y UNEP. www.cites.org

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Resolución 192 (Febrero 10 de 2014). Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá. 2014. No. 49.072.

Colwell R. 2016. EstimateS. Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0.

Fitzpatrick, J. (1980). Foraging behavior of neotropical flycatchers. The Condor, 82, 43-57.

Hilty, S. & W. Brown. 1986. A guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. New Jersey. 836 p.

IUCN. 2016. The IUCN red list of threatened species. Version 2016.1. The International Union for Conservation of Nature. www.iucnredlist.org

Laverde, O., Stiles, F., & Munera, C. (2005). Nuevos registros e inventario de la avifauna de la Serranía de las Quinchas, un área importante para la conservación de las aves (AICA) en Colombia. Caldasia, 27(2), 247-265.

Medina, G., dos anjos, L., & Moura, M. (2013). Occupancy of different types of forest habitats by tyrant flycatchers (Passeriformes: Tyrannidae). Biota Neotropical, 13(4).

Mikusinski, G., Gromadzki, M., & Chylareki, P. (2001). Woodpeckers as indicators of forest bird diversity. Conservation Biology, 15(1), 208-217.

Naranjo L., J. Amaya, D. Eusse-Gonzalez y Y. Cifuentes-Sarmiento (editores). 2012. Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Volumen 1 Aves. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible y World Wildlife Foundation Colombia. Bogotá. 708 p.

Remsen J., J. Areta, C. Cadena, S. Claramunt, A. Jaramillo, J. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. Robbins, G. Stiles, D. Stotz and K. Zimmer. 2017. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union.

Rengifo L., A. Franco-Maya, J. Amaya-Espinel, G. Kattan y B. López-Lanús. (Eds.). 2002. Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. 562 p

Restall R., C. Rodner & M. Lentino. 2006. Birds of Northern South America. An Identification Guide. Volume 1. Yale University Press. Londres. 880 p.

Rickfles, R. (2003). Global diversification rates of passerine birds. Proc. R. Soc. Lond. B, 270, 2285-2291.

Sánchez-Cordero, V., Cirelli, V., Munguía, M., & Sarkar, S. (2005). PLACE PRIORITIZATION FOR BIODIVERSITY REPRESENTATION USING SPECIES' ECOLOGICAL NICHE MODELING. Biodiversity Informatics, 2, 11-23.

Sekercioglu, C. (2006). Increasing awareness of avian ecological function. Trends in Ecology and Evolution, 21 (8).

Stiles, F., & Bohorquez, C. (2000). Evaluando el estado de la Biodiversidad: El caso de la Serranía de la Quinchas, Boyacá, Colombia. Caldasia, 22(1), 61-92.

Stotz, D., Fitzpatrick, J., Parker III, T., & Moskovits, D. (1996). Neotropical Birds: Ecology and Conservation. Chicago USA: University of Chicago Press.

Herpetos

Acosta Galvis, A. R. 2017. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea V.05.2015.0 (17-07-2017). Página web accesible en <http://www.batrachia.com>; Batrachia, Villa de Leyva, Boyacá, Colombia.

Acosta A. 2006. Taxonomía y evaluación de la homología de los caracteres para las salamandras del género Bolitoglossa (Caudata: Plethodontidae) de Colombia. Trabajo de grado presentado al título de Magister en Ciencias (Msc.). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Naturales (ICN). Bogotá, D.C. 346pp.

Acosta-Galvis, A.R. 2000. Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana: 289-319.

AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. [web application]. 2015. Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>. (Accessed: 17 de julio de 2017).

Amphibian Species of the World: una referencia en línea. Versión 6.0 (19 de julio de 2017). Base de datos electrónica accesible en <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. Museo Americano de Historia Natural, Nueva York, EE.UU.

Androne, F., Vences, M. & J. E. Randrianirina. 2001. Patterns of amphibian and reptile diversity at Berara Forest (Sahamalaza Peninsula), NW Madagascar. Boll. Zool. 68:235 -241.

Angulo, A., J.V. Rueda-Almonacid, J.V. Rodríguez-Mahecha & E. La Marca (eds). 2006. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Serie Manuales de Campo N° 2. Panamericana Formas e Impresos S.A., Bogotá D.C.

Bernal, M.H. & J.D. Lynch. 2008. Review and Analysis of Altitudinal Distribution of the Andean Anurans in Colombia. Zootaxa 1826: 1–25. Becker C.G. y K.R. Zamudio. 2011. Tropical amphibian populations experience higher disease risk in natural habitats. PNAS 108(24): 9893–9898.

CITES. 2017. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. CITES y UNEP. www.cites.org Frost, Darrel R. 2017.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Resolución 383 (Febrero 23 de 2010). Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá. 2014. No. 49.072.

- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310.
- CORTOLIMA. 2004. Agenda Ambiental del Municipio de Melgar. Alcaldía de Melgar.
- Cuatrecasas J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 10 (40): 221-268.
- Feinsinger, P. 2001. *Designing field Studies for biodiversity conservation*. Island Press, Washington, D.C.
- García, J.F., M. Rodríguez, J.H. Medina & J. M. Gil. 2016. Listado preliminar de mariposas, aves y herpetofauna asociada al humedal artificial de Barzalosa en Girardot, Cundinamarca.
- Holdridge, L.R. 1967. *Ecología basada en zonas de vida*. Traducido por JIMÉNEZ, S. 1982. Primera edición. San José, Costa Rica: IICA.
- IAVH. 2017. Colección de Reptiles del Instituto Alexander von Humboldt, 2978 Registros, aportados por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Villa de Leyva, Colombia, http://ipt.sibcolombia.net/iavh/resource.do?r=reptiles_coleccion_instituto_humboldt, publicado el 18/07/2017.
- ICN. 2004. Colecciones en Línea. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional. Publicado en <http://www.biovirtual.unal.edu.co> [acceso el 17/07/2017].
- IUCN. 2017. The IUCN red list of threatened species. Version 2014.2. The International Union for Conservation of Nature. www.iucnredlist.org.
- Llano-Mejía, J., A.M. Cortes-Gómez & Castro-Herrera, F. 2011. Lista de anfibios y reptiles del departamento del Tolima, Colombia. *Biota Colombiana* 11 (1 y 2) 2010.
- Lynch J., P. Ruiz-Carranza & M. Ardila-Robayo. 1997. Biogeographic patterns of Colombian frogs and toads. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 21: 237-248.
- Lynch, J. D., & C. W. Myers. 1983. Frogs of the *fitzingeri* group of *Eleutherodactylus* in eastern Panama and Chocóan South America (Leptodactylidae). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 175: 481-572.
- Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia. 258 pp.
- Rueda, J., F. Castro & C. Cortez 2006. Técnicas para el inventario y muestreo de anfibios: una compilación. E: A. Angulo, J. V. Rueda-Almonacid, J. V. Rodríguez Mahecha y E. La Marca. *Técnicas de Inventario y Monitoreo para los Anfibios de la Región Tropical Andina*.
- Rueda-Almonacid J. V., J. D. Lynch & A. Amézquita (Eds). 2004. Libro rojo de los Anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá. Colombia 384 pp.
- Ruiz-Carranza, P.M., Ardila-Robayo, M.C. & Lynch, J.D. 1996. Lista actualizada de la fauna de Amphibia de Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*: 20 (77):365-415.

Mamíferos

- Aranda J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Barragán F., Lorenzo C., Morón A., Briones-Salas M. & López S. 2010. Bat and rodent diversity in a fragmented landscape on the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, México. *Tropical Conservation Science* Vol. 3 (1): 1-16.

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora silvestres. (CITES) 2017. Apendices I, II y III. Consultada en: www.cites.org/esp/app/index.shtml

De Aguilar & Marinho-Filho 2004. Activity patterns of nine phyllostomyd bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. Revista brasileira de Zoología. Vol 21 (2):385-390.

Defler 2003. Primates de Colombia. Conservación Internacional, Serie guías tropicales de Campo (4). Bogotá, Colombia.

Defler 2010. Historia natural de los primates colombianos 2ª ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. 612p.

Dotta G. & Verdade L. 2007. Trophic categories in mammal assemblages: diversity in an agricultural landscape. Biota Neotropical vol.7 (2): 288-292.

Duarte J. & Vogliotti A. 2016. Mazama Americana. The IUCN Red List of Threatened Species

Emmons 1997. Neotropical Rainforest Mammals: A field guide. Second Edition.

Gardner A. 2007. Mammals of South America Vol1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press.

Gómez-Laverde M. 1994. Los pequeños mamíferos no voladores del Parque Regional Natural Ucumari. Pp: 377-396. En: Ucumari, un caso típico de la diversidad biótica andina (Rangel J.). CARDER, Corporación Autónoma Regional de Risaralda- Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias naturales, Pereira, Risaralda, Colombia, 451pp.

Hoffmann A., Decher J., Rovero F., Schaer J., Voight C. & Wibbelt G. 2010. Field Methods and Techniques for Monitoring Mammals. In: Eymann J., Degreef J., Häuser Ch., Monje J., Samyn Y., & VenSpiegel (Eds). Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories. ABC Taxa. Vol. 8.

Jean A. & Medri I. 2010. Density and hábitat use by giant anteaters (*Myrmecophaga tidaactyla*) and southern Tamanduas (*Tamandua tetradactyla*) in the Pantanal wetland, Brazil. Edentata Vol.11 (1):4-10.

Jones C., McShea W., Conroy M., Kunz T. 1996. Capturing Mammals in: Wilson, Cole, Nichols, Rudran & Foster. Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Mammals. Smithsonian Press 409pp.

Lord R. 2007. Mammals of South America. Johns Hopkins University Press. 198 pp.

Kunz Th., Braun E., Bauer D., Lobova T., & Fleming Th. 2011. Ecosystem services provided by bats. Annals of the New York Academy of Sciences No. 1223: 1-38.

López J. & Vaughan Ch. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forest. Acta Chiropterologica. Vol 6(1): 111-119.

Mantilla-Meluk H., Jiménez A. & Baker R. 2009. Phyllostomid bats of Colombia: Annotated checklist, Distribution, and Biogeography. Special publications. Museum of Texas Tech University. No. 56

Mantilla-Meluk H., Ramírez-Chaves H., Jiménez-Ortega A. & Rodríguez-Posada M. 2014. Murciélagos emballonúridos de Colombia: Lista anotada, distribución y biogeografía. Therya Vol. 5 (1): 229-255.

Martínez-Polanco M. 2008. Del pasado al presente, breve análisis del estado de cinco especies de mamíferos silvestres en Colombia. Canto rodando No.3. 95-112pp.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible 2014. Resolución No. 0192 Por la cual se establece el listado de especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentra en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.

Montgomery G. 1985. Movements, foraging and food habits of the four extant species of neotropical vermilinguas (Mammalia; Myrmecophagidae). In: The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas. Montgomery (ed.) pp: 365-377. Smithsonian institution Press, Washington, D.C.

Navarro J. & Muñoz J. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia.

Ramírez H. & Suárez A. 2015. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio nacional. Notas mastozoológicas. Sociedad colombiana de Mastozoología. Vol.1 (2). Revision Biodiversity Neotropics Vol 5 (2): 124-130.

Rangel O. 2015. La biodiversidad de Colombia: Significado y distribución regional. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol 39 (151):176-200.

Rex K., Czackes B., Michener R., Kunz Th. & Voigt C. 2010. Specialization and omnivory in diverse mammalian assemblages. Ecoscience, Vol. 17 (1): 37-42.

Rodríguez-Mahecha J., Alberico M., Trujillo F., Jorgenson J. 2006. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia.

Solari S., Muóz-SAbA Y., Rodríguez-Mahecha J., Defler Th., Ramírez-Chaves H., Trujillo F. 2013. Riqueza, Endemismo y Conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical

Suárez–Castro & Ramírez–Chávez 2015. Los carnívoros terrestres y semiacuáticos continentales de Colombia. Guía de campo. Bogotá: Editorial universidad Nacional de Colombia. 224pp.

Thoringhton R., Koprowski J., Steele M., Whatton J. 2004. Squirrels of the World. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Tirira D. 1999. Mamíferos del Ecuador, Volumen 2 de Publicación especial. Museo de Zoología, Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 392 pp.

Weber M. & Gonzalez S. 2003. Latin American deer diversity and conservation: A review of status and distribution. Ecoscience vol. 10 (4):443-454.

Wilson D. & Reeder D. 2005. Mammal species of the World. A taxonomic and geographic reference. Third edition. The Johns Hopkins University Press. Baltimore, USA.

Vegetación

(IAvH), I. d. (1998). *El Bosque seco Tropical en Colombia*. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá: Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia.

Batista dos Anjos, M., & Zuanon, J. (2007). Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brasil. *Neotropical Ichthyology*, 5(1), 45-52.

Biblioteca digital del Real Jardín Botánico de Madrid. (sf). *Lamina X. Real Expedición botánica del Nuevo Reino de Granada. Desmodium cajanifolium (H.B.K.) DC., Prodr. 2: 331. 1825. .*

Cantillo, E., Avella, E., & Rodríguez, K. (2005). *La vegetación leñosa de la reserva forestal Cárpatos (Guasca - Cundinamarca)*. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas. Centro de desarrollo científico.

Corporación Autónoma de Cundinamarca-CAR. (2012). *Inventario de peces y crustáceos en tres fuentes hídricas de la jurisdicción de la CAR*. Convenio de cooperación No. 601 de 2010 entre la CAR y Conservatiob International Foundation-Colombia.

Espinal, T., & Montenegro, E. (1963). Formaciones vegetales de Colombia. *Memoria infrmativa sobre el Mapa Ecológico*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Finol, H. (1971). *Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales*. Revista Forestal Venezolana 14 (21).

García-Herrera, L., Ramírez-Fráncel, L., & Reinoso Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos del bosque seco tropical del Tolima, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 11-21.

Gentry, A. (1990). *La región amazónica: 53-64 (en) Selva Húmedade Colombia*. Bogotá: Villegas Editores.

Gentry, A. H. (1982). Parterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84.

Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest.. En . . . , Reino Unido. In S. Bullock, & H. M. (editores), *Seasonally Dry Tropical Forests* (pp. 149-194). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis*. *Paleontologia Electronica* 4(1):9 pp.

Hernandez, C. (1992). Caracterización geográfica de Colombia. In G. H. (compilador), *Diversidad biológica de Iberoamérica* (pp. 45-54). Mexico: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, Secretaría de desarrollo.

Hosokawa, R. (1986). *Manejo e economia de florestas*. Roma: FAO, 125 pp.

IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra - Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia*. Bogotá.

IDEAM. (2014). *Atlas Climatológico de Colombia*. Retrieved Septiembre 13, 2017, from atlas.idema.gov.co/visorAtlasClimatológico.html

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI e IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000. . Bogotá, Colombia: IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP.

Isasi-Catalá, E. (2011). LOS CONCEPTOS DE ESPECIES INDICADORAS, PARAGUAS, BANDERAS Y CLAVES: SU USO Y ABUSO EN ECOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN. *Interciencia*, 36(1), 31-38.

Janzen, D. (1998). Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. In E. Wilson, *Biodiversity* (pp. 130-137). Washington: National Academy Press.

Kelsch, S., & Shields, B. (1996). Care and handling of sampled organisms. In B. Murphy, & D. Willis, *Fisheries techniques* (Segunda Edición ed.). Maryland: American Fisheries Society.

Lang, S., & Tiede, D. (2003). vLATE Extension für ArcGIS-vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. *V-LATE - Vector-based Landscape Analysis Tools Extension*. ESRI Anwenderkonferenz.

Lasso-Alacalá, C., & Morales-Betancourt, M. (2011). *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: Memoria técnica y explicativa*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".

Losada-Prado, S., & Molina-Martínez, Y. (2011). Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1), 271-294.

Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma, J., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., et al. (2005). *Peces de los andes de Colombia* (Uno ed.). Bogotá D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".

Maldonado-Ocampo, J., Vari, R., & Usma, J. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.

Márquez, G. (2002). *Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

Matteucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodos para el estudio de la vegetación*.

McGarigal, K., & Marks, B. (1994). *Spatial pattern analysis program for quantifying landscapes structure*. Oregon: Forest science department, Oregon State University.

Mendoza-C, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región caribe y el valle del río magdalena. *Caldasia*, 21 (1), 70-94.

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. Uno). Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. . Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. 84 pp.

Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz de la Sierra.

Murphy, P. G., & E., L. A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88.

Naranjo, L., & Amaya, J. D. (Eds.). (2009). *Plan nacional de las especies migratorias* (1 ed.). Bogotá D.C.: Convenio de cooperación No. 30F de 2007 y 101 de 2008 entre el MAVDT y WWF Colombia.

Pennington, R., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forest. *Annual review of Ecology, Evolution and Systematic*, 40, 437-457.

Pennington, R., Prado, D., & Pendry, C. (2000). Neotropical seasonally dry forest and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 23, 261-273.

Perez, P., Santos Costa, L., Eloy, A., Vieira, R., & Solis, L. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *An. Vet. (Murcia)*, 26, 69-76.

Pizano, C. H. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Rangel-Ch, J., & Velázquez, A. (n.d.). *Metodos de estudio de la vegetacion*.

Rangel-Ch, O. (2005). *Recuperación de la vegetación relictual de áreas prioritarias de la zona de vida de Bosque Bs-T en el departamento de Córdoba*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), Universidad Nacional de Colombia .

Sánchez-Cordero, V., Cirelli, V., Munguía, M., & Sarkar, S. (2005). PLACE PRIORITIZATION FOR BIODIVERSITY REPRESENTATION USING SPECIES' ECOLOGICAL NICHE MODELING. *Biodiversity Informatics*, 2, 11-23.

Taylor, P., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 571-572.

Terra, B. d., Hughes, R., & Araújo, F. (2013). Sampling sufficiency for fish assemblage surveys of Tropical Atlantic Forest streams, Southeastern Brazil. *Fisheries*, 38(4), 150-158.

Vila-Subirós, J., Varga-Linde, D., Llausás-Pascual, A., & Ribas-Palom, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la ecología. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 151-166.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., et al. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia. 236 p: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villarreal, H., Alvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., et al. (2004). *Manual de métodos para medir la biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".

Westoby, M., & Wright, I. (2006). Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in ecology & evolution*, 21, 261-268.

With, K., Gardner, R., & Turner, M. (1997). Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos*, 219-229.

Flora con veda nacional bajo Resolución 0213 de 1977 del MADS

Baensch, Ulrich and Baensch Ursula. 1996. Bromeliáceas en flor. Nassau: Tropic Beauty Publishers. 270 p.

Bechteler, J., Lee, G. E., Schaefer-Verwimp, A., Renner, M. A., Peralta, D. F., & Heinrichs, J. (2016). Towards a monophyletic classification of Lejeuneaceae V: the systematic position of Pictolejeunea. *Phytotaxa*, 280(3), 259-270.

Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>. Diversas búsquedas entre Julio-Octubre 2017.

Betancur, J. y García, N. 2006. Las bromelias. En N. García y G. Galeano (ed.). Libro Rojo de las Plantas de Colombia. Volumen 3: Las Bromelias, Las Labiadas y Las Pasifloras. (pp. 51-384). Bogotá: Instituto Alexander Von Humboldt e Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional

Bromeliad Society Inc. BSI. 2017. (Búsquedas por especie). Estados Unidos, California. www.bsi.org. Registros de abril de 2017.

Departamento Administrativo de Medio Ambiente (DAMA). 2001. Guía de las bromelias de Bogotá y sus alrededores. Primera edición. Impresol ediciones Ltda. Bogotá.

DISCOVERLIFE. 2017. *Bacidia salmonea*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Bacidia+salmonea>. Búsqueda Nov/2017.

DISCOVERLIFE. 2017. *Diploschistes actinostomus* (Pers. ex Ach.) Zahlbr. Sin. *Urceolaria actinostoma*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Diploschistes+actinostomus>. Búsqueda Nov/2017.

DISCOVERLIFE. 2017. *Porina internigrans*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Porina+internigrans>. Búsqueda Nov/2017.

DISCOVERLIFE. 2017. *Dirinaria papillulifera*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Dirinaria+papillulifera>. Búsqueda Nov/2017.

DISCOVERLIFE. 2017. *Lecanora alba*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Lecanora+alba>. Búsqueda Nov/2017.

DISCOVERLIFE. 2017. *Flakea papillata*. <http://www.discoverlife.org/mp/20m?kind=Flakea+papillata>. Búsqueda Nov/2017.

ECOPETROL 2013. Caracterización del área de influencia de proyecto. En: Diagnóstico ambiental y social áreas a devolver a la ANH de los Campos Tello y La Jagua (Huila). Elaborado por SGS-ETSA para Ecopetrol, Zona Sur. Bogotá.

ECOPETROL 2013b. Caracterización del área de influencia de proyecto. En: Modificación Plan de Manejo Ambiental Integral Campos Tello - La Jagua (Huila). Elaborado por SGS-ETSA para Ecopetrol, Zona Sur. Bogotá.

ECOPETROL 2013d. Caracterización del área de influencia. En: Plan de Manejo Ambiental Oleoducto Tello – Dina -Tenay (Huila). Elaborado por SGS-ETSA para Ecopetrol, Zona Sur. Bogotá.

FIELD MUSEUM, 2016. Las orquídeas de Guayabetal (Orchidaceae) Colombia. Juan Camilo Ordóñez Blanco. www.fieldguides.fieldmuseum.org, número 781.

Fundación Natura. 2015. Ejecución del PMA de la hidroeléctrica El Quimbo, año 2015.

Fundación Rodrigo Escobar Restrepo. 2015. Orquídeas colombianas, ilustraciones de Helmuth Schmidt-Mumm. Fundación Rodrigo Escobar Restrepo. Multigráficas SAS. Medellín. 139 pp.

Gradstein, S. R., Nadkarni, N. M., Krömer, T., Holz, I., & Nöske, N. (2003). A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana*, 105-111.

Gutiérrez, 2012. Estado de la vegetación en núcleos de restauración utilizados para el restablecimiento del bosque altoandino del parque forestal embalse del Neusa, Cundinamarca, Colombia. Tesis para optar el título de Ecólogo, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2017. Herbario en línea. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/en/collections/search/plants/>. Diversas búsquedas en julio y agosto 2017 por especie, Departamento, municipios, Bromeliaceae, Orchidaceae y franja altitudinal.

Johansson, D.R. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. *Acta Phytogeography Sueca*, 59: 1-136. 1974.

Lücking, R; Nelson, MP; Aptroot, A; Barillas de Klee, R; Bawingan, PA; Benatti, MN; Binh, NQ; Bungartz, F; Cáceras, MES; Canêz, LS; Chavez, JL; Ertz, D; Esquivel, RE; Ferraro, LI; Grijalva, A; Gueidan, C; Hernández M., JE; Knight, A; Lumbsch, HT; Marcelli, MP; Mercado-Díaz, JA; Moncada, B; Morales, EA; Naksuwankul, K;

Orozco, T; Parnmen, S; Rivas Plata, E; Salazar-Allen, N; Spielmann, AA; Ventura, N. 2016. A phylogenetic framework for reassessing generic concepts and species delimitation in the lichenized family Trypetheliaceae (Ascomycota: Dothideomycetes). *The Lichenologist*. 48(6):739-762

Lumbsch, H. T., Ahti, T., Altermann, S., Amo De Paz, G., Aptroot, A., Arup, U. & Bjoerk, C. R. 2011. One hundred new species of lichenized fungi: a signature of undiscovered global diversity. *Phytotaxa*, 18, 1-127.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- 2017a. Resolución 1912 de 15 de septiembre de 2017, por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones. Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- 2017b. Por la cual da vigencia a la Resolución 0213 de 1977 del INDERENA, por la cual se declaran en veda nacional los musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, así como lama, capote y broza y demás especies y productos herbáceos o leñosos como arbolitos, cortezas y ramajes que constituyen parte de los hábitats de tales especies.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- 2015. Resolución 1933 MADS, de 2015. Levantamiento de veda de epífitas, Vía Ibagué - Cajamarca. 02 de septiembre de 2015.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS- 2013. Resolución MADS 0526 de 2013. Levantamiento de veda de epífitas, Proyecto "Contrucción variante Girardot - Flandes". 28 de mayo de 2013.

Moncada, B., Plata, E. R., & Fazio, A. (2012). *GLALIA Revista Electrónica del Grupo Latinoamericano de Liquenólogos*.

Nadkarni, N. M. (1984). Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. *Biotropica*, 249-256.

Oliva Esteva, F. Y Steyermark, J. A. 1987. *Bromeliáceas de Venezuela*, Armitano Editores, Caracas. 395 p.

Oliva-Esteva, 2000. *Bromelias*. Armitano Editores, Caracas. 1987. 459 p.

Pico-V., A. 2015. Bromelias y quiches de interés comercial en el Distrito Capital. *Plegables del Jardín Botánico de Bogotá, serie Plantas Útiles No. 1. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Bogotá, Colombia. Sep/2015.*

Rincón, Milton. 2016. Sinopsis de la familia Orchidaceae en la cuenca media-alta del río Combeima, Tolima-Colombia. Tesis de pregrado de Biología. Universidad del Tolima.

Rincón-Espitia, A., Aguirre, J., & Lücking, R. (2011). Líquenes corticícolas en el caribe Colombiano. *Caldasia*, 33(2), 331-347.

Rincón Espitia, A. J. (2011). Composición de la flora de líquenes corticícolas en el Caribe colombiano (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Shaw, A. J., Szövényi, P., & Shaw, B. (2011). Bryophyte diversity and evolution: windows into the early evolution of land plants. *American Journal of Botany*, 98(3), 352-369.

Smith, L. B. 1957. The Bromeliaceae of Colombia. *Contributions United States National Herbarium*. 33:284-315.

Söderström, L., Hagborg, A., von Konrat, M., Bartholomew-Began, S., Bell, D., Briscoe, L., & Cooper, E. D. (2016). World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys*, (59), 1.

Uribe, J., & Aguirre, J. (1997). Clave para los géneros de hepáticas de Colombia. *Caldasia*, 19(1-2), 13-27.

The Plant List (2017). Versión 1.1. (Diversas búsquedas de especies). <http://www.theplantlist.org/>. Búsquedas entre julio y noviembre de 2017.

Villareal H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A.M. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.

Ecosistemas acuáticos

Hidrobiológicos (Perifiton, fitoplancton y zooplancton)

Baev, P. V. y I. D. Penev. (1995). BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia- Moscow, 57 pp.

Barthem, R. & N. Fabre 2004. Biología e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazonia. PP 17- 56 En: Rufino M.L. (Ed.). 2004. A pesca e os recursos pesqueiros na Amazonia brasileira. Ibama, projeto Provárzea, Manaus, Brasil.

Bicudo, C. y M. Bicudo. (1970). Algas Continentais Brasileiras. Fundacao Brasileira para o desenvolvimento do ensino de ciencias. Sao Paulo, Brasil, 250 p.

Bourrelly, P. (1966). Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Tome I. Les Algues Vertes. Editions N. Boubée & Cie., Paris, 569 p.

Bourrelly, P. (1968). Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Tome II. Les Algues jaunes et brunes. Editions N. Boubée & Cie., Paris, 437 p.

Bourrelly, P. (1970). Les algues d'eau douce. Initiation a la systematique. Tome III. Les Algues bleues et rouges. Editions N. Boubée & Cie., Paris, 601 p.

Comas, V.A. (1991). Taxonomical review of the coenobial chlorococcal algae from Cuba. III. Fam. Scenedesmaceae. Algological Studies. 61: 55-94.

Comas, V.A. (1996). Las Chlorococcales dulciacuólicas de Cuba. Bibliotheca Phycologica. 99: 1-192.

Covain, R., Fisch-Muller, S. (2007). The genera of the Neotropical armored catfish subfamily Loricariinae (Siluriformes: Loricariidae): a practical key and synopsis. Zootaxa 1462, 1–40.

Croasdale, H., C.E. de M. Bicudo y G.W. Prescott. (1983). A Sinopsis of the North American Desmids. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 5. The Filamentous Genera. University of Nebraska Press, Lincoln and London, 117 p.

Duque, S. (1995). Euglenófitas pigmentadas de la Amazonia colombiana. Rev. de la Acad. Col. de Cien. Fis. Exac. y Nat. 19: 651-659.

Duque, S. y M. Nuñez - Avellaneda. (1997). Ficoflora de algunos ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. Caldasia. 19: 37-42.

Ettl, H. (1978). Subeasserflora von Mitteleuropa. Xanthophyceae. 1. Teil. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 530 p.

Hammer, Ø, Harper, D.A.T., Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica 4(1): 9 pp.

Hegewald, E. y P.C. Silva. (1988). Annotated catalogue of Scenedesmus and nomenclaturally related genera, including original descriptions and figures. Bibliotheca Phycologica 80: 1-587.

- Komarek, J. y B. Foot. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. Band 7(1) en: G. Huber-Pestalozzi (ed). Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie, Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 1044 p.
- Koste, W. 1978. Rotatoria Die Rädertiere Mitteleuropas I. TextBand, 673p. II. Tafelband, 234p. Gebrüder Borntraeger. Stuttgart.
- Lund, J.W., C. Kippling y E.D. Le Creen. (1958). The inverted microscope method of estimation algal numbers and the statistical basis of estimation by counting. *Hydrobiologia* 11: 143-170.
- Magurran, A. E. (1988). Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Margalef, R. (1983). Limnología .Ediciones Omega. Barcelona. España. 1009 p.
- McCafferty, W. P. y A.V. Provonsha. (1981). Aquatic Entomology. Science Books International. Boston, Massachusetts. 448 p.
- Merrit, R.W. & K.W. Cummins. (1983). An Introduction to the Aquatic Insects of North América. Second edition. Kendall/Hunt Publishing Company. 772p.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, 84 p
- Muñoz, P. de H. (1995). Aspectos Taxonómicos. Simuliidae (Diptera). En: Memorias del Seminario de Invertebrados Acuáticos y su Utilización en Estudios Ambientales. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, septiembre 15 y 16 de 1995.
- Naranjo, L. G., & Amaya, J. D. (2009). Plan Nacional de las especies migratorias Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. MAVDT-WWF. Bogotá DC.
- Ospina, R. T. (1995). Aspectos Taxonómicos. Chironomidae (Diptera). En: Memorias del Seminario de Invertebrados Acuáticos y su Utilización en Estudios Ambientales. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, septiembre 15 y 16 de 1995.
- José de Paggi, S. & J.C. Paggi. (1995). Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. P.315-323. En: Lopretto, E. & G. Tell. Ecosistemas de aguas continentales - Metodologías para su estudio. Tomo I. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.
- Parra, O. O., M. González, V. Dellarrosa, P Rivera y M. Orellana. (1982a). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Volumen I. Cyanophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 70 p.
- Parra, O. O., M. González, V. Dellarrosa, P Rivera y M. Orellana. (1982b). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Volumen II. Chrysophyceae - Xanthophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 82 p.
- Parra, O. O., M. González, V. Dellarrosa, P Rivera y M. Orellana. (1982c). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Volumen III. Cryptophyceae – Dinophyceae - Euglenophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 99 p.
- Parra, O. O., M. González, V. Dellarrosa. (1983). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Volumen V. Chlorophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile. 353 p.
- Peet, R. K. (1974). The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.
- Pennak R. (1989). Fresh water invertebrates of the United States – Protozoa to Mollusca. John Wiley & Sons, INC. USA.

- Prescott, G.W., H.T. Croasdale y W.C. Vinyard. (1975). A Synopsis of the North American Desmid. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 1. University of Nebraska Press, New York, 274 p.
- Prescott, G.W., H.T. Croasdale y W.C. Vinyard. (1977). A Synopsis of the North American Desmid. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 2. University of Nebraska Press, New York, 413 p.
- Rincón, M.E. y H.R. Pardo. (1995). Aspectos Taxonómicos. Trichoptera. En: Memorias del Seminario de Invertebrados Acuáticos y su Utilización en Estudios Ambientales. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, septiembre 15 y 16 de 1995.
- Ribeiro, M. & M. Petrere Jr. 1990. Fisheries ecology and managements of the jaraquí (*Semaprochilodus taeniurus*, *S. insignis*) in Central Amazonia. *Regulated Rivers: research and Management* 5: 95-215.
- Rivera, P. O., O. Parra, M. González, V. Dellarrosa, y M. Orellana. (1982). Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Volumen IV. Bacillariophyceae. Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 97 p.
- Rojas, M. de H. y M. De C. Zúñiga. (1995). Aspectos Taxonómicos. Ephemeroptera. En: Memorias del Seminario de Invertebrados Acuáticos y su Utilización en Estudios Ambientales. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, septiembre 15 y 16 de 1995.
- Roldán, P.G. (1988). Guía para el Estudio de los Macroinvertebrados Acuáticos del Departamento de Antioquia. FEN, COLCIENCIAS, Universidad de Antioquia. Bogotá, Colombia. 217 p.
- Roldán G.P. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 170 p.
- Roldán, Pérez, G. & Ramírez, Restrepo, J. J. (2008). Fundamentos de Limnología Neotropical. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia. P. 422.
- Sant`Anna, C. (1984). Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de Sao Paulo, Brasil. *Bibliotheca Phycologica* 67: 1-350.
- Sant`Anna, C. y D. Martins. (1982). Chlorococcales (Chlorophyceae) dos lagos Cristalino e Sao Sebastiao, Amazonas, Brasil. *Taxonomía e aspectos limnológicos. Revista Brasileira de Botânica.* 5:67-82.
- Tell, G. y V. Conforti. (1986). Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. *Biblioteca Phycologica.* 75:1-301.
- ter Braak, C. J. F. (1986). Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- Thorp, J.H. y A.P. Covich. (1991). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates.* Vol I y II. Academic Press, Inc. San Diego California. 909 p.
- Thorp, J. & A. Covich (eds). (2001). *Ecology and classification of North American Freshwater Invertebrates.* 2nd Ed. Academic Press. California. 1056p.
- Uherkovich, G. (1966). *Die Scenedesmus-Arten Ungarns.* Verlag der Ungarishen Akademie der Wissenschaften, Akadémia Kiadó, Budapest, 173 p.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Museo de Historia Natural. (2014) *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.,* Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente. 75 p.
- Villafañe, V.E. y F.M.H. Reid. (1995). *Métodos de microscopía para la cuantificación del fitoplancton.* En: Alveal, K., M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar. (Ed). *Manual de métodos ficológicos.* Concepción, Chile, 169-185.
- Vucetich, M. & E. Lopretto. (1995). Rhizopoda (Testaceos). P.545-555. En: Lopretto, E. & G. Tell. *Ecosistemas de aguas continentales - Metodologías para su estudio.* Tomo II. Ediciones Sur. La Plata, Argentina.

Ictiofauna

(IAvH), I. d. (1998). *El Bosque seco Tropical en Colombia*. Ministerio de Medio Ambiente. Bogotá: Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad de Colombia.

Batista dos Anjos, M., & Zuanon, J. (2007). Sampling effort and fish species richness in small terra firme forest streams of central Amazonia, Brasil. *Neotropical Ichthyology*, 5(1), 45-52.

Biblioteca digital del Real Jardín Botánico de Madrid. (sf). *Lamina X. Real Expedición botánica del Nuevo Reino de Granada. Desmodium cajanifolium (H.B.K.) DC., Prodr. 2: 331. 1825.*

Cantillo, E., Avella, E., & Rodríguez, K. (2005). *La vegetación leñosa de la reserva forestal Cárpatos (Guasca - Cundinamarca)*. Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas. Centro de desarrollo científico.

Corporación Autónoma de Cundinamarca-CAR. (2012). *Inventario de peces y crustáceos en tres fuentes hídricas de la jurisdicción de la CAR*. Convenio de cooperación No. 601 de 2010 entre la CAR y Conservatiob International Foundation-Colombia.

Espinal, T., & Montenegro, E. (1963). Formaciones vegetales de Colombia. *Memoria infrmativa sobre el Mapa Ecológico*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Finol, H. (1971). *Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales*. Revista Forestal Venezolana 14 (21).

García-Herrera, L., Ramírez-Fráncel, L., & Reinoso Flórez, G. (2015). Mamíferos en relictos del bosque seco tropical del Tolima, Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 22(1), 11-21.

Gentry, A. (1990). *La región amazónica: 53-64 (en) Selva Húmedade Colombia*. Bogotá: Villegas Editores.

Gentry, A. H. (1982). Parterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84.

Gentry, A. H. (1995). Diversity and floristic composition of neotropical dry forest.. En . . . , Reino Unido. En S. Bullock, & H. M. (editores), *Seasonally Dry Tropical Forests* (págs. 149-194). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Hammer, O., Harper, D., & Ryan, P. (2001). *PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. Paleontologia Electronica* 4(1):9 pp.

Hernandez, C. (1992). Caracterización geográfica de Colombia. En G. H. (compilador), *Diversidad biológica de Iberoamérica* (págs. 45-54). Mexico: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Instituto de Ecología, Secretaría de desarrollo.

Hosokawa, R. (1986). *Manejo e economia de florestas*. Roma: FAO, 125 pp.

IDEAM. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra - Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia*. Bogotá.

IDEAM. (2014). *Atlas Climatológico de Colombia*. Recuperado el 13 de Septiembre de 2017, de atlas.idema.gov.co/visorAtlasClimatológico.html

IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI e IIAP. (2007). Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000. . Bogotá, Colombia: IDEAM, IGAC, IAvH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP.

Isasi-Catalá, E. (2011). LOS CONCEPTOS DE ESPECIES INDICADORAS, PARAGUAS, BANDERAS Y CLAVES: SU USO Y ABUSO EN ECOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN. *Interciencia*, 36(1), 31-38.

- Janzen, D. (1998). Tropical dry forest: the most endangered major tropical ecosystem. En E. Wilson, *Biodiversity* (págs. 130-137). Washington: National Academy Press.
- Kelsch, S., & Shields, B. (1996). Care and handling of sampled organisms. En B. Murphy, & D. Willis, *Fisheries techniques* (Segunda Edición ed.). Maryland: American Fisheries Society.
- Lang, S., & Tiede, D. (2003). vLATE Extension für ArcGIS-vektorbasiertes Tool zur quantitativen Landschaftsstrukturanalyse. *V-LATE - Vector-based Landscape Analysis Tools Extension*. ESRI Anwenderkonferenz.
- Lasso-Alacalá, C., & Morales-Betancourt, M. (2011). *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia: Memoria técnica y explicativa*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".
- Losada-Prado, S., & Molina-Martínez, Y. (2011). Avifauna del bosque seco tropical en el departamento del Tolima (Colombia): Análisis de la comunidad. *Caldasia*, 33(1), 271-294.
- Maldonado-Ocampo, J., Ortega-Lara, A., Usma, J., Galvis, G., Villa-Navarro, F., Vásquez, L., y otros. (2005). *Peces de los andes de Colombia* (Uno ed.). Bogotá D.C.: Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".
- Maldonado-Ocampo, J., Vari, R., & Usma, J. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.
- Márquez, G. (2002). *Vegetación, población y huella ecológica como indicadores de sostenibilidad en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Matteucci, S., & Colma, A. (1982). *Metodos para el estudio de la vegetación*.
- McGarigal, K., & Marks, B. (1994). *Spatial pattern analysis program for quantifying landscapes structure*. Oregon: Forest science department, Oregon State University.
- Mendoza-C, H. (1999). Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región caribe y el valle del río magdalena. *Caldasia*, 21 (1), 70-94.
- Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Vol. Uno). Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. . Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA, vol.1. 84 pp.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal*. Santa Cruz de la Sierra.
- Murphy, P. G., & E., L. A. (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 67-88.
- Naranjo, L., & Amaya, J. D. (Edits.). (2009). *Plan nacional de las especies migratorias* (1 ed.). Bogotá D.C.: Convenio de cooperación No. 30F de 2007 y 101 de 2008 entre el MAVDT y WWF Colombia.
- Pennington, R., Lavin, M., & Oliveira-Filho, A. (2009). Woody plant diversity, evolution and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forest. *Annual review of Ecology, Evolution and Systematic*, 40, 437-457.
- Pennington, R., Prado, D., & Pendry, C. (2000). Neotropical seasonally dry forest and Quaternary vegetation changes. *Journal of Biogeography*, 23, 261-273.

Perez, P., Santos Costa, L., Eloy, A., Vieira, R., & Solis, L. (2010). Aceite de clavo como anestésico para el pez pacu (*Piaractus mesopotamicus*). *An. Vet. (Murcia)*, 26, 69-76.

Pizano, C. H. (2014). *El bosque seco tropical en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).

Rangel-Ch, J., & Velázquez, A. (s.f.). *Metodos de estudio de la vegetacion*.

Rangel-Ch, O. (2005). *Recuperación de la vegetación relictual de áreas prioritarias de la zona de vida de Bosque Bs-T en el departamento de Córdoba*. Bogotá: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS), Universidad Nacional de Colombia .

Sánchez-Cordero, V., Cirelli, V., Munguía, M., & Sarkar, S. (2005). PLACE PRIORITIZATION FOR BIODIVERSITY REPRESENTATION USING SPECIES' ECOLOGICAL NICHE MODELING. *Biodiversity Informatics*, 2, 11-23.

Taylor, P., Fahrig, L., Henein, K., & Merriam, G. (1993). Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 571-572.

Terra, B. d., Hughes, R., & Araújo, F. (2013). Sampling sufficiency for fish assemblage surveys of Tropical Atlantic Forest streams, Southeastern Brazil. *Fisheries*, 38(4), 150-158.

Vila-Subirós, J., Varga-Linde, D., Llausás-Pascual, A., & Ribas-Palom, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la ecología. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 151-166.

Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá, Colombia. 236 p: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Villarreal, H., Alvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2004). *Manual de métodos para medir la biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá D.C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt".

Westoby, M., & Wright, I. (2006). Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in ecology & evolution*, 21, 261-268.

With, K., Gardner, R., & Turner, M. (1997). Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous environments. *Oikos*, 219-229.