



**ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE  
TRANSMISIÓN A 115 kV”**

**CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA  
SUBCAPÍTULO 5.2 MEDIO BIÓTICO  
ACÁPITE 5.2.1.1 FLORA**

**POR:**



**INGEDISA**  
INGENIERÍA & DISEÑO

**Bogotá, septiembre de 2024**



**ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**  
**PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE**  
**TRANSMISIÓN A 115 kV”**  
**CAPÍTULO 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**  
**SUBCAPÍTULO 5.2 MEDIO BIÓTICO**  
**ACÁPITE 5.2.1. ECOSISTEMAS TERRESTRES**


**POR:**



**INGEDISA**  
INGENIERÍA & DISEÑO

**Bogotá, septiembre de 2024**

0	Versión inicial	F. Patiño.	J. Yopasa	K. Martínez	23/12/2023
Rev.	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 3</b>

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	10
5.2 Medio Biótico .....	10
5.2.1 Ecosistemas terrestres .....	10
BIBLIOGRAFIA.....	112

## LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5-1 Número de individuos para las principales familias botánicas, presentes en los pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	17
Figura 5-2 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	19
Figura 5-3 Índice de valor de importancia de las especies en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	20
Figura 5-4 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	22
Figura 5-5 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	23
Figura 5-6 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	24
Figura 5-7 Diagrama de Ogawa para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	26
Figura 5-8 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	31
Figura 5-9 Índice de valor de importancia de las especies en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	33
Figura 5-10 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	35
Figura 5-11 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	36


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 4</b>

Figura 5-12 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	38
Figura 5-13 Diagrama de Ogawa para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	39
Figura 5-14 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	45
Figura 5-15 Índice de valor de importancia de las especies en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	46
Figura 5-16 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	48
Figura 5-17 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	50
Figura 5-18 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	51
Figura 5-19 Diagrama de Ogawa para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	52

## LISTADO DE TABLAS

**Pág.**

Tabla 5-1 Estimadores y representatividad de muestreo para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental. ....	13
Tabla 5-2 Estimadores y representatividad de muestreo para los Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. ....	13
Tabla 5-3 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental. ....	14
Tabla 5-4 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	14
Tabla 5-5 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental. ....	15
Tabla 5-6 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	15
Tabla 5-7 Composición florística para los pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	17
Tabla 5-8 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	18
Tabla 5-9 Índice de valor de importancia (IVI) para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	19


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 5</b>

Tabla 5-10 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	21
Tabla 5-11 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	22
Tabla 5-12 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	23
Tabla 5-13 Volúmenes registrados para las especies analizadas del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	24
Tabla 5-14 Posición sociológica para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	25
Tabla 5-15 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	26
Tabla 5-16 Composición florística para la regeneración natural en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	27
Tabla 5-17 Índice de Regeneración Natural (IRN) para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	27
Tabla 5-18 Composición florística para la vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	29
Tabla 5-19 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	30
Tabla 5-20 Índice de valor de importancia (IVI) para la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	32
Tabla 5-21 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	33
Tabla 5-22 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	34
Tabla 5-23 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	35
Tabla 5-24 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	37
Tabla 5-25 Posición sociológica para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	39


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 6</b>

Tabla 5-26 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	40
Tabla 5-27 Composición florística para la regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	41
Tabla 5-28 Índice de Regeneración Natural (IRN) para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	41
Tabla 5-29 Composición florística para la vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	44
Tabla 5-30 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	44
Tabla 5-31 Índice de valor de importancia (IVI) para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	46
Tabla 5-32 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	47
Tabla 5-33 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	48
Tabla 5-34 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	49
Tabla 5-35 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	50
Tabla 5-36 Posición sociológica para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	51
Tabla 5-37 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	52
Tabla 5-38 Composición florística para la regeneración natural en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.....	53
Tabla 5-39 Índice de Regeneración Natural (IRN) para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental .....	54
Tabla 5-40 Muestreo realizado para el habito epifito en los biomas del área del proyecto	55
Tabla 5-41 Muestreo realizado para el habito rupícola y/o terrestre área del proyecto.....	56
Tabla 5-42 Especies vasculares y no vasculares registradas en el área del proyecto.....	57
Tabla 5-43 Registro fotográfico de las especies vasculares y no vasculares registradas en la caracterización en el área del proyecto .....	58
Tabla 5-44 Riqueza y abundancia de epifitas vasculares en el bioma de HACO .....	63


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 7</b>

Tabla 5-45 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de HACO.....	64
Tabla 5-46 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO.....	65
Tabla 5-47 Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de HACO .....	67
Tabla 5-48 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de HACO.....	67
Tabla 5-49 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de HACO .....	70
Tabla 5-50 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en el bioma de HACO.....	71
Tabla 5-51 Riqueza y cobertura (cm <sup>2</sup> ) de epífitas no vasculares en el bioma de HACO ..	73
Tabla 5-52 Frecuencia de epífitas no vasculares en bioma de HACO .....	74
Tabla 5-53 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO.....	75
Tabla 5-54 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en el bioma de HACO .....	77
Tabla 5-55 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de HACO .....	77
Tabla 5-56 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de HACO .....	80
Tabla 5-57 Preferencia de forofitos epífitas no vasculares en el bioma de HACO .....	82
Tabla 5-58 Riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el bioma de OAADO.....	84
Tabla 5-59 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de OAADO .....	84
Tabla 5-60 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de OAADO .....	85
Tabla 5-61. Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de OAADO .....	86
Tabla 5-62 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de OAADO .....	86
Tabla 5-63 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de OAADO.....	88
Tabla 5-64 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en bioma de OAADO .....	90
Tabla 5-65 Riqueza y cobertura (cm <sup>2</sup> ) de epífitas no vasculares en el bioma de OAADO	91
Tabla 5-66 Frecuencia de epífitas no vasculares en bioma de OAADO .....	92
Tabla 5-67 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO.....	93
Tabla 5-68 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en bioma de HACO.....	94
Tabla 5-69 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de HACO .....	95
Tabla 5-70 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en bioma de HACO .....	97
Tabla 5-71 Preferencia de forofitos epífitas no vasculares en bioma de HACO.....	98
Tabla 5-72 Riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO .....	101
Tabla 5-73 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO.....	102
Tabla 5-74 Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO .....	103
Tabla 5-75 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de OAAACO.....	103
Tabla 5-76 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de OAAACO .....	104
Tabla 5-77 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en el bioma de de OAAACO	105
Tabla 5-78 Riqueza y cobertura (cm <sup>2</sup> ) de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO	106
Tabla 5-79 Frecuencia de epífitas no vasculares de OAAACO .....	107
Tabla 5-80 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO .....	107





	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 8</b>

Tabla 5-81 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de OAAACO .....	108
Tabla 5-82 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en bioma de OAAACO .....	108
Tabla 5-83 Preferencia de forofitos epífitas no vasculares en el bioma de OAAACO .....	110

## LISTADO DE GRAFICAS

	<b>Pág.</b>
Gráfica 5-1 Dendrograma de epífitas vasculares – Diversidad beta en el bioma de HACO .....	66
Gráfica 5-2 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO .....	68
Gráfica 5-3 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Zonas verdes urbanas en el bioma de HACO .....	69
Gráfica 5-4 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de HACO .....	71
Gráfica 5-5 Proporción de registros según el tipo de organismos en el bioma de HACO ..	74
Gráfica 5-6 Dendrograma de epífitas no vasculares – Diversidad beta en el bioma de HACO .....	76
Gráfica 5-7 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de pastos enmalezados en el bioma de HACO .....	78
Gráfica 5-8 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO .....	79
Gráfica 5-9 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Zonas verdes urbanas en el bioma de HACO .....	79
Gráfica 5-10 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en el bioma de HACO.....	81
Gráfica 5-11 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de zonas verdes urbanas en el bioma de OAADO.....	87
Gráfica 5-12 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de OAADO.....	89
Gráfica 5-13 Cobertura (cm <sup>2</sup> ) de epífitas no vasculares en bioma de OAADO .....	92
Gráfica 5-14 Dendrograma de epífitas no vasculares – Diversidad beta en bioma de HACO .....	94
Gráfica 5-15 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífito para la cobertura de pastos limpios en el bioma de HACO .....	95
Gráfica 5-16 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífito para la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO .....	96
Gráfica 5-17 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito.....	96
Gráfica 5-18 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en bioma de HACO .....	98
Gráfica 5-19 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de OAAACO.....	104
Gráfica 5-20 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de OAAACO .....	105
Gráfica 5-21 Cobertura (cm <sup>2</sup> ) de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO.....	106
Gráfica 5-22 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de OAAACO.....	108



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 9</b>

Gráfica 5-23 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO ... 109

#### **LISTADO DE ANEXOS**


**Pág.**

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

#### **LISTADO DE ANEXOS CARTOGRÁFICOS (cuando aplique)**

**Pág.**

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 10

## 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

### 5.2 Medio Biótico

#### 5.2.1 Ecosistemas terrestres


##### 5.2.1.1 Caracterización del componente flora

Se presenta a continuación, la caracterización florística realizada para los ecosistemas naturales identificados dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje teniendo en cuenta que se aborda la información y el análisis de manera transversal en los tres biomas para las principales coberturas objeto de la caracterización, para esto se realizaron etapas de precampo, campo y poscampo, las cuales, pueden ser consultadas en el **Capítulo 2. Generalidades**, capítulo en el que se encuentran detalladas las actividades previas de alistamiento para la ejecución de la caracterización, también la etapa de campo donde se recolectó la información necesaria para el desarrollo de los posteriores análisis de composición y estructura de los ecosistemas objeto de caracterización.

**Fotografía 5-1 Levantamiento de datos dasométricos**



Barrio: Torca I  
Coordenadas E 4885247,181 N 2090475,648  
Fuente: INGEDISA S.A, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 11

**Fotografía 5-2 Marcación de los árboles**



Barrio: Torca I  
Coordenadas E 4885266,281 N 2090465,448  
Fuente: INGEDISA S.A, 2023

- **Análisis de la información**


Una vez consolidada la información de campo, se realizó el análisis de composición y estructura de la vegetación en los diferentes estados fustal, latizal y brinzal; aspectos fundamentales para caracterizar el área de influencia físico-biótica-paisaje, evaluándose el comportamiento de las especies de flora identificadas, teniendo en cuenta a su vez el respectivo tratamiento metodológico para la información y que este cumpliera de manera efectiva con el propósito de la caracterización en términos de veracidad y cantidad de información levantada.

En este sentido, en términos de verificación de representatividad del muestreo, se implementó la metodología de Curvas de acumulación de especies en función del área muestreada de acuerdo con lo indicado en los TdR-17 <sup>1</sup>.

Se identificaron las Familias, géneros y especies botánicas y se evaluaron para cada una de ellas diferentes parámetros estructurales, para el análisis de la regeneración natural se usó el índice de regeneración (%RG), para los ecosistemas con la información disponible.

Para la consulta en detalle de los estimadores empleados para realizar el análisis estructural de la vegetación se remite al **Capítulo 2. Generalidades**.

<sup>1</sup>MINAMBIENTE, & ANLA. (2018). Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica (TdR-17). Bogotá.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 12

## ▪ **Análisis de la composición florística y estructura de la vegetación**

De acuerdo a lo anterior se desarrollará el análisis de estructura y composición de la flora en los ecosistemas que hicieron parte de este estudio de la siguiente manera: se abordaran los ecosistemas por tipo de cobertura y se hará el análisis para toda la cobertura en el área de influencia según su presencia en los biomas identificados para el área de influencia físico-biótica-paisaje del proyecto; así las cosas tenemos tres coberturas seminaturales, que presentan un alto grado de intervención antrópica y como es el caso de los pastos arbolados, modificaciones importantes en términos de composición en donde encontramos pasturas con individuos arbóreos de especies foráneas. Es así como se trataron los ecosistemas de: *Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental*, de la *Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino Cordillera oriental*, y la *Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino Cordillera oriental*.

## ▪ **Representatividad del muestreo.**

Para determinar la representatividad de los muestreos realizados en cada uno de los ecosistemas en estudio, se utilizó el método curva especie- área. Para esto se efectuaron curvas de acumulación de especies, las cuales representan gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, o de acuerdo con el incremento del número de individuos (Villareal, y otros, 2004)<sup>2</sup>.

Las curvas de acumulación se realizaron mediante el software Estimates 9.1 ® (orden de las parcelas aleatorizado 100 veces) de acuerdo con los datos recolectados para cada ecosistema muestreado. Se identificaron los estimadores Chao 1, Bootstrap, Ace y Cole según el “manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad”<sup>3</sup>.

Estos estimadores funcionan proyectando las especies que probablemente se podrían encontrar en los muestreos realizados, por lo cual basan su concepto en el “Pool” regional de especies, que se traduce en la cantidad de especies que podrían encontrarse en una región según las características climáticas y edáficas.

Los resultados de las curvas de acumulación para cada uno de los ecosistemas muestreados en el área en el área de influencia Físico-Biótica -Paisaje del proyecto; la memoria técnica de los cálculos se encuentra dentro del Anexo del presente estudio (**Anexo 5.2.1.1 Flora Curvas acumulación**) para cada uno de los ecosistemas analizados.

<sup>2</sup> VILLAREAL, H., M. ALVAREZ, S. CORDOBA, D ESCOBAR, G. FAGUA, F. GAST, H. MENDOZA, M. OSPINA y A.M. UMAÑA. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. 2004. Programa de inventarios de biodiversidad, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236..

<sup>3</sup> VILLAREAL, H. 2004. Op. Cit. p11

– **Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental.**

Para el ecosistema Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental, se realizó el análisis de representatividad mediante curvas de acumulación de especies y cálculo de error de muestreo del 15% con porcentaje de confiabilidad del 95%.

Para este ecosistema se realizaron 6 parcelas, en donde en donde se encontraron 6 especies en las categorías de desarrollo fustal, latizal y brinzal. Cómo se observa en la Tabla 5-1 representatividad para Chao 1 es del 100% y para Bootstrap del 93%, estos valores están asociados a la naturaleza homogénea y antrópica del ecosistema, indicando que la riqueza observada es casi igual a la esperada, la cual se encuentra representada casi en la totalidad de especies posibles a encontrar en el área.

**Tabla 5-1 Estimadores y representatividad de muestreo para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	100 %
Bootstrap	93 %
Cole	100%

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

– **Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.**


Para este ecosistema se realizaron 8 parcelas, en donde en donde se encontraron 7 especies en las categorías de desarrollo fustal, latizal y brinzal. Cómo se observa en la Tabla 5-2 representatividad para Chao 1 es del 82,74% y para Cole del 100%, estos valores están asociados a la naturaleza antrópica del ecosistema, indicando que la riqueza de especies observada es casi igual a la esperada, la cual se encuentra representada casi en la totalidad de especies posibles a encontrar en el área, en particular dentro del área de estudio del proyecto encontramos que todas las coberturas están altamente intervenidas y por eso su diversidad es muy baja, con presencia de especies introducidas que se han ido naturalizando dentro del ecosistema.

De forma complementario, se tiene que este tipo de coberturas responde totalmente a condiciones que vienen de una intervención antrópica, en la cual, la ocurrencia de las especies es determina por factores exógenos y no naturales, así mismo, observamos pocas especies, donde llegan a registrarse mayormente especies catalogadas como invasoras o exóticas.

**Tabla 5-2 Estimadores y representatividad de muestreo para los Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	82,74 %



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 14</b>

Cole	100%
------	------

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

#### – **Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental**

Para el ecosistema de vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental, se realizó el análisis de representatividad por curvas de acumulación de especies y cálculo de error de muestreo del 15% con porcentaje de confiabilidad del 95%.

Para este ecosistema se realizaron 14 parcelas, en donde en donde se registraron 17 especies en las categorías de desarrollo fustal, latizal y brinzal. Como se observa en la Tabla 5-3 representatividad para Chao 1 es del 94,50 %, para Bootstrap del 90,96% y Cole del 100%, estos valores están asociados a la baja riqueza de especies y la antropización del ecosistema, indicando que la riqueza observada es casi igual a la esperada, la cual se encuentra representada casi en la totalidad de especies posibles a encontrar en el área.

**Tabla 5-3 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	94,50 %
Bootstrap	90,96 %
Cole	100%

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

#### – **Vegetación secundaria alta del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.**

Para el análisis de este ecosistema se levantaron 8 parcelas, en las cuales se registraron 13 especies de las diferentes categorías de desarrollo como es fustal, latizal y brinzal. Como podemos observar en la Tabla 5-4, el valor para cada uno de los estimadores usados, donde la representatividad para Chao está en 84,09% y Cole del 100%, entro otros analizados, esto nos permite una vez más reiterar lo observado en los otros ecosistemas, la poca diversidad y antropización de los ecosistemas en el área de estudio del proyecto.


**Tabla 5-4 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	84,09 %
Bootstrap	86,49 %
Cole	100%

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

#### – **Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental**

Para este ecosistema se realizaron 14 parcelas, en donde en donde se encontraron 16

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 15

especies en las categorías de desarrollo fustal, latizal y brinzal. Cómo se observa en la Tabla 5-5 representatividad para Chao 1 es del 91,48 % y para Cole del 100%, estos valores están asociados a la naturaleza antrópica del ecosistema, indicando que la riqueza de especies observada es casi igual a la esperada, la cual se encuentra representada casi en la totalidad de especies posibles a encontrar en el área, en particular dentro del área de estudio del proyecto encontramos que todas las coberturas están altamente intervenidas y por eso su diversidad es muy baja, con presencia de especies introducidas que se han ido naturalizando dentro del ecosistema.

**Tabla 5-5 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	91,48 %
Cole	100%

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

– **Vegetación secundaria baja del Oroboma Andino Altoandino cordillera oriental.**

Para el ecosistema de vegetación secundaria baja del Oroboma Andino Altoandino cordillera oriental, se realizó el análisis de representatividad mediante curvas de acumulación de especies y cálculo de error de muestreo del 15% con porcentaje de confiabilidad del 95%.

Para este ecosistema se realizaron 6 parcelas, en donde en donde se encontraron 7 especies en las categorías de desarrollo fustal, latizal y brinzal. Cómo se observa en la Tabla 5-1 representatividad para Chao 1 es del 100% y para Bootstrap del 98,59%, estos valores están asociados a la naturaleza homogénea y antrópica del ecosistema, indicando que la riqueza observada es casi igual a la esperada, la cual se encuentra representada casi en la totalidad de especies posibles a encontrar en el área.


**Tabla 5-6 Estimadores y representatividad de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Oroboma Andino Altoandino cordillera oriental.**

Estimador	Representatividad
Chao 1	100 %
Bootstrap	98,59 %
Cole	100%

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

Dentro de los anexos se encuentran las gráficas para cada uno de los ecosistemas analizados, donde se presentan los estimadores proyectados para el ecosistema según las unidades muestréales, se observa que hay una tendencia asintótica, lo que significa que los datos están alcanzando una estabilidad y la cantidad de especies están alcanzando su máximo valor.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 16</b>

En este sentido se concluye que, dentro del área de influencia del proyecto, encontramos coberturas seminaturales que han sido altamente transformadas por la interacción de actividades económicas propias de áreas urbanas con presencia de territorios dedicados a la agricultura. Se puede mencionar también, que existe un proceso de sucesión natural o proceso de naturalización, con la frecuencia de pocas especies, donde abundan especies exóticas de carácter invasivo, que estancan los procesos de dinámica sucesional natural dentro del ecosistema, haciendo que se presente una baja diversidad. A continuación, se describen para cada uno de los biomas y su interacción con las coberturas de la tierra (ecosistema), los diferentes estadígrafos que confirman este análisis.

#### **5.2.1.1.1 Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

- **Localización de las unidades de muestreo**

Los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental abarcan un total de 10,63 ha que con una representatividad equivalente al 2,35% dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje. Se realizó el levantamiento de siete (7) unidades muestrales para su caracterización, la localización de estos puntos de muestreo se puede consultar en el **Anexo/Capítulo 5.2, Medio biótico/ Flora/ Ubicación de parcelas de muestreo**.

- **Composición florística**

Comprende áreas que incluyen tierras cubiertas con pastos en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles con alturas considerables o por encima de los cinco metros y estos se distribuyen de manera dispersa<sup>4</sup>.

Para el área de estudio se evidencio la fuerte influencia antrópica en la modificación de las áreas verdes y pastos arbolados, debido a que en su mayoría estaban completamente sustituidas las especies naturales por especies evidentemente foráneas, modificando de esta manera la condición seminatural que caracteriza a los pastos arbolados, con especies naturales herbáceas y presencia de algunas arbóreas nativas propias de estas zonas.

- **Composición florística para los pastos arbolados**

A continuación, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de los pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total 70 individuos en la categoría fustal, los cuales pertenecen a 9 géneros y 9 especies, distribuidos en 7 familias.

Se identifica en la Tabla 5-7 una alta presencia de especies exóticas, las cuales predominan en la cobertura de la tierra, siendo las que mayormente representan el muestreo realizado

---

<sup>4</sup> IDEAM, 2010. Op. Cit. p11

para la cobertura en los dos ecosistemas objeto de evaluación.

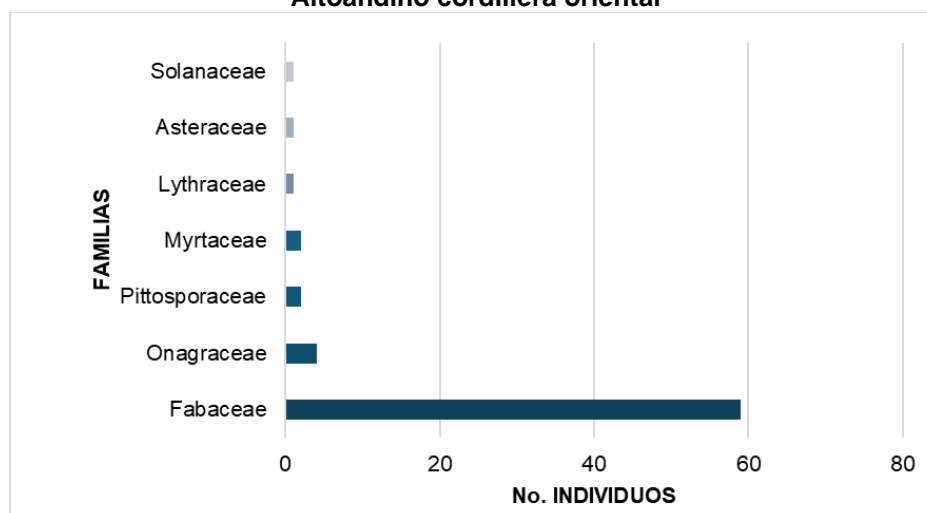
**Tabla 5-7 Composición florística para los pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**


Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Individuos	No ind * familia	No. De géneros
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	1	1	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	13	59	3
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	18		
	<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	28		
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales	1	1	1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	2	2	1
Onagraceae	<i>Fucsia boliviana</i>	Fucsia	4	4	1
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	2	2	1
Solanaceae	<i>Solanum marginatum</i>	Lulo perro	1	1	1
<b>Total</b>			<b>70</b>	<b>70</b>	<b>9</b>

Fuente: Ingeniería y Diseño S.A., 2023

En la Figura 5-1, se aprecia la distribución de individuos para la composición de familias identificadas en la cobertura de pastos arbolados en los dos biomas objetivo, así las cosas, se evidencia un predominio de la familia Fabaceae, por otro lado, las familias menos abundantes contienen especies que son características de los ecosistemas naturales, siendo esto, evidencia del alto grado de transformación de los territorios para esta cobertura.

**Figura 5-1 Número de individuos para las principales familias botánicas, presentes en los pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 18</b>

Fuente: Ingeniería y Diseño S.A., 2023

### – Composición florística Fustales

En la Tabla 5-19, a continuación, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total 42 individuos en la categoría fustal, los cuales pertenecen a 7 géneros y 7 especies, distribuidos en 5 familias.

**Tabla 5-8 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

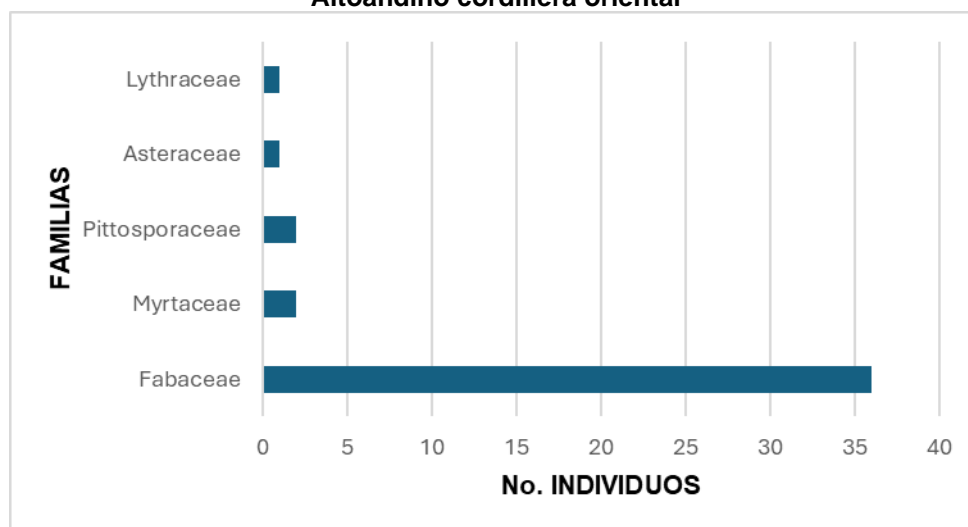
Familia	Especie	Nombre Común	No. individuos	No. ind * familia	No. de generos
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	1	1	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	6	36	3
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	13		
	<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	17		
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales	1	1	1
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	2	2	1
Pittosporaceae	<i>Pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	2	2	1
<b>Total</b>			<b>42</b>	<b>42</b>	<b>7</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se evidencia en la Tabla 5-8 la especie con mayor abundancia que son 17 individuos de la categoría fustal, que corresponde a el 40,48% del total, correspondiendo a la especie *Acacia lophantha* (*Paraserianthes lophanta*), esto se explica por las características de la especie la cual tiene una alta tasa de reproducción tanto por semillas como vegetativamente, así como la capacidad de aparecer rápidamente en áreas donde se han presentado fenómenos de agricultura o ganadera, así como también en áreas donde se han presentado incendios con anterioridad.

Estas características la catalogan como una especie invasora, aun cuando su uso en división de potreros como cerca viva, forraje, leña, postes, etc. Este uso ha sido aceptado y practicado en el área del proyecto, lo que permite encontrar áreas o parches de Pastos arbolados de esta especie, así como de otras como *Acacia negra* (*Acacia melanoxylon*), *acacia gris* (*Acacia decurrens*) y *Eucalipto* (*E. Globulus*), en zonas donde se han dejado de practicar actividades de pastoreo entre otras que permite la activación del proceso de germinación de esta especie.

**Figura 5-2 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Estructura Horizontal

Dentro de la estructura horizontal que se analizó para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental que se localizan dentro del área de influencia físico-biótica paisaje del proyecto, se identificó que la especie con mayor abundancia, frecuencia y dominancia 97,41%, corresponde a la *Acacia lophantha* (*Paraserianthes lophantha*), le sigue en importancia la *Acacia negra* (*Acacia melanoxylon*). A continuación, en la Tabla 5-20 y Figura 5-9 se presenta el Índice de valor de importancia de las especies presentes en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental se muestran los resultados del IVI, donde se evidencia la antropización del ecosistema con la dominancia de especies exóticas que fueron introducidas, las cuales en su mayoría tienen características de especies invasoras, que dificultan la sucesión natural.

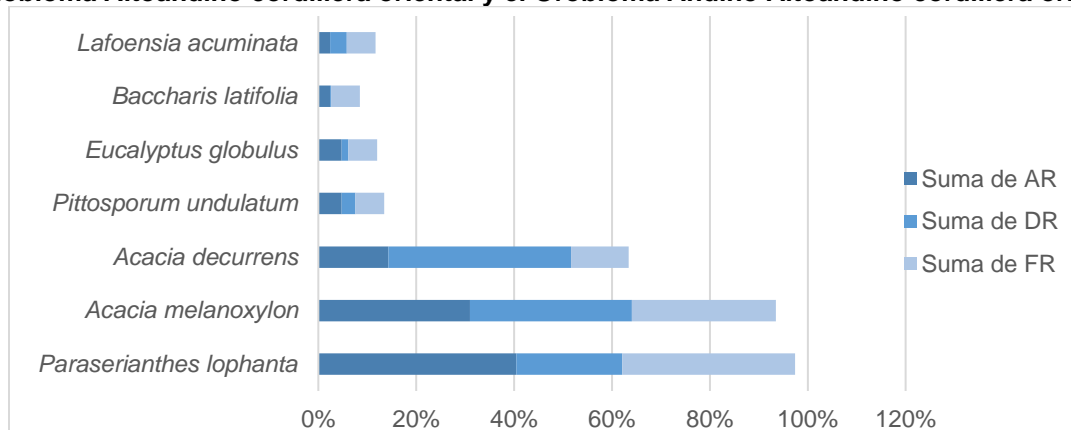
**Tabla 5-9 Índice de valor de importancia (IVI) para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	6	14,29%	1,27	37,39%	28,5	11,76%	63,44%
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	Fabaceae	13	30,95%	1,12	33,14%	71,4	29,41%	93,50%
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	Asteraceae	1	2,38%	0,01	0,25%	14,2	5,88%	8,51%
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	2	4,76%	0,05	1,36%	14,2	5,88%	12,01%

Especie	Nombre Común	Familia	AA	AR	DD	DR	FF	FR	IVI
<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales	Lythraceae	1	2,38%	0,12	3,44%	14,2	5,88%	11,70%
<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	Fabaceae	17	40,48%	0,73	21,64%	85,7	35,29%	97,41%
<i>Pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	Pittosporaceae	2	4.76%	0.09	2.79%	14.2	5.88%	13.43%
Total, general			42	100%	3.39	100%	100	100%	300%

AA: Abundancia absoluta; AR%: Porcentaje de Individuos de la especie; DA: Dominancia absoluta; DR: Proporción del Área Basal de la especie; FA: Frecuencia absoluta; FR%: Frecuencia con que Aparece la especie en las Unidades Muestrales; IVI: Índice Valor de Importancia de la especie  
Fuente: INGEDISA S.A, 2023

**Figura 5-3 Índice de valor de importancia de las especies en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Índices de Diversidad

Se realizaron los cálculos de índices de riqueza y diversidad específica para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental teniendo en cuenta que esta se compone de 7 especies, y analizando los resultados obtenidos en cada uno de los índices, se concluye que tiene una diversidad baja.

Dentro y fuera de la zona evaluada se puede apreciar que su diversidad es baja hasta el punto de ser nula para la categoría fustal donde no encontramos más especies, como la Acacia lophantha (*Paraserianthes lophanta*) y Acacia negra (*Acacia melanoxylon*), por sus características predominan en esta área, esto sumado a las prácticas y dinámicas como los vientos y los eventos de perturbación o cambio de las coberturas presentes. A continuación, en la Tabla 5-21 se muestran los resultados para los índices evaluados.

**Tabla 5-10 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Índices		Fustales
No Especies		7
No Individuos		42
Índices riqueza específica	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	1.61
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1.08
Índices de abundancia proporcional	Índice de Equidad de Shannon (H)	1.43
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0.32
CM		0.17
proporción		6

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se aprecia en la Tabla 5-21 se presenta una riqueza baja ya que la cobertura de Pastos arbolados evaluado está influenciada por una alta intervención antrópica, donde se encuentran especies introducidas que limitan los procesos naturales de restauración, ya que tienden a ser invasivas y generan alelopatías que limitan la germinación de semillas de especies nativas.

#### – Distribución de clases de altura

Se empleó el método de Sturges para el cálculo de esta distribución, se determinaron 7 clases o categorías de altura a partir de los datos de campo obtenidos de los 42 individuos, donde la mayor parte de estos se encuentra en la categoría II y V con 10 individuos, es decir un 23,81%, le sigue la categoría III con 8 individuos, lo que equivale al 19,05 %, le siguen las categorías IVI con 6 individuos, es decir con el 14,29 %, los valores y distribución pueden apreciarse a continuación, en la Tabla 5-22 y Figura 5-10.

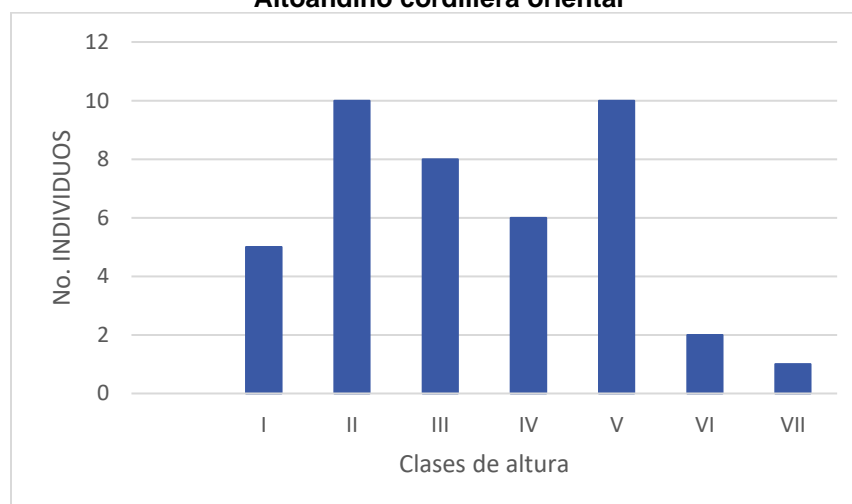
**Tabla 5-11 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Clase	Intervalo		No. Ind	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	3.00	4.72	5	11.90
II	4.73	6.45	10	23.81
III	6.46	8.18	8	19.05
IV	8.19	9.92	6	14.29
V	9.93	11.65	10	23.81
VI	11.66	13.38	2	4.76
VII	13.39	15.11	1	2.38
TOTAL			42	100

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Esta distribución altimétrica obedece a una vegetación con cierta madurez donde ya se han establecido individuos de portes altos y medios, que no han sido intervenidos para su aprovechamiento, hay 19 individuos de alturas superiores a 9 metros siendo también característico de las especies y de la distribución de los individuos dentro del parche de Pastos arbolados evaluado.

**Figura 5-4 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Distribución por clase diamétrica

Para el cálculo de la distribución de clase diamétrica se agruparon los 42 individuos en 7 categorías diamétricas, donde la mayoría se concentró en la categoría I de diámetros bajos con 22 individuos lo que equivale al 52,74%, le siguen la categoría II con el 16,7 %, con 7



individuos, respectivamente. A continuación, en la Tabla 5-23 y Figura 5-11 se pueden observar los resultados obtenidos descritos para los individuos registrados dentro del ecosistema.

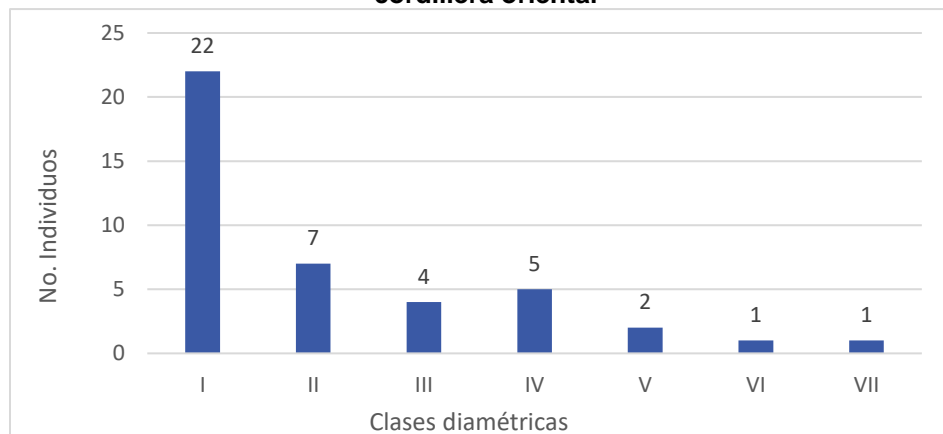
**Tabla 5-12 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Clases diamétricas				
Clase	Intervalo		No. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0.10	0.20	22	52.4
II	0.21	0.30	7	16.7
III	0.31	0.40	4	9.5
IV	0.41	0.50	5	11.9
V	0.51	0.60	2	4.8
VI	0.61	0.70	1	2.4
VII	0.71	0.80	1	2.4
VII	0.81	0.90	0	0.0
IX	0.91	1.00	0	0.0
<b>TOTAL</b>			<b>42</b>	<b>100.0</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se aprecia en la Figura 5-5, se tiene como resultado una distribución en “J” invertida, es decir, donde son más abundantes los individuos con DAP pequeños, esto indica un proceso de desarrollo normal, donde no se han tenido eventos de aprovechamiento en un corto plazo, no obstante, se tiene un proceso sucesional que viene de una fuerte intervención de los ecosistemas naturales propios de la región, además del claro endurecimiento y compactación de las zonas verdes que no permiten que se den procesos naturales.

**Figura 5-5 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Volúmenes

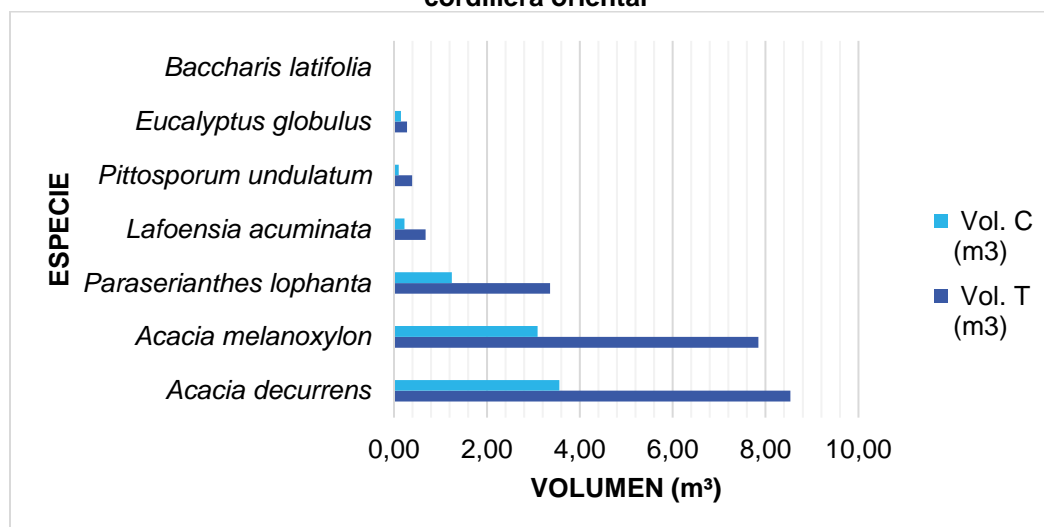
Se calculó un volumen total de 21,11 m<sup>3</sup>, y un volumen comercial de 8,38 m<sup>3</sup> para las 7 especies evaluadas, donde se identificó que la Acacia gris (*Acacia decurrens*), aporta el mayor dato de volumen con solo 6 individuos, mostrando el potencial que tiene en la industria forestal, los resultados se pueden observar en la Tabla 5-24 y Figura 5-12.

**Tabla 5-13 Volúmenes registrados para las especies analizadas del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre Común	Familia	N° Individuos	Volumen Total (m3)	Volumen Comercial(m3)
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	6	8.53	3.56
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	Fabaceae	13	7.84	3.09
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilco	Asteraceae	1	0.02	0.00
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	2	0.28	0.15
<i>Lafoensia acuminata</i>	Guayacán de Manizales	Lythraceae	1	0.68	0.23
<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	Fabaceae	17	3.36	1.24
<i>Pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	Pittosporaceae	2	0.39	0.10
<b>Total</b>			<b>42</b>	<b>21.11</b>	<b>8.38</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

**Figura 5-6 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Posición Sociológica

Esta evaluación permite determinar la ubicación de las especies en 3 estratos del ecosistema, como se muestra en la Tabla 5-25, esto permite entender la dinámica y tendencia de la cobertura vegetal, que para este caso son los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.

Es posible apreciar que se presentan individuos en los 3 estratos de altura establecidos, ya que se incluyeron las 3 categorías de crecimiento registradas en la caracterización, como son los brinzales latizales y fustales, como resultado el estrato inferior es el que presenta mayor abundancia de individuos (31), es decir un 44,29 %, le sigue el estrato medio con 12 individuos y el 37,14 % y por último el estrato superior con 13 individuos es decir el 18,57%. Esto indica que la vegetación evaluada ha podido establecerse sin eventos de remoción de la cobertura que limita el desarrollo de los individuos maduros de portes altos, y se evidencia una naturalización en el ecosistema de las nuevas especies introducidas con una buena regeneración natural.

**Tabla 5-14 Posición sociológica para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

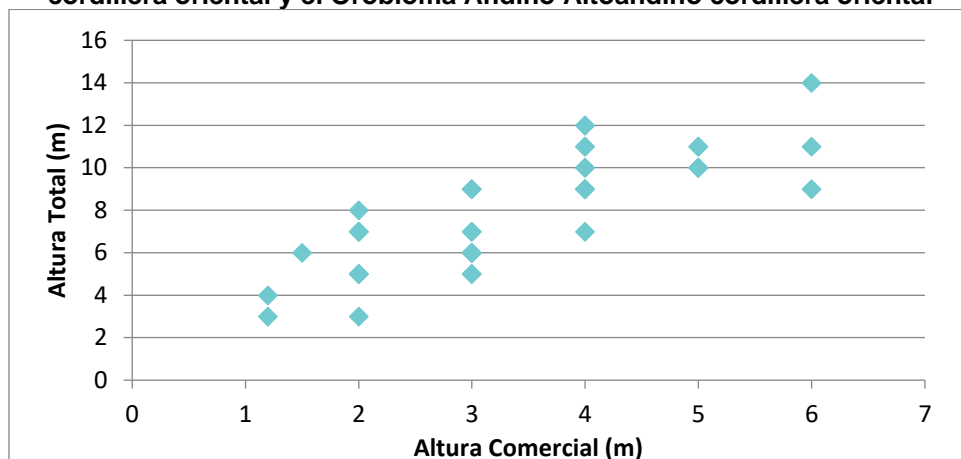
Altura (min)	Altura (max)	Estrato	No. Individuos	%	Importancia
0.0	4.7	Inferior	31	44.29%	0.44
4.7	9.3	Medio	26	37.14%	0.37
9.3	14.0	Superior	13	18.57%	0.19
<b>Total</b>			<b>70</b>	<b>100.00%</b>	<b>1.00</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Diagrama de Ogawa

Para entender la dinámica de las alturas de los individuos se realizó el diagrama de Ogawa, donde, se observa la acumulación de individuos en las clases iniciales y media, y en menor medida la superior, como se observa en la siguiente Figura 5-13, mostrando la naturalización de las especies introducidas con una dominancia en las alturas bajas, donde se encuentra la regeneración natural.

**Figura 5-7 Diagrama de Ogawa para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**




Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Grados de sociabilidad o agregación

Para el análisis de sociabilidad o agregación, se parte del análisis de indicador calculado, considerando que, cuando el  $GA > 2$ , indica que la especie tiene una distribución agrupada, cuando el  $GA > 1$  hay tendencia al agrupamiento y cuando el  $GA < 1$ , indica que la especie se encuentra dispersa; según esto se tiene para este caso de la especie *Acacia negra* (*Acacia decurrens*) la cual presenta una distribución agrupada en área del ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental (Tabla 5-26), esto es un indicador particular de la especie en mención, como de todas las especies introducidas con características de invasoras, donde dominan la regeneración natural y se agrupan dentro del ecosistema impidiendo el crecimiento de otras especies a su alrededor, compitiendo por recursos y eliminando procesos naturales como la dinámica sucesional.

**Tabla 5-15 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema de Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Nombre Científico	N° de Individuos	Parcelas	Frecuencia	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Acacia decurrens</i>	6	2	28.47	0.34	0.86	2.56	Distribución Agrupada
<i>Acacia melanoxylon</i>	13	5	71.33	1.25	1.86	1.49	Tendencia al Agrupamiento
<i>Baccharis latifolia</i>	1	1	14.19	0.15	0.14	0.93	Dispersa
<i>Eucalyptus globulus</i>	2	1	14.19	0.15	0.29	1.87	Tendencia al Agrupamiento
<i>Lafoensia acuminata</i>	1	1	14.19	0.15	0.14	0.93	Dispersa

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 27</b>

Nombre Científico	Nº de Individuos	Parcelas	Frecuencia	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Paraserianthes lophanta</i>	17	6	85.61	1.94	2.43	1.25	Tendencia al Agrupamiento
<i>Pittosporum undulatum</i>	2	1	14.19	0.15	0.29	1.87	Tendencia al Agrupamiento
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>17</b>	<b>242.16</b>	<b>4.14</b>	<b>6</b>	<b>10.90</b>	

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Regeneración Natural

En el levantamiento de información del inventario forestal se encontraron 17 individuos en la categoría Ct2 y 11 en la Ct3, distribuidos en 5 géneros y 3 familias (Ver Tabla 5-27), como se observa en los resultados, la regeneración natural de la acacia gris (*Acacia decurrens*), presenta mayor dominancia dentro de la categoría Ct2, y la especie *Acacia lophantha* (*Paraserianthes lophanta*) algo que es común en las especies invasoras y de patrón de agrupación gregaria.

**Tabla 5-16 Composición florística para la regeneración natural en los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**


Familia	Especie	Nombre Común	Tamaño		Total, general
			Ct2	Ct3	
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	7		7
Fabaceae	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	4	1	5
Onagraceae	<i>Fucsia boliviana</i>	Fucsia	4		4
Fabaceae	<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	1	10	11
Solanaceae	<i>Solanum marginatum</i>	Lulo perro	1		1
<b>Total, general</b>			<b>17</b>	<b>11</b>	<b>28</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se puede observar en la Tabla 5-17 Índice de Regeneración Natural (IRN) para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, se presenta el análisis de la dinámica sucesional para el ecosistema en mención, donde la especie más abundante es la *Acacia lophantha* (*Paraserianthes lophanta*) con 11 individuos y el 40,6 %, seguido de la *Acacia gris* (*Acacia decurrens*) con 7 individuos lo que equivale a 20,7% de regeneración natural, mostrando el alto grado de naturalización y adaptación dentro del ecosistema.


**Tabla 5-17 Índice de Regeneración Natural (IRN) para los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre Común	Familia	AB%	CTr%	Fr %	%
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	25,00	14,81	22,22	20,7

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>				<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
					<b>VERSIÓN: 00</b>
					<b>PÁG. 28</b>

Especie	Nombre Común	Familia	AB%	CTr%	Fr %	%
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	Fabaceae	17,86	14,28	22,22	18,1
<i>Fucsia boliviana</i>	Fucsia	Onagraceae	14,29	8,46	22,22	15
<i>Paraserianthes lophanta</i>	Acacia lophantha	Fabaceae	39,29	60,31	22,22	40,6
<i>Solanum marginatum</i>	Lulo perro	Solanaceae	3,57	2,11	11,11	5,6
<b>Total, general</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 29</b>

### 5.2.1.1.2 Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino Cordillera oriental

- **Localización de las unidades de muestreo**

La Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental abarca un total de 26,93 ha con una representatividad equivalente al 5,95% dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje. Se realizó el levantamiento de 22 unidades muestrales para su caracterización, la localización de estos puntos de muestreo se puede consultar en el **Anexo/Capítulo 5.2, Medio biótico/ Flora/ Ubicación de parcelas de muestreo**.

- **Composición florística**

Comprende áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular por la predominancia de unas especies sobre otras y la presencia de algunos arbustos, componiendo estadios intermedios de la sucesión vegetal, luego de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o un abandono progresivo de áreas de pastizales<sup>5</sup>.

En relación con el área de estudio, esta cobertura evidencia influencia antrópica en el desarrollo de la vegetación para la sucesión ecológica, debido a la presencia de especies foráneas que fueron implementadas en el pasado con intereses quizás comerciales o de reforestación de áreas desprovistas de vegetación, en ese orden de ideas, se puede percibir que se trata de espacios desnaturalizados donde ocurren dinámicas como pueden verse especies foráneas dominando o con una tasa de crecimiento en cantidad de individuos importante en estas áreas.

- **Composición florística para la vegetación secundaria alta**

A continuación, en la Tabla 5-18, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de la vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total 203 individuos en la categoría fustal, latizal y brinzal los cuales se distribuyen en 16 géneros y 19 especies, presentes en 13 familias.

**Tabla 5-18 Composición florística para la vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Individuos	No ind * familia	No. de géneros
Asteraceae	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	43	43	1
Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayo	15	15	1
Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i>	Sangredrigo	6	6	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	13	20	2

<sup>5</sup> IDEAM, 2010. Op. Cit. p11



Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Individuos	No ind * familia	No. de géneros
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	2		
	<i>Senna viarum</i>	Alcaparro	5		
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	21	21	1
Onagraceae	<i>Fuchsia boliviana</i>	fucsia	10	10	1
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>	cordoncillo	1	18	2
	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	17		
Pittosporaceae	<i>pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	9	9	1
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafe de monte	1	1	1
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Saece lloron	6	6	1
Solanaceae	<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	27	45	2
	<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de arbol	3		
	<i>Solanum marginatum</i>	Lulo de perro	2		
	<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	13		
Verbenaceae	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	4	4	1
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	5	5	1
<b>Total</b>			<b>203</b>	<b>203</b>	<b>16</b>

Fuente: Ingeniería y Diseño S.A., 2023

#### – Composición florística Fustales

En la Tabla 5-19, a continuación, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total 108 individuos en la categoría fustal, los cuales pertenecen a 13 géneros y 15 especies, distribuidos en 11 familias.

**Tabla 5-19 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

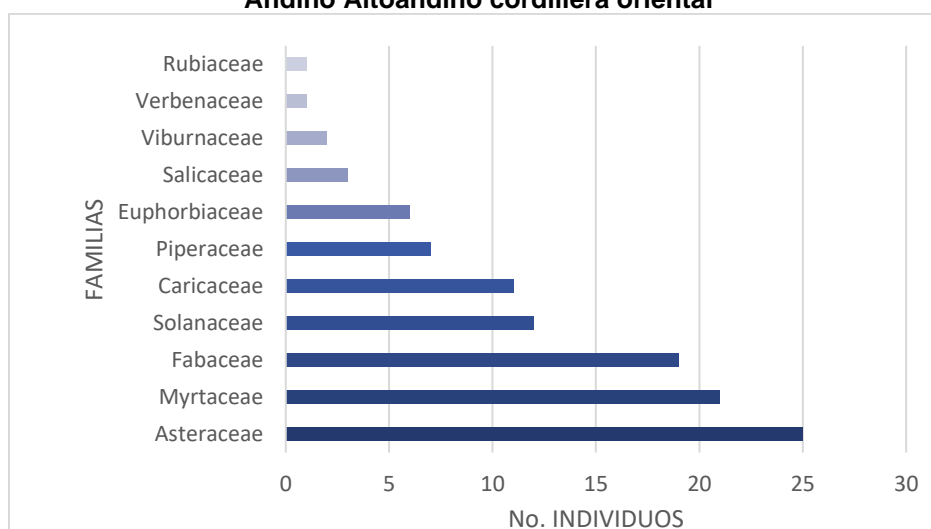
Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	No ind * familia	No. De géneros
Asteraceae	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	25	25	1
Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayo	11	11	1
Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i>	Sangre drago	6	6	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	12	19	2
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	2		
	<i>Senna viarum</i>	Alcaparro	5		

Familia	Especie	Nombre común	No. Individuos	No ind * familia	No. De géneros
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	21	21	1
Piperaceae	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	7	7	1
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafe de monte	1	1	1
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Saece lloron	3	3	1
Solanaceae	<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	8	12	2
	<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de arbol	1		
	<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	3		
Verbenaceae	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	1	1	1
Viburnaceae	<i>sambucus nigra</i>	Sauco	2	2	1
Total general			108	108	13

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Dentro de este ecosistema, se evidencia la presencia de especies exóticas o introducidas, mostrando el alto grado de intervención, como se observa en la tabla y figura a continuación, especies como Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Acacia gris (*Acacia decurrens*) presentan una gran representatividad, mostrando que el ecosistema conserva en una baja medida, lo que corresponde a rasgos de una composición florística pobre para los ecosistemas naturales, y un cambio por ecosistemas que claramente están condicionados por la intervención antrópica, característico también, de ecosistemas en constante cambio que finalmente llegan a desaparecer en el territorio.

**Figura 5-8 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Estructura Horizontal

La estructura horizontal que se presenta para la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental que se localiza dentro del área de influencia físico-biótica paisaje, se presenta, a continuación, en la Tabla 5-20 y Figura 5-9, se evidencia el Índice de valor de importancia de las especies en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, donde, las especies con mayor peso ecológico son introducidas; Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 55,03% y Acacia gris (*Acacia decurrens*) 47, 12%, aunque la más abundante sea el Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), considerada especie pionera, con 25 individuos y el 46,16% del I.V.I, permitiéndonos analizar que posiblemente hay un proceso de sucesión vegetal, en sitios donde se establecieron plantaciones forestales de las especies antes mencionadas y fueron abandonadas.

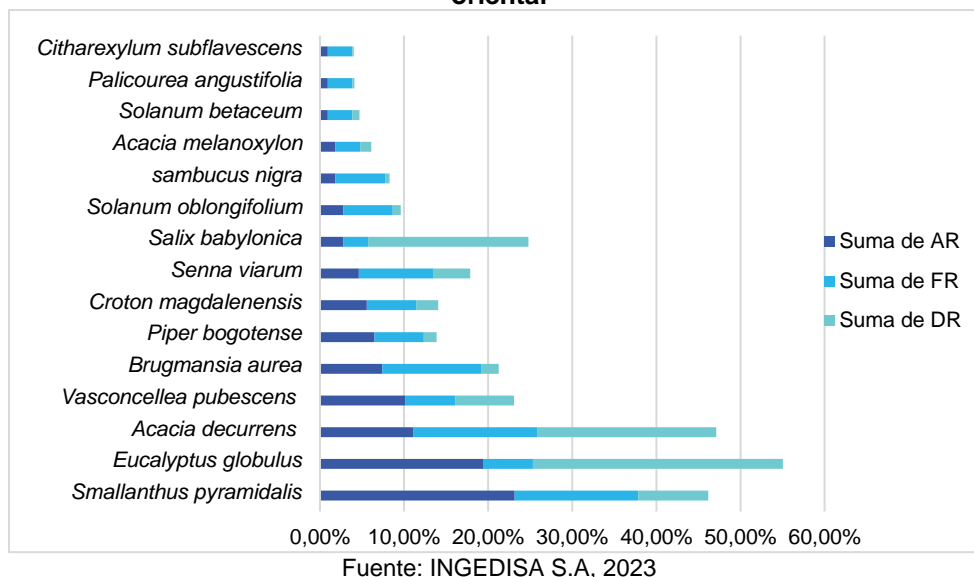
**Tabla 5-20 Índice de valor de importancia (IVI) para la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre común	Familia	Aa	Ar	Dd	Dr	Ff	Fr	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	12	11,11%	1,32	21,31%	45,45	14,71%	47,12%
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	Fabaceae	2	1,85%	0,08	1,33%	9,09	2,94%	6,13%
<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	Solanaceae	8	7,41%	0,13	2,09%	36,36	11,76%	21,27%
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	Verbenaceae	1	0,93%	0,01	0,13%	9,09	2,94%	4,00%
<i>Croton magdalenensis</i>	Sangredrigo	Euphorbiaceae	6	5,56%	0,16	2,63%	18,18	5,88%	14,07%
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	21	19,44%	1,84	29,70%	18,18	5,88%	55,03%
<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafe de monte	Rubiaceae	1	0,93%	0,01	0,21%	9,09	2,94%	4,07%
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	Piperaceae	7	6,48%	0,09	1,49%	18,18	5,88%	13,86%
<i>Salix babylonica</i>	Saece lloron	Salicaceae	3	2,78%	1,18	19,05%	9,09	2,94%	24,77%
<i>sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	2	1,85%	0,03	0,53%	18,18	5,88%	8,26%
<i>Senna viarum</i>	Alcaparro	Fabaceae	5	4,63%	0,27	4,40%	27,27	8,82%	17,85%
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	25	23,15%	0,51	8,31%	45,45	14,71%	46,16%
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de arbol	Solanaceae	1	0,93%	0,05	0,85%	9,09	2,94%	4,71%
<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	Solanaceae	3	2,78%	0,06	0,96%	18,18	5,88%	9,62%
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayo	Caricaceae	11	10,19%	0,43	7,01%	18,18	5,88%	23,08%
<b>Total general</b>			<b>108</b>	<b>100%</b>	<b>6,18</b>	<b>100%</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>	<b>300%</b>

AA: Abundancia absoluta; AR%: Porcentaje de Individuos de la especie; DA: Dominancia absoluta; DR: Proporción del Área Basal de la especie; FA: Frecuencia absoluta; FR%: Frecuencia con que Aparece la especie en las Unidades Muestrales; IVI: Índice Valor de Importancia de la especie

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

**Figura 5-9 Índice de valor de importancia de las especies en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Índices de Diversidad

Se realizaron los cálculos de índices de riqueza y diversidad para la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera como el coeficiente de mezcla, índice de riqueza de especies de Margalef, así como índices de estructura como Shannon y Simpson.

A continuación, en la Tabla 5-21 se muestran los resultados para los índices evaluados, donde se evidencia que la riqueza y diversidad es moderada, ya que índices como Margalef y Shannon, están por arriba de 2, indicando que hay una media o moderada riqueza de especies en el ecosistema.

**Tabla 5-21 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Altoandino cordillera oriental		
Índices		Fustales
No Especies		15
No Individuos		108
Índices riqueza específica	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	2.99
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1.44

Índices		Fustales
Índices de abundancia proporcional	Índice de Equidad de Shannon (H)	2.28
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0.13
CM		0.14
proporción		7

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se aprecia en el ecosistema hay solo 15 especies distribuidas en 108 individuos inventariados, por tal razón, se concluye que la diversidad es media, indicando que dentro del mismo se presentó algún disturbio o intervención antrópica.

#### – Distribución de clases de altura

Se empleó el método de Sturges para el cálculo de esta distribución, se determinaron 8 clases o categorías de altura a partir de los datos de campo obtenidos de los 108 individuos, donde la mayor parte de estos se encuentra en la categoría II con 33 individuos, es decir un 30,56 %, le sigue la categoría III con 22 individuos, lo que equivale al 20,37 %, le siguen las categorías IV con 13 individuos, con el 12,04%, en la Tabla 5-22 y Figura 5-10 se muestra la distribución altimétrica .

**Tabla 5-22 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Oroboma Andino Altoandino cordillera oriental**

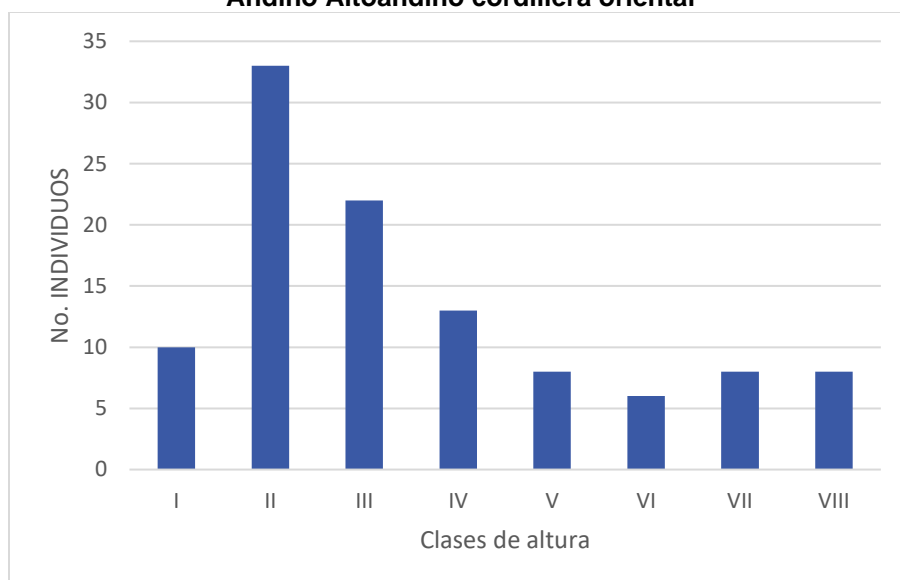
Clase de alturas				
Clase	Intervalo		No. Ind	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	3.00	5.19	10	9.26
II	5.20	7.40	33	30.56
III	7.41	9.60	22	20.37
IV	9.61	11.80	13	12.04
V	11.81	14.01	8	7.41
VI	14.02	16.21	6	5.56
VII	16.22	18.41	8	7.41
VIII	18.42	20.62	8	7.41
Total			108	100

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Esta distribución altimétrica obedece a una vegetación con cierta madurez, donde ya se han establecido individuos de portes altos y medios que no han sido intervenidos para su

aprovechamiento, se observan individuos 8 individuos con alturas superiores a los 19 m, los cuales, son remanentes de intervenciones sobre la cobertura en algún momento de su desarrollo, también indica, especies de rápido crecimiento que se posicionen sobre el dosel de esta.

**Figura 5-10 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Distribución por clase dimétrica

Para el cálculo de la distribución de clase diamétrica se agruparon los 108 individuos en 7 categorías, donde la de mayor concentración de individuos fue la categoría I de diámetros bajos, con 63 individuos, lo que equivale al 58,3 %, le siguen la categoría II con el 24,1 %, es decir con 26 individuos, respectivamente. A continuación, en la Tabla 5-23 y Figura 5-11 se pueden observar los resultados antes descritos.

**Tabla 5-23 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

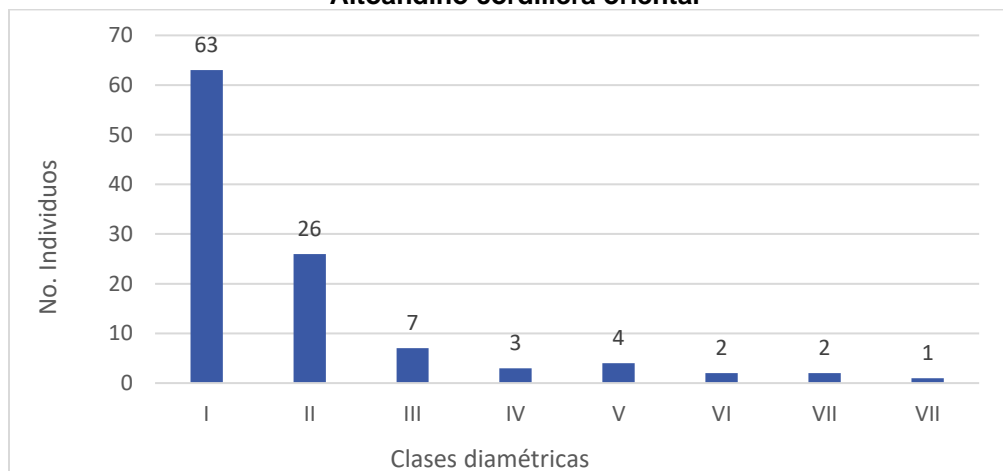
Clases diamétricas				
Clase	Intervalo		No. Ind	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0.10	0.20	63	58.3
II	0.21	0.30	26	24.1
III	0.31	0.40	7	6.5
IV	0.41	0.50	3	2.8
V	0.51	0.60	4	3.7

Clases diamétricas				
Clase	Intervalo		No. Ind	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
VI	0.61	0.70	2	1.9
VII	0.71	0.80	2	1.9
VII	0.81	0.90	1	0.9
Total			108	100.0

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Se presenta una distribución en “J” invertida, es decir donde son más abundantes los individuos con DAP pequeños, esto indica un proceso de desarrollo normal, donde no se han tenido eventos de aprovechamiento y por tanto se encuentra encaminado a etapas de productividad y crecimiento vegetal más avanzado, nos permite analizar el grado de recuperación que está teniendo el ecosistema en mención, por la alta presencia de individuos juveniles.

**Figura 5-11 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**




Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Volúmenes

Se calculó un volumen total de 56,51 m<sup>3</sup>, y un volumen comercial de 29,33 m<sup>3</sup> para las especies registradas, siendo la especie Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) la que registra un mayor volumen con 21,83 m<sup>3</sup>, seguida de la especie Acacia gris (*Acacia decurrens*) con 12,10 m<sup>3</sup>, indicándonos que estas especies pueden pertenecer a una plantación abandonada que inicio un proceso de restauración pasiva, los resultados se pueden observar en la Tabla 5-24 y Figura 5-12.



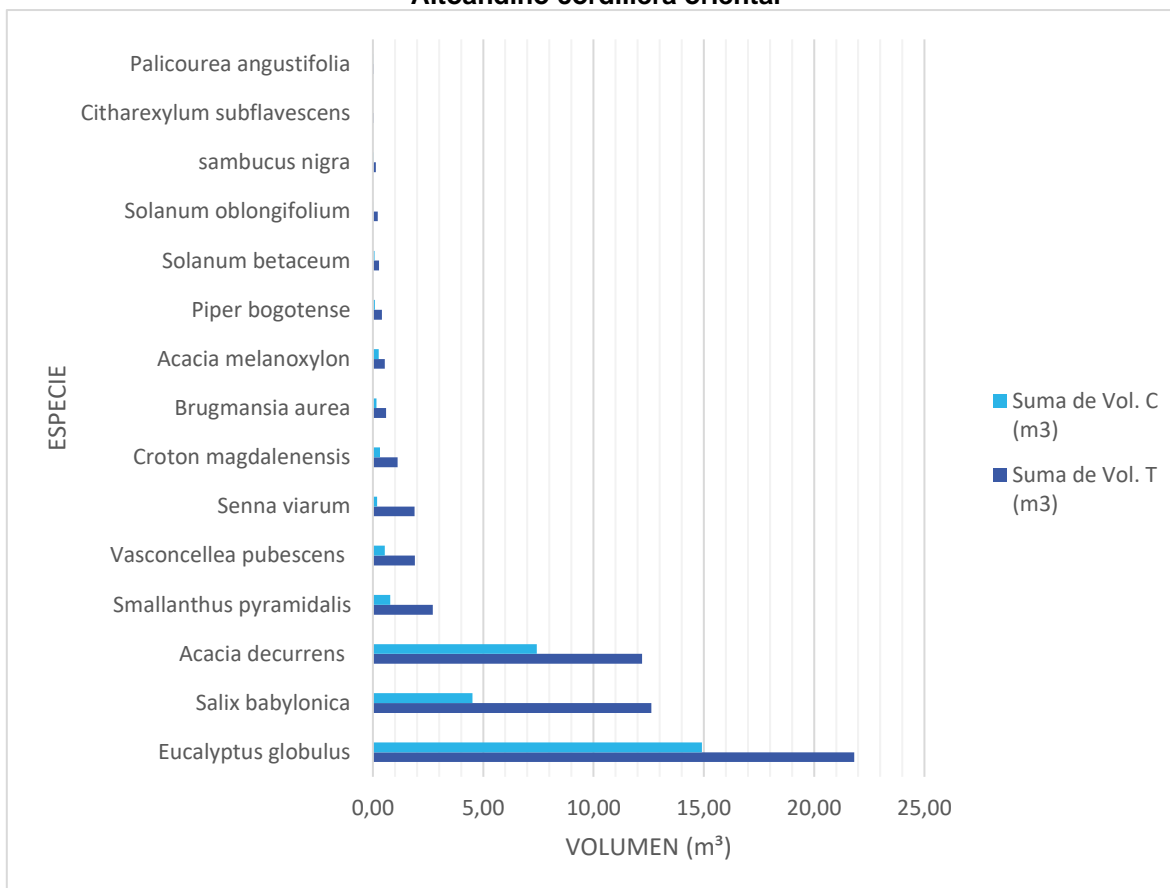
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 37

**Tabla 5-24 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre Común	Familia	Volumen Total (m³)	Volumen Comercial (m³)
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	12.20	7.44
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia negra	Fabaceae	0.54	0.27
<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	Solanaceae	0.60	0.17
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	Verbenaceae	0.04	0.00
<i>Croton magdalenensis</i>	Sangredrigo	Euphorbiaceae	1.11	0.32
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Myrtaceae	21.83	14.91
<i>Palicourea angustifolia</i>	Cafe de monte	Rubiaceae	0.04	0.02
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	Piperaceae	0.40	0.09
<i>Salix babylonica</i>	Saece lloron	Salicaceae	12.62	4.51
<i>sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	0.13	0.04
<i>Senna viarum</i>	Alcaparro	Fabaceae	1.88	0.19
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	2.72	0.78
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de arbol	Solanaceae	0.27	0.07
<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	Solanaceae	0.22	0.01
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayo	Caricaceae	1.90	0.53
<b>Total general</b>			<b>56.51</b>	<b>29.33</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

**Figura 5-12 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Posición Sociológica

Esta evaluación permite determinar la ubicación de las especies en 3 estratos del arbóreos y/o arbustivos, como se muestra en la Tabla 5-25, logrando así, entender la dinámica y tendencia de la cobertura vegetal, que para este caso es la Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.

Es posible apreciar que, se presentan individuos en los 3 estratos de altura establecidos, siendo el estrato inferior el que presenta mayor cantidad de individuos (125), es decir un 61,58 %, le sigue el estrato medio con 54 individuos y un 26,60% y por último el estrato superior con 24 individuos es decir el 11,82 %. Esto indica que la vegetación está en un proceso de sucesión vegetal, donde la regeneración natural toma mayor importancia en los procesos de restauración pasiva.

**Tabla 5-25 Posición sociológica para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

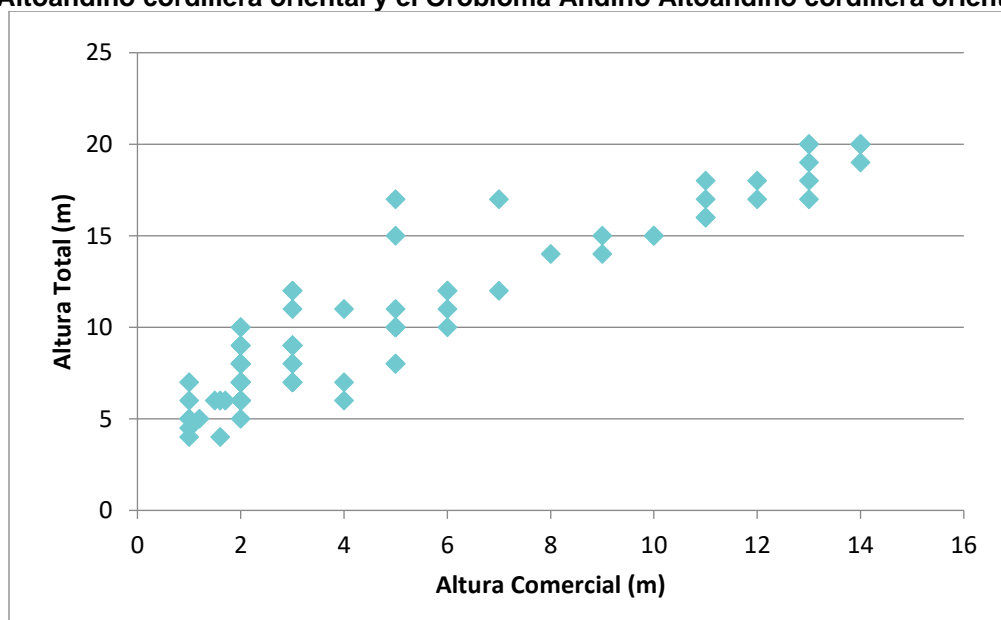
Altura (min)	Altura (max)	Estrato	No. Individuos	% individuos	Importancia
0.0	6.7	Inferior	125	61.58%	0.62
6.7	13.3	Medio	54	26.60%	0.27
13.3	20.0	Superior	24	11.82%	0.12
<b>Total</b>			<b>203</b>	<b>100.00%</b>	<b>1.00</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Diagrama de Ogawa

Para entender la dinámica de las alturas de los individuos se realizó el diagrama de Ogawa donde se observa la acumulación de individuos en las clases iniciales y media, y en menor medida en las categorías superiores, como se observa en la siguiente Figura 5-13.


**Figura 5-13 Diagrama de Ogawa para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Grados de sociabilidad o agregación

De acuerdo a los resultados, podemos definir que, cuando el  $GA > 2$ , apunta a que la especie tiene una distribución agrupada, cuando el  $GA > 1$  hay tendencia al agrupamiento y cuando el  $GA < 1$ , indica que la especie se encuentra dispersa; según esto se tiene para este caso de la especie Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presenta una distribución agrupada, así como la papayuela (*Vasconcellea pubescens*) las cuales son especies presente en el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 5.2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 40

área del ecosistema de Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental (Tabla 5-26) y no son nativas de este tipo de ecosistema, igualmente se evidencia la presencia de la especie Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) la cual es nativa y nos permite concluir que el ecosistema está en una etapa primaria de sucesión.


**Tabla 5-26 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Nombre Científico	N° de Individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga Rango
<i>Acacia decurrens</i>	12	5	45.35	0.60	1.09	1.81	Tendencia al Agrupamiento
<i>Acacia melanoxylon</i>	2	1	8.99	0.09	0.18	1.93	Tendencia al Agrupamiento
<i>Brugmansia aurea</i>	8	4	36.26	0.45	0.73	1.61	Tendencia al Agrupamiento
<i>Citharexylum subflavescens</i>	1	1	8.99	0.09	0.09	0.96	Dispersa
<i>Croton magdalenensis</i>	6	2	18.08	0.20	0.55	2.73	Distribución Agrupada
<i>Eucalyptus globulus</i>	21	2	18.08	0.20	1.91	9.57	Distribución Agrupada
<i>Palicourea angustifolia</i>	1	1	8.99	0.09	0.09	0.96	Dispersa
<i>Piper bogotense</i>	7	2	18.08	0.20	0.64	3.19	Distribución Agrupada
<i>Salix babylonica</i>	3	1	8.99	0.09	0.27	2.89	Distribución Agrupada
<i>sambucus nigra</i>	2	2	18.08	0.20	0.18	0.91	Dispersa
<i>Senna viarum</i>	5	3	27.17	0.32	0.45	1.43	Tendencia al Agrupamiento
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	25	5	45.35	0.60	2.27	3.76	Distribución Agrupada
<i>Solanum betaceum</i>	1	1	8.99	0.09	0.09	0.96	Dispersa
<i>Solanum oblongifolium</i>	3	2	18.08	0.20	0.27	1.37	Tendencia al Agrupamiento
<i>Vasconcellea pubescens</i>	11	2	18.08	0.20	1.00	5.01	Distribución Agrupada
<b>Total</b>	<b>108</b>		<b>307.59</b>	<b>3.64</b>	<b>9.82</b>	<b>39.12</b>	

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Regeneración Natural

En el levantamiento de información del inventario forestal se encontraron 95 individuos en la categoría Ct1, Ct2 y Ct3, distribuidos en 11 géneros y 10 familias (Ver Tabla 5-27), como se observa en los resultados, la regeneración natural del Borrachero (*Brugmansia aurea*) y Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), presentan la mayor dominancia dentro de estas categorías, algo que es común en las especies pioneras y de patrón de agrupación gregaria, a las cuales pertenecen estas especies por sus características de ser heliofitas.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 41</b>

**Tabla 5-27 Composición florística para la regeneración natural en la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**


Especie	Nombre común	Familia	CT1	CT2	CT3
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae			1
<i>Brugmansia aurea</i>	Borrachero	Solanaceae		1	18
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	Verbenaceae		1	2
<i>Fuchsia boliviana</i>	Fucsia	Onagraceae		5	5
<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	Piperaceae			1
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	Piperaceae		7	3
<i>pittosporum undulatum</i>	Laurel huesito	Pittosporaceae		2	7
<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	Salicaceae			3
<i>sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	1	2	
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae		8	10
<i>Solanum betaceum</i>	Tomate de árbol	Solanaceae			2
<i>Solanum marginatum</i>	Lulo de perro	Solanaceae			2
<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	Solanaceae		2	8
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayo	Caricaceae		1	3
<b>Total</b>			<b>1</b>	<b>29</b>	<b>65</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se puede observar en la Tabla 5-28, se presenta el análisis de la dinámica sucesional para el ecosistema Vegetación Secundaria Alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, donde la especie más abundante es el Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) con el 17,35 % de la regeneración natural, le sigue en representatividad la especie Borrachero (*Brugmansia aurea*) con el 15,26%, confirmando lo antes descrito del ecosistema, que se encuentra en una sucesión primaria.


**Tabla 5-28 Índice de Regeneración Natural (IRN) para la Vegetación secundaria alta del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Categoría de tamaño		Frecuencia		Reg nat
	CTA	CTR%	FA	FR %	%
<i>Acacia decurrens</i>	7	1,22	1	3,03	1,76
<i>Brugmansia aurea</i>	130	22,76	1	3,03	15,26
<i>Citharexylum subflavescens</i>	18	3,15	2	6,06	4,12
<i>Fuchsia boliviana</i>	55	9,63	5	15,15	11,77
<i>Piper barbatum</i>	7	1,22	1	3,03	1,76
<i>Piper bogotense</i>	49	8,58	4	12,12	10,40
<i>pittosporum undulatum</i>	57	9,98	4	12,12	10,52

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>		<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
			<b>VERSIÓN: 00</b>
			<b>PÁG. 42</b>

Especie	Categoría de tamaño		Frecuencia		Reg nat
	CTA	CTR%	FA	FR %	%
<i>Salix babylonica</i>	21	3,67	0	0,00	2,278
<i>sambucus nigra</i>	8	1,40	1	3,03	2,52
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	102	17,86	5	15,15	17,32
<i>Solanum betaceum</i>	14	2,45	2	6,06	3,53
<i>Solanum marginatum</i>	14	2,45	2	6,06	3,53
<i>Solanum oblongifolium</i>	64	11,20	3	9,09	10,27
<i>Vasconcellea pubescens</i>	25	4,378	2	6,06	4,88
<b>Total</b>	<b>571</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>27,27</b>	<b>100.00</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 43</b>

### 5.2.1.1.3 Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino Cordillera oriental

- **Localización de las unidades de muestreo**

La Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental abarca un total de 7,27 ha que con una representatividad equivalente al 1,61% dentro del área de influencia físico-biótica-paisaje. Se realizó el levantamiento de 20 unidades muestrales para su caracterización, la localización de estos puntos de muestreo se puede consultar en el **Anexo/Capítulo 5.2, Medio biótico/ Flora/ Ubicación de parcelas de muestreo**. Los resultados del Orobioma están asociados mayormente a coberturas de vegetación secundaria, pero en un alto grado de intervención, donde predominan especies invasoras, particularmente el retamo espinoso. La caracterización se ha realizado en un pequeño relicto en el cual se verifica una similitud en la composición por la cercanía al humedal Torca Guaymaral.

- **Composición florística**

Comprende áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular por la predominancia de unas especies sobre otras y la presencia de algunos arbustos, componiendo estadios intermedios de la sucesión vegetal, luego de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o un abandono progresivo de áreas de pastizales<sup>6</sup>.

En relación con el área de estudio esta cobertura evidencia influencia antrópica en el desarrollo de la vegetación para la sucesión ecológica, debido a la presencia de especies foráneas que fueron implementadas en el pasado con intereses de rehabilitación de áreas fuertemente degradadas, para lograr de esta forma áreas con alguna presencia de vegetación. En ese orden de ideas, se puede percibir que se trata de espacios desnaturalizados en algunos sectores, en cuanto a los más cercanos al Humedal Torca Guaymaral, se percibe una composición que apunta a ecosistemas naturales con presencia de especies nativas, que, debido a las condiciones de humedad y cercanía a cuerpos de agua, logran adaptarse exitosamente a las características de los ecosistemas estratégicos que tienen presencia dentro del área de influencia físico biótica paisaje.

- **Composición florística para la vegetación secundaria baja**

A continuación, en la Tabla 5-29, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de la vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total 189 individuos en la categoría fustal, brinzal y latizal los cuales pertenecen a 15 género y 16 especie, distribuidos en 13 familias.

---

<sup>6</sup> IDEAM, 2010. Op. Cit. p11



**Tabla 5-29 Composición florística para la vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Familia	Nombre científico	Nombre común	No. Individuos	No ind + familia	No. De géneros
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso	1	1	1
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	5	36	2
	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	31		
Caricaceae	<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayuelo	9	9	1
Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i>	Sangregado	2	2	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	6	6	1
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	2	2	1
Myrtaceae	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayan	1	1	1
Oleaceae	<i>Fraxinus uhdei</i>	Urapan	13	13	1
Onagraceae	<i>Fuchsia boliviana</i>	Fucsia	26	26	1
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	6	9	1
	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	3		
Salicaceae	<i>Salix babylonica</i>	Sauce	23	24	2
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	1		
Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	4	4	1
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	56	56	1
<b>Total</b>			<b>189</b>	<b>189</b>	<b>15</b>

Fuente: Ingeniería y Diseño S.A., 2023

#### – Composición florística Fustales

A continuación, se muestran los resultados para el análisis de composición florística realizado para el ecosistema de la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental. Se registraron un total de 24 individuos en la categoría fustal, los cuales pertenecen a 6 géneros y 6 especies, distribuidos en 5 familias (Ver Tabla 5-30).

**Tabla 5-30 Número de géneros y especies por familia de los fustales presentes en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

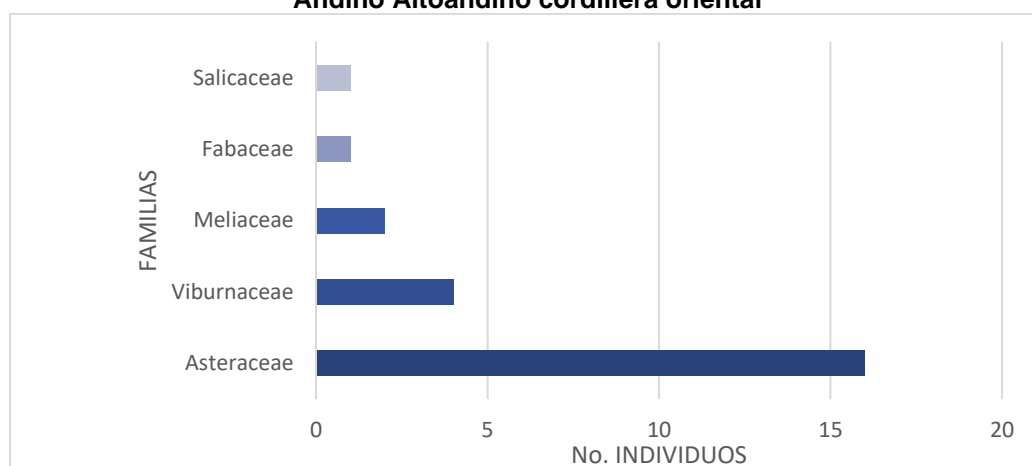
Familia	Especie	Nombre común	Nº individuos	Nº de géneros
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	1	1
	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	15	1
Fabaceae	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	1	1
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	2	1

Familia	Especie	Nombre común	N° individuos	N° de géneros
Salicaceae	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	1	1
Viburnaceae	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	4	1
Total			24	6

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

En la siguiente figura se observa de manera grafica la abundancia que presenta la especie Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*), con 15 individuos perteneciente a la familia Asteraceae en la categoría fustal, evidenciando que el ecosistema es una vegetación secundaria de porte bajo, y que está en un estado inicial de restauración pasiva, donde mayormente se involucran especies que hacen parte de ecosistemas naturales de la región andina.

**Figura 5-14 Número de individuos fustales para las principales familias botánicas, presentes en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Estructura Horizontal

El Índice de Valor de Importancia (I.V.I) que se determinó para las parcelas realizadas en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental que se localiza dentro del área de influencia físico-biótica paisaje, se observa en la Tabla 5-31 y Figura 5-15, que la especie con mayor peso ecológico es el Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) con el 111,96 %, seguida de la Acacia gris (*Acacia decurrens*) con el 59, 08%, aunque este último solo cuenta con un solo individuo, su dominancia es la mayor dentro de la muestra, indicando el grado de madurez y nos permite concluir que el ecosistema fue alterado inicialmente por la actividad antrópica con el establecimiento de plantaciones en el sector, que fueron aprovechadas y dejados pocos individuos en pie, y se estableció una vegetación sucesional de especies pioneras, como se logran ver dentro del inventario.

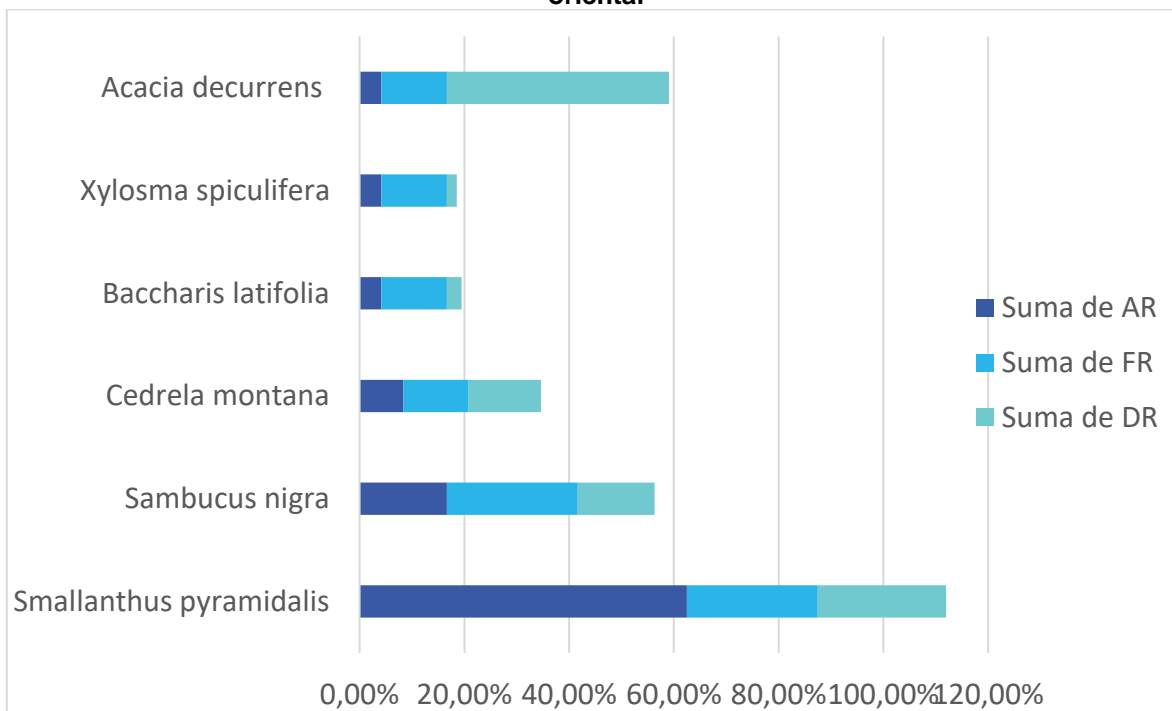
**Tabla 5-31 Índice de valor de importancia (IVI) para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre común	Familia	Aa	Ar	Dd	Dr	Ff	Fr	IVI
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	1	4.17%	0.32	42.41%	20.00	12.50%	59.08%
<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	Asteraceae	1	4.17%	0.02	2.84%	20.00	12.50%	19.50%
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Meliaceae	2	8.33%	0.10	13.78%	20.00	12.50%	34.61%
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	4	16.67%	0.11	14.63%	40.00	25.00%	56.29%
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	15	62.50%	0.18	24.46%	40.00	25.00%	111.96%
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	Salicaceae	1	4.17%	0.01	1.89%	20.00	12.50%	18.56%
<b>Total general</b>			<b>24</b>	<b>100%</b>	<b>0.75</b>	<b>100%</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>	<b>300%</b>

AA: Abundancia absoluta; AR%: Porcentaje de Individuos de la especie; DA: Dominancia absoluta; DR: Proporción del Área Basal de la especie; FA: Frecuencia absoluta; FR%: Frecuencia con que Aparece la especie en las Unidades Muestrales; IVI: Índice Valor de Importancia de la especie

Fuente: INGEDISA S.A, 2023


**Figura 5-15 Índice de valor de importancia de las especies en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Índices de Diversidad

Se realizaron los cálculos de índices de riqueza y diversidad para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, estos índices corresponden a el coeficiente de mezcla, índice de riqueza de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 47

especies de Margalef, así como índices de estructura como Shannon y Simpson.

A continuación, en la Tabla 5-32 se muestran los resultados para los índices evaluados, estos nos están indicando que el ecosistema fue intervenido y está en proceso de restauración pasiva, evidenciando también, una baja diversidad y riqueza de especies, pues dominan las mismas especies dentro del ecosistema por ser pioneras, colonizan inicialmente los espacios abandonados y tiene un patrón gregario de distribución espacial, limitando la presencia de más especies, ya que estas brindan las condiciones para que se establezcan especies nativas de crecimientos más lentos, y que hacen parte de las heliófilas durables y especies esciófitas.

**Tabla 5-32 Riqueza, diversidad y dominancia reportada dentro del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino**  
**Altoandino cordillera oriental**

Indíces		Fustales
No Especies		6
No Individuos		24
Índices riqueza específica	Riqueza Específica de Margalef (Dmg)	1.57
	Riqueza Específica de Menhinick (Dmn)	1.22
Índices de abundancia proporcional	Índice de Equidad de Shannon (H)	1.20
	Índice de dominancia de Simpson (S)	0.43
CM		0.25
proporción		4

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Distribución de clases de altura

Se empleó el método de Sturges para el cálculo de esta distribución, se determinaron 4 clases o categorías de altura a partir de los datos de campo obtenidos para los 24 individuos, donde la mayor parte de estos se encuentra en la categoría II con 10 individuos, es decir un 41,67 %, le sigue la categoría I con 7 individuos, lo que equivale al 29,17%, le siguen las categorías III con 6 individuos, es decir con el 25 %. Por último, están las categorías VI con 1 individuos respectivamente, es decir el 4,17 %, los valores y distribución pueden apreciarse a continuación, en la Tabla 5-33 y Figura 5-16.

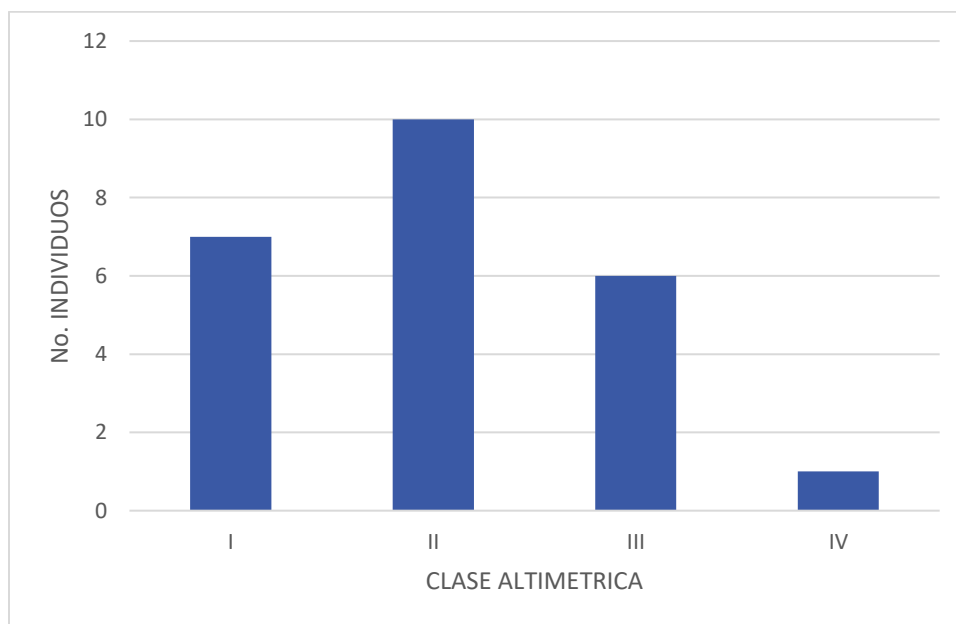
**Tabla 5-33 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Clase de alturas				
Clase	Intervalo		No. Ind	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	4.00	6.33	7	29.17
II	6.34	8.67	10	41.67
III	8.68	11.01	6	25.00
IV	11.02	13.35	1	4.17
Total			24	100


Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Esta distribución en las clases de altura obedece a una vegetación conformada por arbustos y arboles juveniles, propios de los ecosistemas secundarios de porte bajo. Siendo característicos individuos que oscilan entre los cuatro a 8 metros, con una alta presencia de especies que conforman la regeneración temprana.

**Figura 5-16 Número de individuos por clase de altura para la especie fustal presente en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 49</b>

#### – Distribución por clase diamétrica

Para el cálculo de la distribución de clase diamétrica se agruparon los 24 individuos en 3 categorías donde la de mayor concentración de individuos está en la categoría I de diámetros pequeños con 20 individuos lo que equivale al 83,3 %, le siguen la categoría II con el 12,5 %, es decir con 3 individuos, la categoría III registro un único individuo con el 4,2 %respectivamente. A continuación, en la Tabla 5-34 y Figura 5-17 se pueden observar los resultados antes descritos.

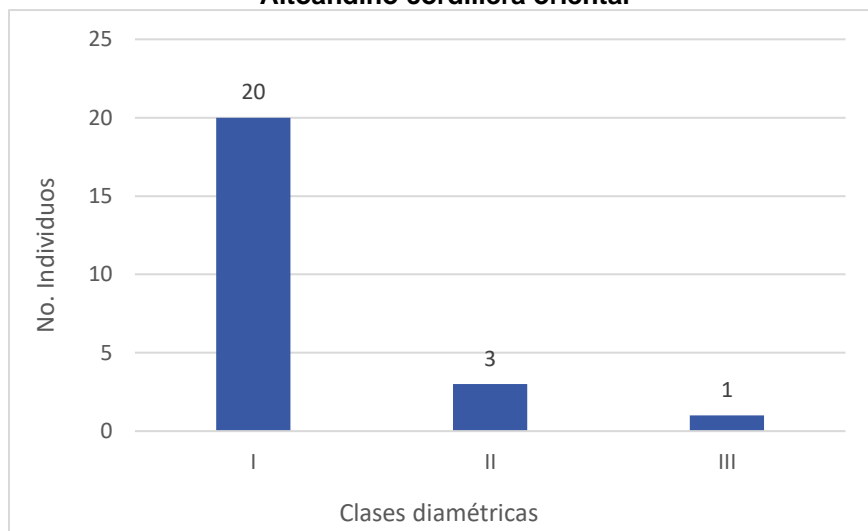
**Tabla 5-34 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

CLASES DIAMETRICAS				
CLASE	INTERVALO		NO. IND	(%)
	lim. Inferior (m)	lim. Superior (m)		
I	0.10	0.20	20	83.3
II	0.21	0.30	3	12.5
III	0.31	0.40	1	4.2
TOTAL			24	100.0

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Se presenta una distribución en J invertida, es decir donde son más abundantes los individuos con DAP pequeños, esto indica un proceso de desarrollo normal de la dinámica sucesión, donde no se han tenido eventos de aprovechamiento y por tanto se encuentra encaminado a etapas de crecimiento vegetal pasivo. Cabe resaltar, que, si bien es notoria una permanencia y condición de sucesión natural, es característico que este tipo de cobertura asociada al ecosistema, tenga fuertes cambios durante el tiempo, ya que suelen reemplazarse rápidamente por espacios con pastos para el préstamo de servicios en la zona; canchas de futbol, zonas de recreación, zonas industriales, entre otros.

**Figura 5-17 Número de individuos por clase diamétrica para el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Volúmenes

Se calculó un volumen total de 5,58 m<sup>3</sup>, y un volumen comercial de 2,68 m<sup>3</sup>, como se visualiza la especie *Acacia gris* (*Acacia decurrens*), presenta el mayor reporte de volumen indicando su gran dominancia dentro del ecosistema, en la Tabla 5-35 y Figura 5-18, se muestran los resultados obtenidos.

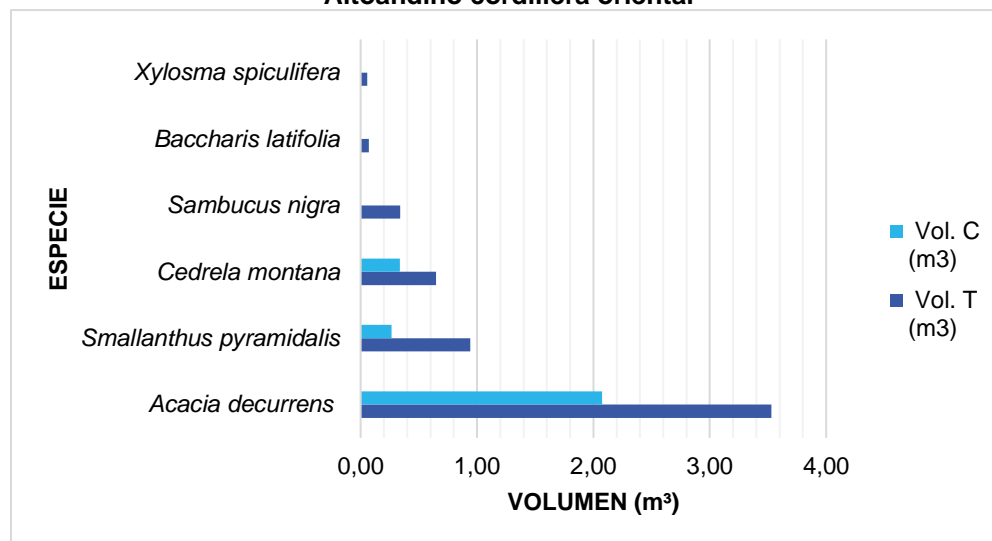
**Tabla 5-35 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre común	Familia	N° individuos	volumen total	volumen comercial
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	1	3.53	2.08
<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	Asteraceae	1	0.07	0.00
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Meliaceae	2	0.65	0.34
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	4	0.34	0.00
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	15	0.94	0.27
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	Salicaceae	1	0.06	0.00
<b>Total</b>			<b>24</b>	<b>5.58</b>	<b>2.68</b>

Fuente: Ingedisa S.A, 2023



**Figura 5-18 Volúmenes registrados para la especie analizada del ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**



Fuente: INGEDISA S.A, 2023

#### – Posición Sociológica

Esta evaluación permite determinar la ubicación de las especies en 3 estratos para los ecosistemas objeto del presente estudio, como se muestra en la Tabla 5-36, esto permite entender la dinámica y tendencia de la cobertura vegetal, que para este caso es la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental.

Es posible apreciar que, se presentan individuos en los 3 estratos de altura establecidos, siendo el estrato inferior el que presenta mayor cantidad de individuos (168) es decir un 88,89 %, le sigue el estrato medio con 20 individuos o un 10,58 % y por último el estrato superior con 1 individuo es decir el 0,53%. Esto indica que la vegetación evaluada ha podido establecerse dentro de una dinámica sucesional pasiva.

**Tabla 5-36 Posición sociológica para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

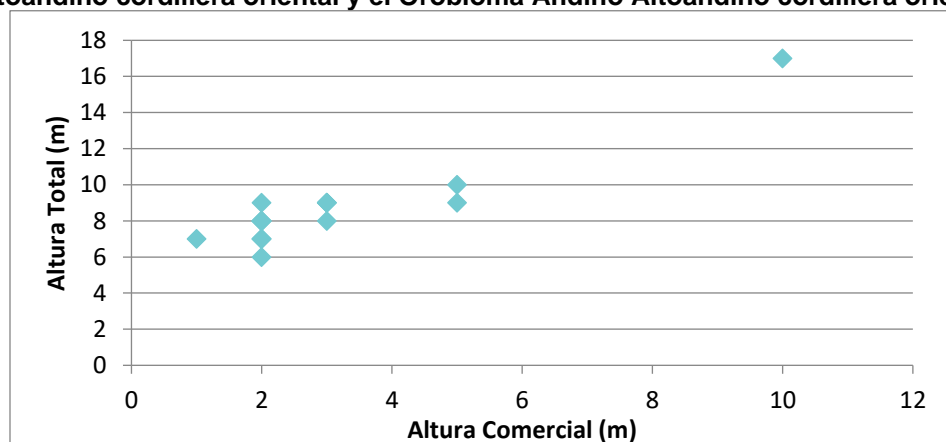
Altura (min)	Altura (max)	Estrato	No. Individuos	% individuos	Importancia
0.0	5.7	Inferior	168	88.89%	0.89
5.7	11.3	Medio	20	10.58%	0.11
11.3	17.0	Superior	1	0.53%	0.01
<b>Total</b>			<b>189</b>	<b>100.00%</b>	<b>1.00</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Diagrama de Ogawa

El diagrama de Ogawa, permite analizar la dinámica de las alturas de los individuos, donde se observa la acumulación de individuos en las clases iniciales y media en menor medida, como se observa en la siguiente Figura 5-19.

**Figura 5-19 Diagrama de Ogawa para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**




Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### – Grados de sociabilidad o agregación

El análisis de sociabilidad y agregación, parte de la variable; cuando el  $GA > 2$ , indica que las especie tiene una distribución agrupada, cuando el  $GA > 1$  hay tendencia al agrupamiento y cuando el  $GA < 1$ , indica que la especie se encuentra dispersa; según esto se tiene para este caso de la especie Arboloco (*Smallanthus pyramidalis*) presenta una distribución agrupada dentro del área en estudio del ecosistema de Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental (Tabla 5-37).

**Tabla 5-37 Grado de agregación de la especie fustal presente en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	N° de individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga rango
<i>Acacia decurrens</i>	1	1	19.9	0.22	0.20	0.90	Dispersa
<i>Baccharis latifolia</i>	1	1	19.9	0.22	0.20	0.90	Dispersa
<i>Cedrela montana</i>	2	1	19.9	0.22	0.40	1.80	Tendencia al Agrupamiento
<i>Sambucus nigra</i>	4	2	39.9	0.51	0.80	1.57	Tendencia al Agrupamiento
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	15	2	39.9	0.51	3.00	5.89	Distribución Agrupada
<i>Xylosma spiculifera</i>	1	1	19.9	0.22	0.20	0.90	Dispersa

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>						<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
							<b>VERSIÓN: 00</b>
							<b>PÁG. 53</b>

Especie	N° de individuos	Parcelas	Frec.	De	Do	Ga	Ga rango
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>159.4</b>	<b>1.91</b>	<b>4.80</b>	<b>11.97</b>	

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

## – Regeneración Natural


En el levantamiento de información del inventario forestal se encontraron 165 individuos en la categoría brinzal y latizales, distribuidos en 13 géneros y 13 familias (Ver Tabla 5-38), como se observa en los resultados, la regeneración natural de la especie Sauco (*Sambucus nigra*), seguida de la especie Fucsia (*Fuchsia boliviana*) presentan la mayor dominancia dentro de estas categorías, algo que es común en estas especies.

**Tabla 5-38 Composición florística para la regeneración natural en la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre común	Familia	Ct1	Ct2	Ct3
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae		1	4
<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	Asteraceae		3	1
<i>Croton magdalenensis</i>	Sangregado	Euphorbiaceae		2	
<i>Fraxinus uhdei</i>	Urapan	Oleaceae		5	8
<i>Fuchsia boliviana</i>	Fucsia	Onagraceae		14	12
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	Myrtaceae		1	
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso	Araliaceae			1
<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	Piperaceae		4	2
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	Piperaceae		2	1
<i>Salix babylonica</i>	Sauce	Salicaceae	2	19	2
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae		37	15
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	1	3	12
<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	Solanaceae		4	
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayuelo	Caricaceae		5	4
<b>Total</b>			<b>3</b>	<b>100</b>	<b>62</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Como se puede observar en la Tabla 5-39, donde se presenta el análisis de la dinámica sucesional para el ecosistema Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, la especie más abundante es el Sauco (*Sambucus nigra*) con 15,91% de la regeneración natural de los individuos, acompañado de la especie Fucsia (*Fuchsia boliviana*) con el 13,62%.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 54</b>

**Tabla 5-39 Índice de Regeneración Natural (IRN) para la Vegetación secundaria baja del Helobioma Altoandino cordillera oriental y el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental**

Especie	Nombre común	Familia	CTA	CTR%	FR %	%
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia gris	Fabaceae	23	2.43	5.56	2.72
<i>Baccharis latifolia</i>	chilco	Asteraceae	25	2.64	8.33	4.29
<i>Croton magdalenensis</i>	Sangregado	Euphorbiaceae	14	1.48	2.78	2.85
<i>Fraxinus uhdei</i>	Urapan	Oleaceae	67	7.07	8.33	6.22
<i>Fuchsia boliviana</i>	Fucsia	Onagraceae	146	15.40	22.22	13.62
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayan	Myrtaceae	7	0.74	2.78	2.92
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso	Araliaceae	4	0.42	2.78	4.15
<i>Piper barbatum</i>	Cordoncillo	Piperaceae	36	3.80	11.11	5.00
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo 2	Piperaceae	18	1.90	2.78	3.91
<i>Salix babylonica</i>	Sauce	Salicaceae	141	14.87	2.78	6.33
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Viburnaceae	319	33.65	13.89	15.91
<i>Smallanthus pyramidalis</i>	Arboloco	Asteraceae	69	7.28	8.33	8.32
<i>Solanum oblongifolium</i>	Pepitas	Solanaceae	28	2.95	2.78	1.97
<i>Vasconcellea pubescens</i>	Papayuelo	Caricaceae	51	5.38	5.56	3.96
<b>Total</b>			<b>948</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

### 5.2.1.2 Líquenes y flora con hábitos epífitos, terrestres y de otros sustratos


En el contexto del proyecto " SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV" se aborda la caracterización de especies en particular los líquenes y flora que presentan hábitos epífitos, terrestres y rupícolas.

Esta caracterización se ajusta a la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales de MADS<sup>7</sup>, la cual sugiere la inclusión de elementos como líquenes y flora con hábitos epífitos, terrestres y de otros sustratos en la categoría de veda nacional y regional. Además, se consideró el contexto normativo del Decreto-Ley 2106 de 2019, publicado por el Departamento Administrativo de la Función Pública<sup>8</sup>, el cual introdujo supresiones, simplificaciones y reformas en procesos y procedimientos innecesarios en la administración pública. Es relevante destacar que, conforme al artículo 125 de dicho decreto, se eliminó el trámite de levantamiento parcial de vedas.

Dada esta modificación normativa para el año 2019, fueron publicadas las especificaciones en los términos de referencia actuales respecto a la información requerida para los nuevos Estudios de Impacto Ambiental relacionados con la intervención de especies de la flora

<sup>7</sup> MADS. (2018). Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. bogota.

<sup>8</sup>Departamento Administrativo de la Función Pública. (2019). Decreto ley 1071. [https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma\\_pdf.php?i=103352](https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=103352).

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 55</b>

silvestre en veda, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, propone seguir las directrices establecidas en la Circular MADS 8201-2-2378<sup>9</sup>, Esta sugerencia se presenta como una medida coherente y alineada con los cambios normativos recientes y contribuye a la efectividad y relevancia de los estudios ambientales asociados al proyecto en cuestión

En coherencia con las directrices establecidas en el Análisis Rápido y Representativo de la Diversidad de Epífitas (según la metodología RRED-analysis)<sup>10</sup>, se presenta a continuación los resultados obtenidos. Adicionalmente, se consideraron los términos de referencia publicados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, según la Circular N.º 00002<sup>11</sup>. La cual presentó la estandarización del cálculo de representatividad del muestreo de especies en veda nacional para proyectos con área de intervención definida.

En virtud de la caracterización realizada y considerando el área de intervención del proyecto, se presenta de manera resumida en la siguiente tabla el total de forófitos evaluados por cada cobertura presente en los biomas, lo que constituye un análisis detallado por ecosistemas.

En total se caracterizaron 75 forófitos o árboles (Tabla 5-40), una cifra que supera los valores obtenidos en el cálculo de representatividad del muestreo conforme al marco del licenciamiento ambiental. Es importante destacar que la caracterización llevada a cabo ha superado significativamente el esfuerzo de muestreo proyectado, evaluando un número de árboles mucho mayor según los obtenidos por la herramienta de cálculo (0 árboles teóricos) proporcionada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales<sup>12</sup>.

Los puntos de muestreo se distribuyen de manera representativa a lo largo de los tres biomas, generando datos estadísticamente significativos y proporcionando un listado exhaustivo de los taxones presentes en la zona de intervención del proyecto. La información detallada sobre los árboles hospederos revisados y la base de datos de las especies vasculares y no vasculares se encuentra disponible en el **Anexo, específicamente en el Capítulo 5.2 Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Base de datos especies Vasculares y No vasculares**.

**Tabla 5-40 Muestreo realizado para el habito epifito en los biomas del área del proyecto**


Ecosistema			Factor de ocupación forófitos	Número de forófitos teóricos	Número de forófitos a reales
Bioma	Cobertura	B. Área a intervención			
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Canales	0,002	No aplica		
	Instalaciones recreativas	0,013	No aplica		
	Parques cementerios	0,034	No aplica		
	Pastos enmalezados	0,042	0,3	0	9
	Red vial y territorios asociados	0,009	0,1	0	9

<sup>9</sup> MADS. (2019). Circular MADS 8201-2-2378, por lo cual es establecen los lineamientos para las especies en veda.

<sup>10</sup> Gradstein et al. (2003). A Protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. Selbyana

<sup>11</sup> ANLA. (2022). Circular N° 00002, Implementación de instrumentos técnicos en el marco del nuevo modelo de licenciamiento ambiental para proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA. 21 de abril de 2022

<sup>12</sup> ANLA. (2022). Circular N° 00002, Implementación de instrumentos técnicos en el marco del nuevo modelo de licenciamiento ambiental para proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA. 21 de abril de 2022

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 56</b>

Ecosistema			Factor de ocupación forófitos	Número de forófitos teóricos	Número de forófitos a reales
Bioma	Cobertura	B. Área a intervención			
	Zonas industriales o comerciales	0,166	No aplica		
	Zonas verdes urbanas	0,436	No aplica		11**
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Pastos limpios	0,020	0,3	0	9
	Red vial y territorios asociados	0,010	0,1	0	7
	Zonas verdes urbanas	1,322	No aplica		20**
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Red vial y territorios asociados	0,059	0,1	0	10
	Zonas industriales o comerciales	0,504	No aplica		
Total		2,617	-	0	75

Fuente: INGEDISA S.A, 2023.

Las coberturas de Instalaciones recreativas, Parques cementerios, Zonas industriales o comerciales, NO FUERON OBJETO DE MUESTREO, ya que según la herramienta anteriormente nombrada, son coberturas en las cuales NO APLICA un muestreo; por su parte en la cobertura de Zonas verdes urbanas, a pesar de que el muestreo no aplicaba y teniendo en cuenta la importancia que tiene esta cobertura específicamente en el proyecto, se optó por realizar la caracterización en dicho ecosistema, buscando identificar los taxones presentes en el área del proyecto.


Por otro lado, en lo que respecta a la evaluación del hábito terrestre y/o rupícola, se efectuaron un total de 48 parcelas distribuidas en los tres biomas y en las mismas coberturas evaluadas para el hábito epífita, así las cosas, en la Tabla 5-41, se presenta de manera detallada la cantidad de parcelas evaluadas en cada uno de los biomas.

**Tabla 5-41 Muestreo realizado para el habito rupícola y/o terrestre área del proyecto**

Bioma	Bioma	Nº parcelas
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Canales	No aplica
	Instalaciones recreativas	No aplica
	Parques cementerios	No aplica
	Pastos enmalezados	6
	Red vial y territorios asociados	6
	Zonas industriales o comerciales	No aplica
	Zonas verdes urbanas	6
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Pastos limpios	6
	Red vial y territorios asociados	6
	Zonas verdes urbanas	6
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Red vial y territorios asociados	6
	Zonas industriales o comerciales	No aplica
<b>Total</b>		<b>48</b>

Fuente: INGEDISA S.A, 2023

Así las cosas, el muestreo se llevó a cabo del 25 al 28 de octubre del 2023, en el cual se le dio prioridad a la caracterización de las especies epífitas, terrestres y/o rupícolas, en las áreas de intervención y de manera complementaria, se examinaron las áreas y forófitos presentes en el área del proyecto. Fundamentado en los criterios específicos de selección de hospederos, los cuales se tuvieron en cuenta para garantizar una representación

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 57</b>

significativa de la diversidad de especies presentes en el entorno.


En el proceso de caracterización llevado a cabo en los tres biomas, junto con sus respectivas coberturas, se documentó un total de 34 especies, (distribuidas en 25 familias), divididas en 15 vasculares, y 19 no vasculares, en este sentido el grupo con el mayor número de especies fueron los líquenes con 11 taxones, por su parte los musgos registraron un total de 6 especies y las hepáticas 2, es de resaltar que en la caracterización realizada solo fueron identificados taxones con el hábito epifito.

**Tabla 5-42 Especies vasculares y no vasculares registradas en el área del proyecto**

Grupo	Familia	Nombre científico	Epifito	Terrestre	Litofito
hepática	Frullaniaceae	<i>Frullania rio-janeirensis</i>	X	No se registraron taxones con estos tipos de hábitos	
	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	X		
Liquen	Caliciaceae	<i>Buellia sp</i>	X		
	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	X		
	Opegraphaceae	<i>Opegrapha sp. 1</i>	X		
		<i>Opegrapha sp.2</i>	X		
	Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	X		
		<i>Parmotrema reticulatum</i>	X		
		<i>Usnea sp</i>	X		
	Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	X		
	Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	X		
	Teloschistaceae	<i>Teloschistes exilis</i>	X		
		<i>Xanthoria parietina</i>	X		
Musgo	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	X		
	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	X		
	Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	X		
	Leskeaceae	<i>Leskeadelphus angustatus</i>	X		
	Neckeraceae	<i>Neckera chilensis</i>	X		
	Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	X		
Vasculares	Bromeliaceae	<i>Tillandsia biflora</i>	X		
		<i>Tillandsia fendleri</i>	X		
	Orchidaceae	<i>Epidendrum porquerense</i>	X		
		<i>Epidendrum sp.</i>	X		
		<i>Epidendrum sp. 1</i>	X		
	Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	X		
	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	X		
	Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	X		
	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>	X		
	Polemoniaceae	<i>Cobaea scandens</i>	X		
	Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i>	X		
		<i>Niphidium crassifolium</i>	X		
		<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	X		
	Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	X		
	Solanaceae	<i>Capsicum sp.</i>	X		

INGEDISA S.A, 2023



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 58




**Fotografía 5-3 Identificación de especies no vasculares en forófito evaluado**





Barrio: Casablanca suba urbano  
Coordenadas: E 4884699,271 N 2087347,7344  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023


En la siguiente tabla se pueden apreciar las especies vasculares que fueron identificadas en el área, las cuales fueron identificadas y depositadas por el herbario tropical.

**Tabla 5-43 Registro fotográfico de las especies vasculares y no vasculares registradas en la caracterización en el área del proyecto**

		
Acanthaceae <i>Thunbergia alata</i>	Bromeliaceae <i>Tillandsia biflora</i>	Bromeliaceae <i>Tillandsia fendleri</i>


		
Comelinaceae <i>Commelina</i> sp.	Orchidaceae <i>Epidendrum</i> sp.	Orchidaceae <i>Epidendrum</i> sp
		
Orchidaceae <i>Epidendrum porquerense</i>	Passifloraceae <i>Passiflora tarminiana</i>	Phytolaccaceae <i>Phytolacca bogotensis</i>
		
Polypodiaceae <i>Niphidium crassifolium</i>	Polypodiaceae <i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	Polypodiaceae <i>Microgramma percussa</i>




	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>		<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
			<b>VERSIÓN: 00</b>
			<b>PÁG. 60</b>

		
<i>Rosaceae</i> <i>Rubus bogotensis</i>	<i>Solanaceae</i> <i>Capsicum sp.</i>	<i>Polemoniaceae</i> <i>Cobaea scandens</i>
		
<i>Parmeliaceae</i> <i>Flavopunctelia flaventior</i>	<i>Hypnaceae</i> <i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	<i>Candelariaceae</i> <i>Candelaria concolor</i>
		
<i>Teloschistaceae</i> <i>Teloschistes exiles</i>	<i>Opegraphaceae</i> <i>Opegrapha sp.2</i>	<i>Teloschistaceae</i> <i>Xanthoria parietina</i>



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 5.2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 61

		
Metzgeriaceae <i>Metzgeria lindbergii</i>	Opegraphaceae <i>Opegrapha sp. 1</i>	Frullaniaceae <i>Frullania rio-janeirensis</i>
		
Ramalinaceae <i>Ramalina celastri</i>	Parmeliaceae <i>Parmotrema reticulatum</i>	Leskeaceae <i>Leskeadelphus angustatus</i>
		
Neckeraceae <i>Neckera chilensis</i>	Bryaceae <i>Bryum argenteum</i>	Fabroniaceae <i>Fabronia ciliaris</i>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 62

		
<i>Pottiaceae</i> <i>Syntrichia papillosa</i>	<i>Caliciaceae</i> <i>Buellia sp</i>	<i>Roccellaceae</i> <i>Dichosporidium nigrocinctum</i>
		
<i>Parmeliaceae</i> <i>Usnea sp</i>		

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


A continuación, se exponen los resultados derivados de la caracterización realizada para cada bioma, diferenciando las diversas coberturas presentes. Este análisis detallado, realizado por ecosistemas, proporciona una visión integral de la diversidad y particularidades de cada bioma en el del proyecto. La diferenciación por coberturas facilita la identificación de patrones específicos y la comprensión de cómo las diferentes comunidades vegetales y ecosistemas responden a la intervención del proyecto. Este enfoque estratificado contribuye a una evaluación más precisa y contextualizada de la flora epífita en relación con la variabilidad de las condiciones ambientales presentes en cada bioma<sup>13</sup>.

**Bioma 1 -HACO:** Helobioma Altoandino cordillera oriental

**Bioma 2 -OAACO:** Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental

**Bioma 3 -OAAACO:** Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental

<sup>13</sup> En la caracterización de las especies epífitas, terrestres y/o rupícolas, se les dio prioridad a las áreas de intervención, y de manera complementaria, se examinaron las áreas de influencia físico-biótica paisaje, este enfoque se fundamentó en criterios específicos de selección de hospederos buscando garantizar una representación significativa de la diversidad de especies presentes en el entorno.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 63

#### 5.2.1.2.1 Helobioma Altoandino cordillera oriental (HACO)

- **Especies vasculares epífitas**
  - **Riqueza y abundancia de epífitas vasculares**

Para el bioma, se llevó a cabo la evaluación de 29 forófitos, cuyos detalles se encuentran en el Anexo Cartográfico (Ver **Anexo Cartográfico, 1\_GDBIEIA\_GUAYMARAL.gdb\T\_99\_COMPLEMENTARIOS\PuntoMuestreoVeda**).

Durante este proceso, se identificaron un total de 5 especies de epífitas vasculares, distribuidas en 5 géneros y 5 familias (Commelinaceae, Passifloraceae, Polemoniaceae, Polypodiaceae y Rosaceae)

Entre las especies registradas, destaca la presencia dominante de *Microgramma perculsa* un helecho perteneciente a la familia Polypodiaceae, el cual represento el 39% de la abundancia relativa. Le sigue en importancia *Passiflora tarminiana*, representando cerca del 17%, en tercer lugar, también tenemos a *Rubus bogotensis*, con 15%, la demás especie aportan el 27% (ver Tabla 5-44)

Esta variabilidad en la abundancia y distribución de epífitas vasculares resalta la diversidad de habitas presentes en el área evaluada. La preferencia de ciertos taxones por ciertos tipos de cobertura podría sugerir relaciones específicas entre las especies y su entorno.

**Tabla 5-44 Riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el bioma de HACO**

Tipo	Familia	Especie	Abundancia	Abundancia relativa (%)
Vascular	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	10	13,70%
	Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	13	17,81%
	Polemoniaceae	<i>Cobaea scandens</i>	10	13,70%
	Polypodiaceae	<i>Microgramma perculsa</i>	29	39,73%
	Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	11	15,07%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Es importante resaltar que tanto la *Passiflora* como la *Rubus*, son especies que presentan estructuras en su morfología como son los zarcillos y los aguijones que les permiten ascender al dosel, para la obtención de los recursos necesarios para su desarrollo.



**Fotografía 5-4 Presencia de *Rubus bogotensis* en el área de estudio**



Barrio: Casablanca suba urbano  
 Coordenadas: E 4884732,337 N 2087585,837  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Frecuencia de epífitas vasculares

En cuanto a la frecuencia de las epífitas vasculares, destaca la especie *Microgramma perculsa*, la cual representa el 36% del total (10 registros). Le sigue en importancia *Commelina sp.*, con un 25% (7 registros) de frecuencia. En tercer, se encuentran la especie *Rubus bogotensis* con una frecuencia de 5 registros.

**Tabla 5-45 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de HACO**

Especies vasculares	NI	FR
<i>Cobaea scandens</i>	4	14%
<i>Commelina sp.</i>	7	25%
<i>Microgramma perculsa</i>	10	36%
<i>Passiflora tarminiana</i>	2	7%
<i>Rubus bogotensis</i>	5	18%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal de epífitas vasculares

En lo que respecta a las coberturas de tierra evaluadas para el Helobioma Altoandino cordillera oriental, solo en 2 (Red vial y territorios asociados y Zonas verdes urbanas) de las 3 coberturas, fueron registradas especies vasculares de habito epifito, se tiene entonces que la cobertura con la mayor abundancia fueron las zonas verdes, con un total de 42 individuos y/o colonias, por otro lado entre ambas coberturas se compartió solo un taxon, el cual fue identificado como *Microgramma perculsa*, siendo la especie con la mayor



abundancia para ambas coberturas

**Tabla 5-46 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO**

Especie	RVTA	ZVU
<i>Cobaea scandens</i>	10	0
<i>Commelina sp.</i>	10	0
<i>Microgramma perculsa</i>	11	18
<i>Passiflora tarminiana</i>	0	13
<i>Rubus bogotensis</i>	0	11
<b>Total</b>	<b>31</b>	<b>42</b>

RVTA: Red vial y territorios asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En la Fotografía 5-5, se puede apreciar la validación en la cobertura de pastos enmalezados, en el cual la proporción de los forófitos potenciales fue muy reducida, y no presentaron vasculares relacionadas

**Fotografía 5-5 Validación de la cobertura de pastos enmalezados presente en el bioma de HACO**




Barrio: Casablanca suba urbano

Coordenadas: E 4884565,68 N: 2088077,095

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

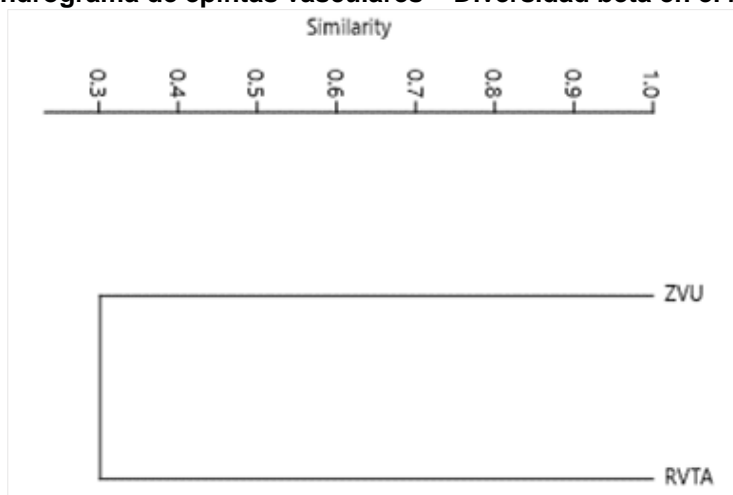
Para analizar la distribución horizontal se observó la similitud entre las coberturas vegetales caracterizadas. Para ello se realizó un análisis de correlación por medio de un dendrograma, bajo los parámetros de Bray Curtis (análisis beta-β). En el análisis de correlación en el dendrograma refleja que las coberturas registraron un similaridad con 30%, dado que ambas coberturas compartieron solo 1 taxon.

La importancia de los microhábitats generados en las diversas coberturas vegetales radica en su capacidad para albergar una variada y especializada flora epífita. Estos microhábitats,

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 66</b>

determinados por factores como la topografía, la composición del suelo y la exposición al sol, ofrecen nichos ecológicos únicos que favorecen el establecimiento y la proliferación de especies epífitas. La presencia de estos microhábitats en diferentes ecosistemas permite la coexistencia de una diversidad de flora epífita, contribuyendo así a la riqueza biológica y la estabilidad del ecosistema en su conjunto. La capacidad de las epífitas para colonizar estos microhábitats no solo refleja la adaptabilidad de estas plantas, sino que también destaca su papel crucial en la dinámica ecológica, proporcionando hábitats adicionales para la fauna asociada.

**Gráfica 5-1 Dendrograma de epífitas vasculares – Diversidad beta en el bioma de HACO**




Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Índices de diversidad

Para evaluar la diversidad de las especies vasculares en las coberturas vegetales caracterizadas en esta zona de vida, se emplearon los índices de Simpson (1-D) y Shannon-Wiener (H). El índice de Simpson (1-D), al acercarse a uno (1), indica una menor dominancia en la muestra estudiada, reflejando así una mayor diversidad. Por otro lado, el índice de Shannon-Wiener (H) abarca valores entre cero (0), que se da cuando hay una sola especie presente, y  $\ln(S)$ , donde todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

La utilización de estos índices proporciona una medida cuantitativa de la diversidad biológica en el área estudiada. El inverso de Simpson (1-D) destaca la presencia relativa de diferentes especies, mientras que el índice de Shannon-Wiener (H) considera tanto la abundancia como la equidad en la distribución de las especies. En conjunto, estos indicadores ofrecen una visión integral de la riqueza y la uniformidad de las especies vasculares en las distintas coberturas vegetales.

Estos análisis son esenciales para comprender la complejidad de los ecosistemas y pueden proporcionar información valiosa para la conservación y el manejo sostenible de la biodiversidad en la zona estudiada. La interpretación detallada de estos índices contribuirá

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 67</b>

a una comprensión más profunda de la estructura y la dinámica de la comunidad de especies vasculares en este contexto específico. Respecto al índice de Shannon, las coberturas con la mayor representatividad es la Red vial y territorios asociados, con 1,09 y de manera muy cercana se encuentran las zonas verdad con 1,07

Por otro lado, en tanto al índice de Margalef, se registraron valores inferiores a 2, por lo cual se considera en términos generales que todas las coberturas presentan baja diversidad (Tabla 5-47). En tanto el índice inverso de Simpson se interpreta tomando como referencia un valor máximo que para este caso siempre corresponderá a 1, es decir, que entre más se acerque el valor calculado a 1 menor será la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie de una muestra tomada al azar. En este sentido las coberturas registraron valores entre 0,66 y 0,65.

**Tabla 5-47 Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de HACO**

Tipo		Índice	RVTA	ZVU
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	0.5824	0.5351
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	1.098	1.077
	Dominancia	Simpson (S)	0.666	0.6519

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Representatividad (Especies epífitas vasculares)

A continuación, se presenta el análisis de la representatividad y las respectivas curvas de acumulación de especies, para las especies epífitas vasculares registradas por cada cobertura vegetal del bioma, Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Especies vasculares y no vasculares, matrices de entrada Curvas acumulación sp.** Las curvas de acumulación de especies se utilizan en la investigación científica por varias razones fundamentales, entre ellas proporcionan una visión global de la diversidad biológica en un área específica, permitiendo comprender la estructura de las comunidades biológicas y para diseñar estrategias de conservación efectivas<sup>14</sup>, así mismo las curvas de acumulación facilitan la comparación entre diferentes hábitats y ayudan a evaluar el impacto de perturbaciones ambientales en la diversidad biológica<sup>15</sup>

En la Tabla 5-48 se presenta el resumen de los estimadores utilizados para evaluar la efectividad del muestreo realizado en las 8 coberturas caracterizadas.

**Tabla 5-48 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de HACO**

Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Instalaciones recreativas		NO APLICA MUESTREO	
Parques cementerios		NO APLICA MUESTREO	
Pastos enmalezados		NO APLICA, no se registraron taxones	
Red vial y territorios asociados	OBSERVADOS	3	100%
	CHAO 1	3	100%

<sup>14</sup> Magurran, A. (2004). Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford, 256 p.

<sup>15</sup> Colwell, R. K. (2013). Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9.

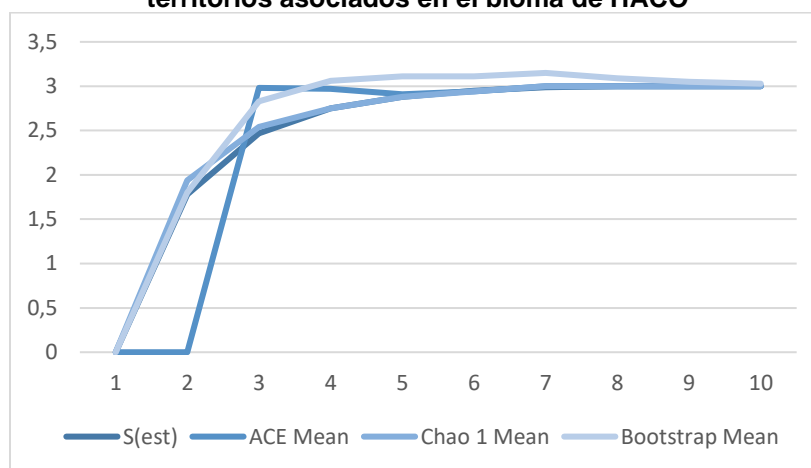
Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
	ACE	3	100%
	BOOTSTRAP	3,03	100%
Zonas industriales o comerciales	NO APLICA MUESTREO		
Zonas verdes urbanas	OBSERVADOS	3	100%
	CHAO 1	3	100%
	ACE	3	100%
	BOOTSTRAP	3,01	100%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Red vial y territorios asociados (RVTA)

La representatividad del muestreo de las epífitas vasculares en esta cobertura obtuvo valores del 100% según los tres estimadores evaluados. Este hallazgo, resalta la exhaustividad del enfoque de muestreo, indicando que se capturo la totalidad, o prácticamente la totalidad, de la diversidad de epífitas vasculares presentes en el área estudiada. Este patrón observado en la curva de acumulación, donde tiende a la asíntota, sugiere que el esfuerzo de muestreo ha sido suficiente para capturar la mayoría, si no todas, de las especies de epífitas vasculares presentes en el hábitat estudiado.

**Gráfica 5-2 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO**



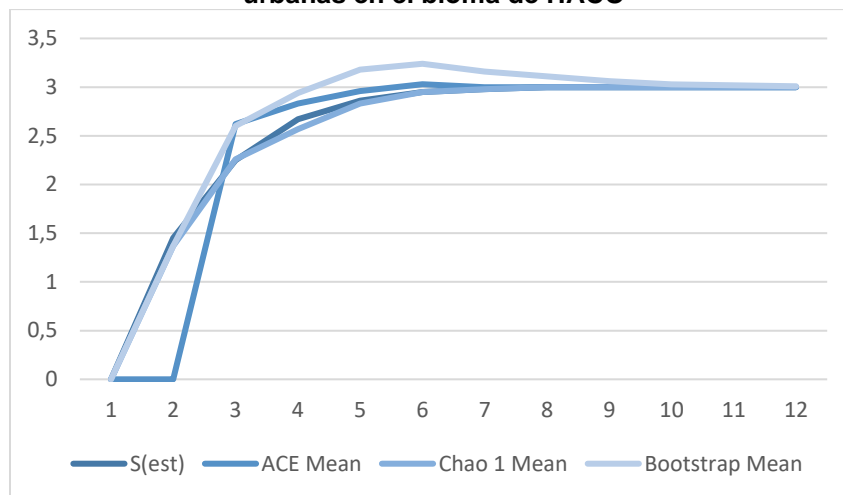
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Zonas verdes urbanas (ZVU)

Los resultados del muestreo de epífitas vasculares en este hábitat revelaron niveles de representatividad de 100%. La tendencia de la curva a aproximarse a la asíntota sugiere que el esfuerzo de muestreo ha sido altamente efectivo para capturar la variabilidad de las epífitas vasculares presentes. Este patrón es consistente con la literatura, que sugiere que, a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo, la curva de acumulación tiende a estabilizarse hacia un valor máximo, indicando la saturación de la diversidad conocida en

la muestra<sup>16</sup> ver Tabla 5-48 y Gráfica 5-3.

**Gráfica 5-3 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Zonas verdes urbanas en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Estratificación vertical de epífitas vasculares

La distribución de las especies entre los cinco estratos de cada forófito está influenciada por tres tipos principales de factores: climáticos, bióticos y relacionados con el sustrato, así como por las características intrínsecas de cada forófito, como la corteza, posición y edad, entre otros. Estos factores, en última instancia, crean las condiciones adecuadas o no para el establecimiento de diversas especies epífitas vasculares. Es importante destacar que, estos procesos son inherentemente estocásticos. Aunque las condiciones puedan ser propicias, la presencia de especies depende, en parte, de la existencia de un banco de dispersión en núcleos de bosque o parches naturales y seminaturales.


La estocasticidad de estos procesos resalta la complejidad de los mecanismos que gobiernan la distribución de las especies epífitas. Las condiciones idóneas pueden no garantizar la presencia de determinadas especies si no existe un flujo efectivo de dispersión desde áreas circundantes. Este enfoque subraya la importancia de considerar tanto factores locales como aquellos que operan a una escala más amplia, así como la ecología de comunidades epífitas y dinámicas de dispersión de especies<sup>17,18</sup>, que ofrecen perspectivas valiosas sobre los procesos ecológicos relacionados con la distribución de epífita

En relación con los registros por estratos en los forófitos evaluados, se observó que el dosel externo solo registro 4 individuos /o colonias. en cuanto al dosel medio, fue el estrato con

<sup>16</sup> Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379-391

<sup>17</sup> Burns, K. C. (Global Ecology and Biogeography). Epiphyte biogeography: Embracing the real and the virtual. 19(6), 735-741.

<sup>18</sup> Nadkarni, N. (1986). Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical elfin forest. (Vols. 18(3), 241-251). *Biotropica*,

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 70</b>

la mayor abundancia con registro de 33 (individuos y/o colonias), Si el dosel es expuesto y los árboles son de gran porte, la exposición a la radiación solar, combinada con baja humedad, puede llevar a la desecación de las epífitas, que podrían preferir estratos más protegidos, como los medios en el tronco o el dosel interno. Cabe destacar que diversos factores, aunque especulativos, pueden incidir en este fenómeno<sup>19</sup>

**Tabla 5-49 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de HACO**

Familia	Especie	Estratos del forófito				
		Base	Tronco	Dosel interno	Dosel medio	Dosel externo
Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	5	4	1	0	0
Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	0	0	3	6	4
Polemoniaceae	<i>Cobaea scandens</i>	2	4	0	4	0
Polypodiaceae	<i>Microgramma perculsa</i>	4	6	0	19	0
Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	3	2	2	4	0
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>33</b>	<b>4</b>

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En relación con los resultados de la diversidad beta vertical ( $\beta$ ), evaluada mediante el índice de Bray-Curtis y representada mediante un dendrograma de similitud, se llevó a cabo con el propósito de examinar el cambio en las especies epífitas vasculares a lo largo de los cinco (5) estratos verticales del forófito<sup>20</sup>, Estos estratos, a saber, Base, Tronco, Dosel interno, Dosel medio y Dosel externo, ofrecen una subdivisión detallada de la estructura vertical del forófito, permitiendo una comprensión más precisa de la variabilidad en la composición de especies a diferentes alturas.

El índice de Bray-Curtis se empleó como una medida de similitud entre las comunidades epífitas en cada estrato, proporcionando información sobre la divergencia o convergencia de las especies a lo largo de la verticalidad del forófito. El dendrograma de similitud, visualizado a partir de estos resultados, ofrece una representación gráfica que facilita la identificación de patrones y agrupaciones en la distribución vertical de las especies epífitas.

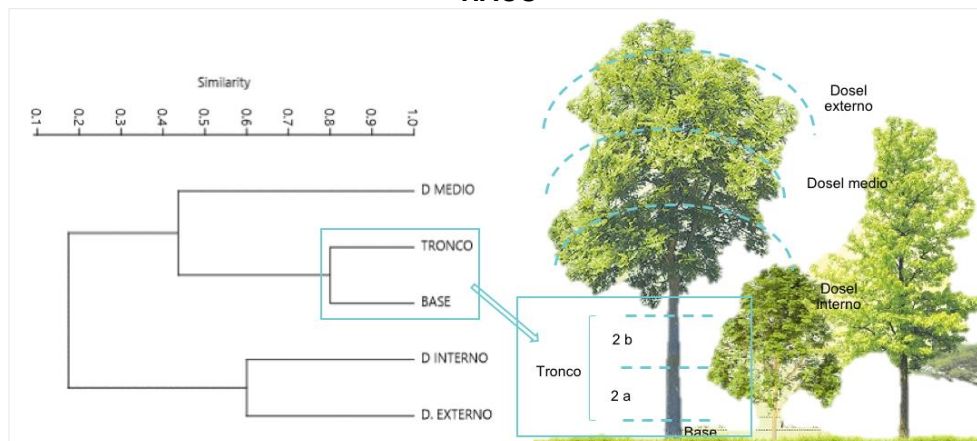
Este enfoque metodológico no solo permite cuantificar la variación en la composición de especies entre los estratos, sino que también ofrece una herramienta visual clave para interpretar la estructura de la comunidad epífita en relación con la estratificación propuesta. En cuanto a la estratificación vertical, las 5 especies de epífitas vasculares se encontraron distribuidas en los 5 estratos del forófito, En los resultados observados, los estratos con mayor valor de similitud fue la base y el tronco con un valor de 80 % (Gráfica 5-4)

<sup>19</sup> Benzing, D. H. (1990). Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota. Cambridge University Press.

<sup>20</sup> JOHANSSON, D. (1974). Ecology of epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeogr, 1-130.



**Gráfica 5-4 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Preferencia de forófito de epífitas vasculares


En total, se identificaron 5 especies de forófitos, distribuidas en 5 familias. *Sambucus nigra* (Sauco) se destacó como la especie de forófito con la mayor diversidad de epífitas vasculares, al albergar 5 especies y 41 individuos. Por otro lado, los 4 forófitos restantes presentaron valores variados, oscilando entre 1 y 4 individuos y/o colonias (consultar Tabla 5-50).

Las epífitas vasculares, caracterizadas por su capacidad para crecer sobre otras plantas sin parasitarias, exhiben preferencias selectivas en la elección de forófitos como sustrato. Esta fenomenología se basa en una interacción compleja entre las características de los forófitos y las necesidades específicas de las epífitas. Lo cual se puede deber a diferentes factores uno de ellos es el Ambiente Lumínico, el cual<sup>21</sup> sugieren que la luminosidad en distintos estratos del bosque influye en la preferencia de forófitos por las epífitas.

**Tabla 5-50 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en el bioma de HACO**

Forófito			Especie vascular	No. individuos
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Asteraceae	Arbol loco	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	<i>Cobaea scandens</i>	5
			<i>Commelina sp.</i>	1
			<i>Microgramma perculsa</i>	1
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton megalocarpus</i>	<i>Microgramma perculsa</i>	4
Fabaceae	Acacia gris	<i>Acacia decurrens</i>	<i>Commelina sp.</i>	3
			<i>Microgramma perculsa</i>	1
			<i>Rubus bogotensis</i>	3
Salicaceae	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Cobaea scandens</i>	2
			<i>Commelina sp.</i>	1
			<i>Microgramma perculsa</i>	8

<sup>21</sup> Zotz, G., & Bader, M. (2009). Epiphytic plants in a changing world: global change effects on vascular and non-vascular epiphytes. (Vols. 70, 147-170.). Progress in Botany.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 5.2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 72

Forófito			Especie vascular	No. individuos
Familia	Nombre común	Nombre científico		
			<i>Rubus bogotensis</i>	3
			<i>Cobaea scandens</i>	3
			<i>Commelina sp.</i>	5
Viburnaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Microgramma percuta</i>	15
			<i>Passiflora tarminiana</i>	13
			<i>Rubus bogotensis</i>	5

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En conclusión, la preferencia de forófitos en las epífitas vasculares es un fenómeno complejo que refleja la adaptación evolutiva y las interacciones dinámicas en los bosques tropicales. Por lo que la elección de forófitos por parte de las epífitas no es aleatoria, sino que responde a una serie de factores ambientales, bióticos y morfológicos interrelacionados.

- **Especies no vasculares epífitas**

Los líquenes, hepáticas y los musgos epífitos desempeñan roles fundamentales en los ecosistemas, contribuyendo a diversos procesos ecológicos y siendo indicadores sensibles del estado ambiental. Entre ellos los líquenes son particularmente sensibles a la contaminación del aire y se utilizan como bioindicadores de la calidad del aire (Nash III, 2008); por otro lado, y no menos importante, contribuyen a la formación del suelo al descomponer y liberar nutrientes. Además, pueden fijar nitrógeno atmosférico, enriqueciendo el suelo<sup>22</sup>

Por su parte, las hepáticas, aunque a menudo pequeñas y discretas, contribuyen significativamente a la biodiversidad de los ecosistemas, especialmente en ambientes húmedos y sombreados<sup>23</sup>, además de desempeñar roles importantes en la formación del suelo y proporcionar microhábitats para otras plantas y organismos<sup>24</sup>. Por su parte los musgos contribuyen a la regulación del agua en los bosques al absorber y retener agua, afectando así los patrones hidrológicos<sup>25</sup> e igual que las hepáticas crean hábitats para una variedad de organismos al formar microclimas en las ramas de los árboles<sup>26</sup>. A continuación, se presentan los resultados obtenidos y son analizados:

- **Riqueza y abundancia de epífitas no vasculares**

Para este bioma, se registraron un total de 13 especies de epífitas no vasculares, 10 de ellas fueron líquenes, 2 musgos y 1 hepática (Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Catálogo de especies vascular y no vascular**) ver Tabla 5-51, en este sentido se

<sup>22</sup> Grube, M. C. (2015). Exploring functional contexts of symbiotic sustain within lichen-associated bacteria by comparative omics. The ISME Journal, 9(2), 412-424.


<sup>23</sup> Gradstein, S. R.-A. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. Mem. New York Bot. Gard.

<sup>24</sup> Vitt, D. H. (2003). Mosses, Lichens, and Ferns of Northwest North America.

<sup>25</sup> Benzing D. (1990). Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota. Cambridge University Press, Cambridge.

<sup>26</sup> Stark, L. R. (2005). An evaluation of the role of differential desiccation tolerance in habitat differentiation of two moss species. American Journal of Botany, 92(8), 1200-1207.



	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 73

puede relacionar la alta dominancia y diversidad de los líquenes en el área de estudio, ya que a menudo tienen adaptaciones que les permiten prosperar en entornos epífitos, como una mayor tolerancia a la sequedad y una capacidad para colonizar sustratos difíciles<sup>27</sup>, además cuentan con una amplia gama de hospederos ya que pueden asociarse con una variedad de sustratos, incluidos árboles, rocas y suelos, lo que aumenta su presencia en comunidades epífitas no vasculares<sup>28</sup>

En cuanto a las abundancias, la especie *Dichosporidium nigrocinctum*, registro la mayor cobertura sobre los forófitos evaluados con un total de 1200 cm<sup>2</sup>, representando el 20%, seguida de *Flavopunctelia flaventior*, representando el 14% (870 cm<sup>2</sup>), las demás especies obtuvieron valores variados desde 570 a 170 cm<sup>2</sup> (Tabla 5-51).

**Tabla 5-51 Riqueza y cobertura (cm<sup>2</sup>) de epífitas no vasculares en el bioma de HACO**

Tipo	Familia	Especie	Cobertura (cm <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)
Hepatica	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	570	9,79%
Liquen	Caliciaceae	<i>Buellia sp</i>	335	5,75%
	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	255	4,38%
	Opegraphaceae	<i>Opegrapha sp. 1</i>	310	5,32%
	Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	870	14,94%
		<i>Parmotrema reticulatum</i>	545	9,36%
		<i>Usnea sp</i>	400	6,87%
	Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	225	3,86%
	Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	1200	20,60%
	Teloschistaceae	<i>Teloschistes exilis</i>	170	2,92%
		<i>Xanthoria parietina</i>	200	3,43%
Musgo	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	435	7,47%
	Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	310	5,32%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

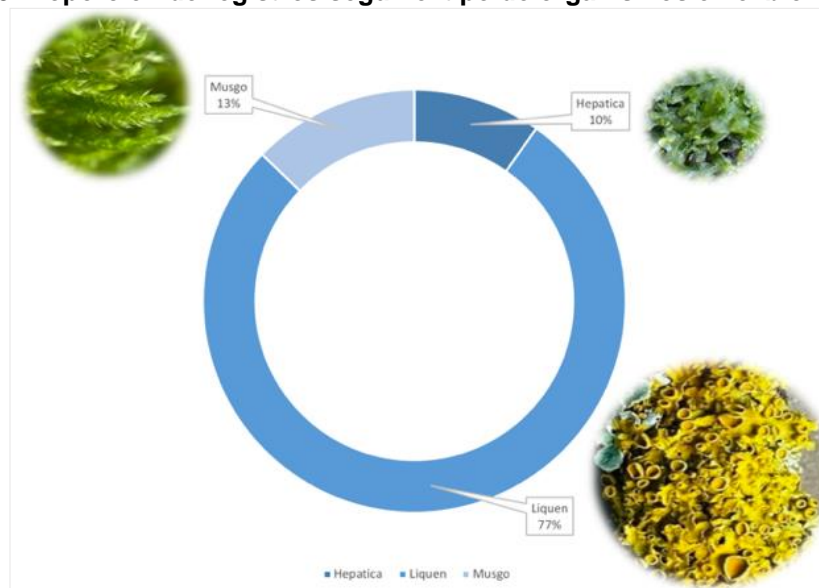
En cuanto a la proporción de los registros según el tipo de organismos Gráfica 5-5) los líquenes registraron el 77% de la cobertura total, seguidos por los musgos. Los líquenes son organismos comúnmente en las áreas tropicales y subtropicales, creciendo sobre la corteza de árboles, rocas o suelos, con distribuciones en diversas regiones, incluyendo América del Sur y Central, así como en algunas áreas de América del Norte <sup>29</sup>

<sup>27</sup> Stark, L. R. (2005). An evaluation of the role of differential desiccation tolerance in habitat differentiation of two moss species. American Journal of Botany, 92(8), 1200-1207.

<sup>28</sup> Hawksworth, D. L. (2003). The lichen-forming fungi. In The Mycota. Springer.pp. 263-287

<sup>29</sup> Lücking, R, Hodkinson, B., & Leavitt, S. (2017). The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota—Approaching one thousand genera. The Bryologist, 119(4), 361-416.

**Gráfica 5-5 Proporción de registros según el tipo de organismos en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Frecuencia de epífitas no vasculares

La frecuencia de epífitas no vasculares en el área revela patrones interesantes de distribución. En particular, *Dichosporidium nigrocinctum* como la especie dominante, registrándose en 33 forófitos (23%). Este hallazgo destaca la prevalencia y capacidad de este taxón en colonización en el entorno estudiado. Además, *Flavopunctelia flaventior* sigue en importancia, representando el 16% de la frecuencia relativa, lo que sugiere una presencia considerable en la comunidad epífita, por su parte *Parmotrema reticulatum*, con frecuencia relativa del 10% es el líquen con la tercera frecuencia relativa de mayor valor, estos resultados resaltan la heterogeneidad en la distribución de estas especies en el área evaluada (Tabla 5-52).

**Tabla 5-52 Frecuencia de epífitas no vasculares en bioma de HACO**

Especies vasculares	Ni	FR
<i>Bryum argenteum</i>	11	7%
<i>Buellia sp</i>	9	6%
<i>Candelaria concolor</i>	6	4%
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	33	22%
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	24	16%
<i>Metzgeria lindbergii</i>	14	9%
<i>Opegrapha sp. 1</i>	8	5%
<i>Parmotrema reticulatum</i>	15	10%
<i>Ramalina celastri</i>	6	4%
<i>Syntrichia papillosa</i>	7	5%
<i>Teloschistes exilis</i>	4	3%
<i>Usnea sp</i>	9	6%
<i>Xanthoria parietina</i>	6	4%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ **Diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal de epífitas no vasculares**

En lo que respecta a las coberturas de tierra evaluadas para el Helobioma Altoandino cordillera oriental, en las tres coberturas caracterizadas (Pastos enmalezados, Red vial y territorios asociados y Zonas verdes urbanas) fueron registradas especies no vasculares sobre los forófitos de dicho bioma; por lo anterior, la cobertura con la mayor abundancia fueron las zonas verdes urbanas con 3330 cm<sup>2</sup>, seguida por los pastos arbolados con 1410 cm<sup>2</sup>, en lo que respecta a las especies, solo tres líquenes fueron registrados en todas las coberturas (*Dichosporidium nigrocinctum*, *Flavopunctelia flaventior*, *Parmotrema reticulatum*), por su parte la especie con la menor cobertura fue el liquen *Teloschistes exilis*, registrando un total de 170 cm<sup>2</sup>

**Tabla 5-53 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO**

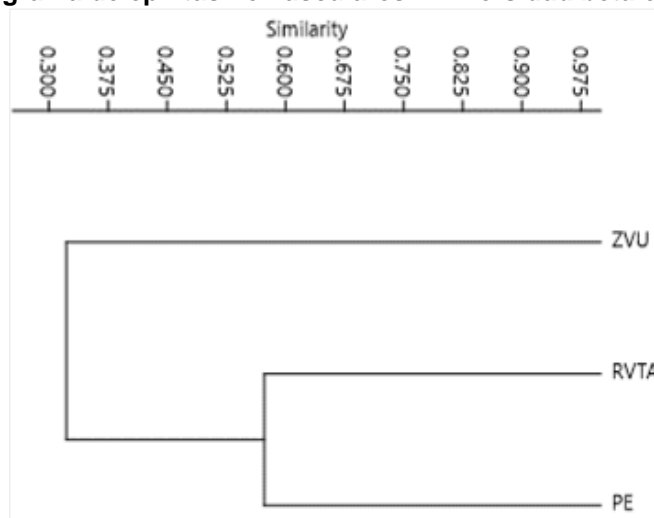
Especie	PE	RVTA	ZVU
<i>Bryum argenteum</i>	0	0	435
<i>Buellia sp</i>	335	0	0
<i>Candelaria concolor</i>	0	0	255
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	275	340	585
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	350	300	220
<i>Metzgeria lindbergii</i>	0	0	570
<i>Opegrapha sp. 1</i>	310	0	0
<i>Parmotrema reticulatum</i>	140	205	200
<i>Ramalina celastri</i>	0	0	225
<i>Syntrichia papillosa</i>	0	240	70
<i>Teloschistes exilis</i>	0	0	170
<i>Usnea sp</i>	0	0	400
<i>Xanthoria parietina</i>	0	0	200
<b>Total</b>	<b>1410</b>	<b>1085</b>	<b>3330</b>

PE: Pastos enmalezados, RVTA: Red vial y territorios asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Para analizar la distribución horizontal de las coberturas vegetales en bioma, se llevó a cabo un análisis de correlación mediante un dendrograma, utilizando el coeficiente de Bray Curtis como medida de similitud (análisis beta- $\beta$ ).

En este análisis, se observó una mayor similitud entre las coberturas de Pastos enmalezados y Red vial y territorios asociados, indicando que fueron las coberturas con mayor similitud con 57% con respecto a la diversidad observada (ver Gráfica 5-6).

**Gráfica 5-6 Dendrograma de epífitas no vasculares – Diversidad beta en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Índices de diversidad

Se aplicaron índices de diversidad alfa para evaluar la riqueza y distribución de las epífitas no vasculares en las distintas coberturas vegetales de la zona de estudio. La herramienta estadística PAST versión 3.10 fue empleada para este propósito, permitiendo una evaluación cuantitativa de la diversidad de especies en el área.


El análisis de los índices de Shannon, para este bioma revela patrones interesantes en la diversidad de las epífitas no vasculares en diferentes coberturas vegetales. En particular, las coberturas de zonas verdes urbanas 2,25 y los pastos enmalezados se destacan por presentar los valores más altos de diversidad. Esto sugiere una mayor equidad en la distribución de especies y una riqueza específica en estas áreas, lo que podría relacionarse con las características ambientales de la zona (Tabla 5-54).

Este patrón de variación en la diversidad entre diferentes coberturas destaca la importancia de considerar la heterogeneidad del paisaje en la comprensión de la distribución de epífitas no vasculares. Además, este análisis se alinea con la literatura que destaca la influencia de factores ambientales, como la estructura del dosel, la disponibilidad de sustratos y la humedad atmosférica, en la diversidad de epífitas<sup>30</sup>

El análisis de las coberturas de las zonas verdes urbanas a través del índice de Margalef resalta la notable diversidad en estas áreas, evidenciada por valores cercanos a 1,23. Estos resultados indican una riqueza relativa de especies más alta en comparación con las demás coberturas estudiadas<sup>31</sup>. Para el índice inverso de Simpson se interpreta tomando como referencia los valores entre 0 y 1, si el valor se acerca a cero se hablará de una mayor

<sup>30</sup> Nadkarni, N. M. (1991). Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. (The Condor, Ed.)

<sup>31</sup> Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. General Systems Yearbook, 3, 36-71.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 77</b>

dominancia, y si el valor se acerca a uno se dirá que hay una menor dominancia, en este sentido en las 3 coberturas se presentaron una mayor dominancia de especies, con valores entre 0,88 y 0,74.

**Tabla 5-54 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en el bioma de HACO**

Tipo		Índice	PE	RVTA	ZVU
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	0.5516	0.4292	1.233
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	1.569	1.368	2.257
	Dominancia	Simpson (S)	0.7857	0.7407	0.8833

PE: Pastos enmalezados, RVTA: Red vial y territorios asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Representatividad (Especies Epífitas no vasculares)

En cuanto a la representatividad del muestreo se puede evaluar mediante curvas de acumulación de especies. Las cuales muestran cómo aumenta el número de especies registradas a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo. La forma de la curva puede proporcionar información sobre la exhaustividad del muestreo y si se ha alcanzado una representación adecuada de la diversidad del área estudiada. Una curva alcanza una asíntota cuando el muestreo ha capturado la mayoría de las especies presentes en el área, sugiriendo una representación más completa <sup>32</sup>

A continuación, se presentan los valores de los estimadores y las curvas de acumulación de especies no vasculares de hábito epífita en las tres coberturas vegetales presentes en el helobioma, utilizando el programa Estimates versión 9.1.0. Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Especies vasculares y no vasculares, matrices de entrada Curvas acumulación sp**

**Tabla 5-55 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de HACO**

Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Instalaciones recreativas		NO APLICA MUESTREO	
Parques cementerios		NO APLICA MUESTREO	
Pastos enmalezados	OBSERVADOS	5	100%
	CHAO 2	5	100%
	ICE	5	100%
	BOOTSTRAP	5,01	100%
Red vial y territorios asociados	OBSERVADOS	4	80%
	CHAO 2	4	100%
	ICE	4	100%
	BOOTSTRAP	4	100%
Zonas industriales o comerciales		NO APLICA MUESTREO	
Zonas verdes urbanas	OBSERVADOS	11	100%
	CHAO 2	11	100%
	ICE	11	100%
	BOOTSTRAP	11,03	100%

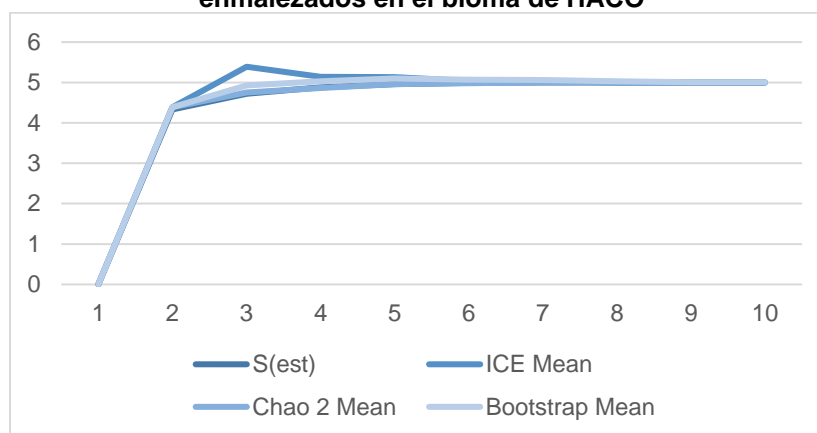
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

<sup>32</sup> Colwell, R. K. (2013). Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9.

### Pastos enmalezados (PE)

En el caso de los Pastos enmalezados, la representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífito estuvo representado con el 100% de representatividad. Este resultado sugiere que el muestreo llevado a cabo fue suficiente para capturar una proporción significativa de la diversidad de especies epífitas presentes en esta cobertura.

**Gráfica 5-7 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de pastos enmalezados en el bioma de HACO**

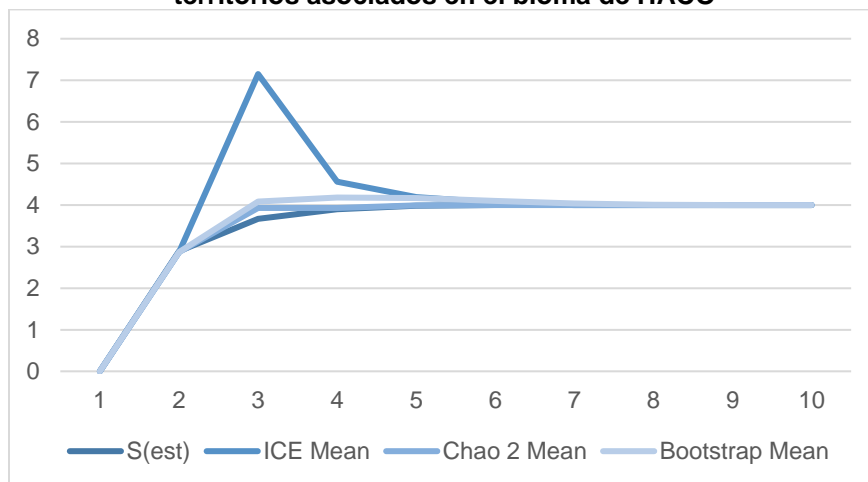


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Red vial y territorios asociados (RVTA)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífito en esta cobertura presenta valores de 100%, lo cual se refleja en la curva de acumulación y la asintota dada en la gráfica, en este sentido según el muestreo realizado se generó un buen esfuerzo de muestreo a lo largo de la cobertura en el bioma (ver Tabla 5-55 y Gráfica 5-8)

**Gráfica 5-8 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO**

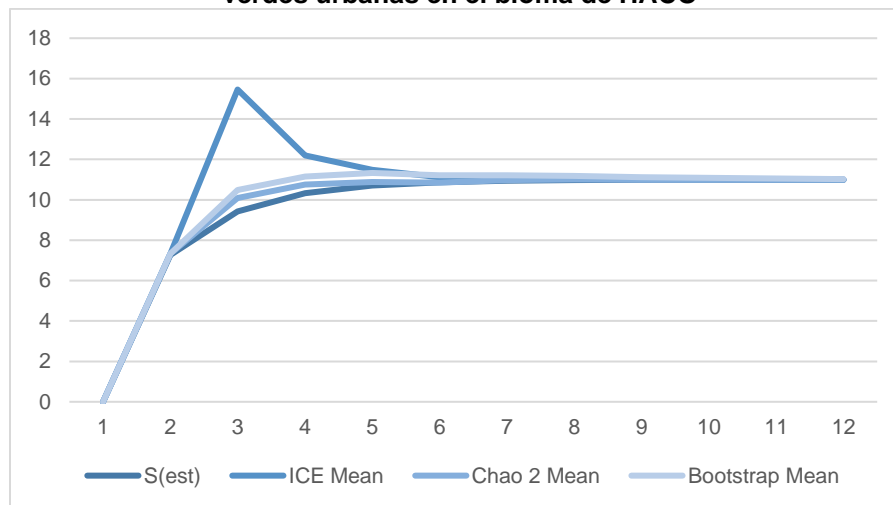


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Zonas verdes urbanas (ZVU)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífita en esta cobertura registro valores de 100% para los tres estimadores evaluados, por lo cual, se puede inferir que se realizó un esfuerzo de muestreo adecuado, ya que a medida que se incrementaban los forófitos a evaluar la probabilidad de encontrar unas especies no vasculares epífita nueva disminuía.

**Gráfica 5-9 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Zonas verdes urbanas en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### ▪ Estratificación vertical de epífitas no vasculares

A continuación, se describe el recambio de especies epífitas no vasculares en los diferentes estratos verticales del forófito. Dada la limitación de no realizar el ascenso al dosel, la caracterización de este grupo de organismos se llevó a cabo específicamente en los estratos de la Base y el Tronco (2a y 2b).

Esta aproximación permite focalizar la atención en las comunidades epífitas que se encuentran en las zonas más accesibles del forófito, es decir, en la base y el tronco. Aunque se excluyeron los estratos superiores, esta metodología proporciona una visión específica y detallada de la composición y distribución de las especies epífitas en las secciones inferiores del hábitat. Así las cosas, la mayor cobertura de no vasculares (cm<sup>2</sup>) se registró en el Tronco 2a, con 2530 cm<sup>2</sup>, seguida del Tronco 2b con 1860 cm<sup>2</sup> y por último la Base con 1435 cm<sup>2</sup>

**Tabla 5-56 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de HACO**

Familia	Especie	Estratos del forófito		
		BASE	Tronco 2a	Tronco 2b
Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	110	170	155
Caliciaceae	<i>Buellia sp</i>	75	140	120
Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	60	110	85
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	145	250	175
Opegraphaceae	<i>Opegrapha sp. 1</i>	70	135	105
Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	225	385	260
	<i>Parmotrema reticulatum</i>	140	220	185
	<i>Usnea sp</i>	90	215	95
Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	75	165	70
Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	55	90	80
Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	290	490	420
Teloschistaceae	<i>Teloschistes exilis</i>	40	85	45
	<i>Xanthoria parietina</i>	60	75	65

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

El hábitat epífito de las especies no vasculares en los primeros estratos se caracteriza por ser una interacción simbiótica única que contribuye significativamente a la biodiversidad y dinámica de estos ecosistemas. Esta asociación se manifiesta principalmente en los estratos inferiores, donde musgos y líquenes encuentran condiciones propicias para su establecimiento y desarrollo.

Esta preferencia por los primeros estratos puede explicarse por la mayor disponibilidad de sustratos adecuados y condiciones microambientales favorables, La capacidad de retención de agua, junto con su adaptabilidad a las variaciones en la iluminación, les otorga una ventaja competitiva en estos entornos<sup>33</sup>

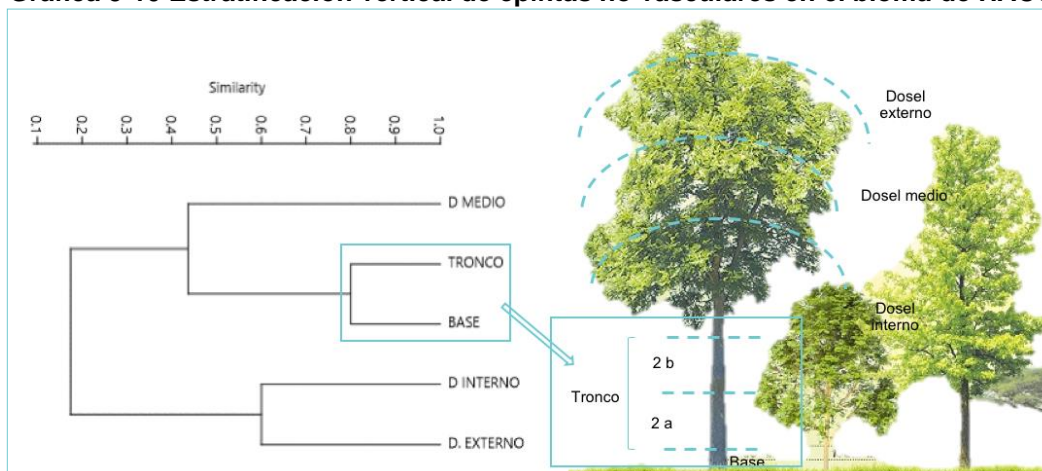
La distribución vertical y la abundancia de las epífitas en los diferentes estratos de los

<sup>33</sup> Zotz, G. &. (2001). The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. Journal of Experimental Botany, 52(364), 2067-2078.



hospederos están fuertemente influenciadas por una serie de características que explican la colonización de estos organismos en diferentes estratos, entre ellos el microambiente específico es decir la variación en las condiciones de humedad, temperatura y exposición a la luz, así como la textura y porosidad de las diferentes las cortezas, ya que la composición y la estructura de la corteza del hospedero, influyen en la capacidad de retención de agua y nutrientes, afectando la idoneidad para la colonización, otra condición importante a evaluar es la inclinación y orientación del hospedero ya que esta puede influir en la acumulación de agua y en la exposición a la luz, creando microhábitats específicos que favorecen ciertas especies<sup>34</sup>. Ahora bien, en los resultados observados, los estratos con mayor valor de similitud fueron la base y Tronco 2b con 0,84, tal como se puede apreciar en la Gráfica 5-10.

**Gráfica 5-10 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en el bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023


#### ▪ **Preferencia de forófito de epífitas no vasculares**

La preferencia de forófitos por parte de las epífitas no vasculares puede estar influenciada por diversas características que proporcionan condiciones más propicias para su establecimiento y desarrollo. Estas preferencias pueden ser atribuidas a factores como la textura de la corteza, la orientación del forófito, la disponibilidad de sustratos adecuados y las condiciones microclimáticas específicas.

Estudios han demostrado que ciertas especies de epífitas no vasculares exhiben una preferencia por forófitos con corteza rugosa y porosa, ya que proporcionan sitios de anclaje más estables y retienen una mayor cantidad de agua y nutrientes<sup>35</sup>. Además, la inclinación y orientación del forófito pueden influir en la exposición a la luz y en la acumulación de agua, creando microhábitats que favorecen ciertas especies de epífitas.

<sup>34</sup> Zotz, G., & Hietz, P. (2001). The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge. (2.-2. 52(364), Ed.) Journal of Experimental Botany.

<sup>35</sup> Benzing D, (1990). Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota. Cambridge University Press, Cambridge.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 82</b>

A continuación, en la Tabla 5-57, se presentan los registros de los diferentes forófitos presentes en el área del bioma. En total se registraron 9 especies de forófitos, 9 familias, donde las especies de *Salix humboldtiana* (Sauce) y *Sambucus nigra* (Sauco), registraron un total de 11 especies de no vasculares cada una, sin embargo la de mayor abundancia en cuanto a las cobertura calculada según el acetato fue el sauco con 1885 cm<sup>2</sup>, seguida por la Acacia, la cual registro un valor de 1630 (10 especies de nos vasculares), los demás forófitos registraron valores entre 9 y 1 solo taxon no vascular Tabla 5-57.

**Tabla 5-57 Preferencia de forofitos epifitas no vasculares en el bioma de HACO**

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Araceae	Palma	<i>Attalea sp.</i>	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	25
Asteraceae	Arbol loco	<i>Smallanthus pyramidalis</i>	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	40
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	45
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	40
			<i>Bryum argenteum</i>	65
Betulaceae	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Candelaria concolor</i>	30
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	110
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	60
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	150
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	35
			<i>Ramalina celastri</i>	50
			<i>Usnea sp</i>	55
			<i>Xanthoria parietina</i>	55
			<i>Buellia sp</i>	70
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	30
Cupressaceae	Pino limon	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	50
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	75
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	40
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	50
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	40
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton megalocarpus</i>	<i>Parmotrema reticulatum</i>	60
			<i>Syntrichia papillosa</i>	45
			<i>Bryum argenteum</i>	50
			<i>Buellia sp</i>	240
Fabaceae	Acacia gris	<i>Acacia decurrens</i>	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	315
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	370
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	85
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	235
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	175
			<i>Ramalina celastri</i>	35
			<i>Syntrichia papillosa</i>	95
			<i>Teloschistes exilis</i>	30
			<i>Buellia sp</i>	25
Myrtaceae	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	60
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	60
			<i>Bryum argenteum</i>	140
Salicaceae	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	<i>Candelaria concolor</i>	115
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	205
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	45
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	140

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	60
			<i>Ramalina celastri</i>	50
			<i>Syntrichia papillosa</i>	70
			<i>Teloschistes exilis</i>	30
			<i>Usnea sp</i>	55
			<i>Xanthoria parietina</i>	35
Viburnaceae	Saucó	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Bryum argenteum</i>	180
			<i>Candelaria concolor</i>	110
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	390
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	175
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	195
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	135
			<i>Ramalina celastri</i>	90
			<i>Syntrichia papillosa</i>	100
			<i>Teloschistes exilis</i>	110
			<i>Usnea sp</i>	290
			<i>Xanthoria parietina</i>	110

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### 5.2.1.2.2 Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental (OAADO)

En este orobioma se efectuó la revisión de tres coberturas de tierra asociadas al área (Pastos limpios y Red vial y territorios asociados y zonas verdes urbanas), en total fueron caracterizados 36 forófitos, cabe resaltar que para la cobertura de Zonas verdes urbanas, no aplicaba el muestreo según la herramienta de caculo del ANLA<sup>36</sup>, para la estandarización del muestreo de la flora vascular y no vascular, sin embargo conociendo el contexto del proyecto, se optó por realizar su respectiva caracterización, pues dicha cobertura, presente en el separador, representa una área importante con potenciales arboles hospederos.

- **Especies vasculares epífitas**
- **Riqueza y abundancia de epífitas vasculares**

Para este bioma del proyecto se registraron 185 individuos y/o colonias, agrupados en 13 morfoespecies de epífitas vasculares y 9 familias: Bromeliaceae, Orchidaceae, Acanthaceae, Commelinaceae, Passifloraceae, Phytolaccaceae Polypodiaceae, Rosaceae, Solanaceae. La familia Orchidaceae fue la más diversa con 3 especies, todas del mismo género *Epidendrum* (*Epidendrum porquerense*, *Epidendrum* sp., *Epidendrum* sp. 1), seguido de la familia Bromeliaceae, (con el género *Tillandsia*), y la familia Polypodiaceae, con 2 especies cada una. Adicional, cabe destacar la presencia de *Polypodium* cf. *Wiesbaueri* con 37 individuos y/o colonias (20%), en contraste con las especies *Epidendrum* sp. y *Epidendrum* sp. 1, fueron las menos abundantes con 2 individuos cada una en la totalidad del área de estudio.

<sup>36</sup> ANLA. (2022). CIRCULAR EXTERNA No. 00002. Bogotá.

**Tabla 5-58 Riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el bioma de OAADO**

Tipo	Especie	Abundancia	Abundancia	Abundancia relativa (%)
Vascular	Bromeliaceae	<i>Tillandsia biflora</i>	12	6,49%
		<i>Tillandsia fendleri</i>	5	2,70%
	Orchidaceae	<i>Epidendrum porquerense</i>	5	2,70%
		<i>Epidendrum sp.</i>	2	1,08%
		<i>Epidendrum sp. 1</i>	2	1,08%
	Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	11	5,95%
	Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	7	3,78%
	Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	11	5,95%
	Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>	20	10,81%
	Polypodiaceae	<i>Microgramma perculsa</i>	36	19,46%
		<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	37	20,00%
	Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	7	3,78%
	Solanaceae	<i>Capsicum sp.</i>	30	16,22%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Frecuencia de epífitas vasculares

En tanto a la frecuencia de las epífitas vasculares, el taxón con la mayor frecuencia relativa fue *Polypodium cf. wiesbaueri* representando el 22% y presente en 11 forófitos, seguidos de *Microgramma perculsa* con una frecuencia relativa del 20% y presente en 10 forófitos. El resto de las especies presentaron una frecuencia entre 2% y 8% (Tabla 5-59).

**Tabla 5-59 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de OAADO**

Especies vasculares	Ni	FR
<i>Capsicum sp.</i>	5	10,20%
<i>Commelina sp.</i>	5	10,20%
<i>Epidendrum porquerense</i>	1	2,04%
<i>Epidendrum sp.</i>	1	2,04%
<i>Epidendrum sp. 1</i>	1	2,04%
<i>Microgramma perculsa</i>	10	20,41%
<i>Passiflora tarminiana</i>	2	4,08%
<i>Phytolacca bogotensis</i>	4	8,16%
<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	11	22,45%
<i>Rubus bogotensis</i>	3	6,12%
<i>Thunbergia alata</i>	3	6,12%
<i>Tillandsia biflora</i>	2	4,08%
<i>Tillandsia fendleri</i>	1	2,04%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Diversidad y abundancia por cobertura de epífitas vasculares

En lo que respecta a las coberturas de tierra evaluadas para el bioma, únicamente en la cobertura de zonas verdes urbanas fueron registrados taxones de carácter vascular en el hábito epifito, por su parte en la cobertura de Pastos limpios (Fotografía 5-6) y Red vial y territorios asociados, a pesar que fueron evaluados un total de 9 y 7 forófitos respetivamente, en los hospederos evaluados no fueron datadas especies vasculares, por lo cual en el presente ítem no se presenta los análisis de la diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal,

ya que no se cuenta con una cobertura para comparar ambas diversidades, cabe mencionar que de los tres biomas este fue el que presento la mayor abundancia y diversidad en cuanto a este grupo de organismos, con un total de 185 individuos y/colonias y 13 especies

**Tabla 5-60 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de OAADO**

Especie	ZVU
<i>Capsicum sp.</i>	30
<i>Commelina sp.</i>	7
<i>Epidendrum porquerense</i>	5
<i>Epidendrum sp.</i>	2
<i>Epidendrum sp. 1</i>	2
<i>Microgramma percussa</i>	36
<i>Passiflora tarminiana</i>	11
<i>Phytolacca bogotensis</i>	20
<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	37
<i>Rubus bogotensis</i>	7
<i>Thunbergia alata</i>	11
<i>Tillandsia biflora</i>	12
<i>Tillandsia fendleri</i>	5
<b>Total</b>	<b>185</b>

ZVU: Zonas verdes urbanas  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-6 Revisión de la cobertura de pastos limpios**



Barrio: Casablanca suba urbano  
Coordenadas: E: 4884620,2036, N: 2086089,3449  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-7 Validación en las zonas verdes urbanas**




Barrio: Casablanca suba urbano  
Coordenadas: 4885081,886 N: 2089561,922185  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ■ Índices de diversidad

Se evaluaron los índices de Simpson (1-D) y Shannon-Wiener (H), donde el índice de Simpson (1-D), al acercarse a uno (1), indica una menor dominancia en la muestra estudiada, reflejando así una mayor diversidad. Por otro lado, el índice de Shannon-Wiener (H) abarca valores entre cero (0), que se da cuando hay una sola especie presente, y Ln (S), donde todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 86

La cobertura de zonas verdes urbanas valor para el índice de Shannon-Wiener (H) con 2,23, lo que indica que es unas coberturas diversas. Por su parte para el índice de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Valores inferiores a 2, se consideran en términos generales baja diversidad, por ende, en el caso de las ZVU, es una cobertura con una alta diversidad.

El índice inverso de Simpson, indica que valores cercanos a 1, la probabilidad de ocurrencia de una especie es menor, y por ende la distribución de abundancias es heterogénea entre las especies evaluadas. Teniendo en cuenta lo anterior, la cobertura registro valores de 0.86 (Tabla 5-61)

**Tabla 5-61. Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de OAADO**

Tipo		Índice	ZVU
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	2.29
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	2.23
	Dominancia	Simpson (S)	0.86

ZVU: Zonas verdes urbanas  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Representatividad (Especies Epífitas vasculares)

A continuación, se presenta el análisis de la representatividad y la respectiva curva de acumulación de especies, para las epífitas vasculares registradas en la única cobertura con registros de este tipo de taxón (**ver Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Especies vasculares y no vasculares, matrices de Curvas acumulación sp**).

**Tabla 5-62 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de OAADO**

Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Pastos limpios		NO APLICA, no se registraron taxones	
Red vial y territorios asociados		NO APLICA, no se registraron taxones	
Zonas verdes urbanas	OBSERVADOS	13	100%
	CHAO 1	13	100%
	ACE	13	100%
	BOOTSTRAP	14,05	93%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

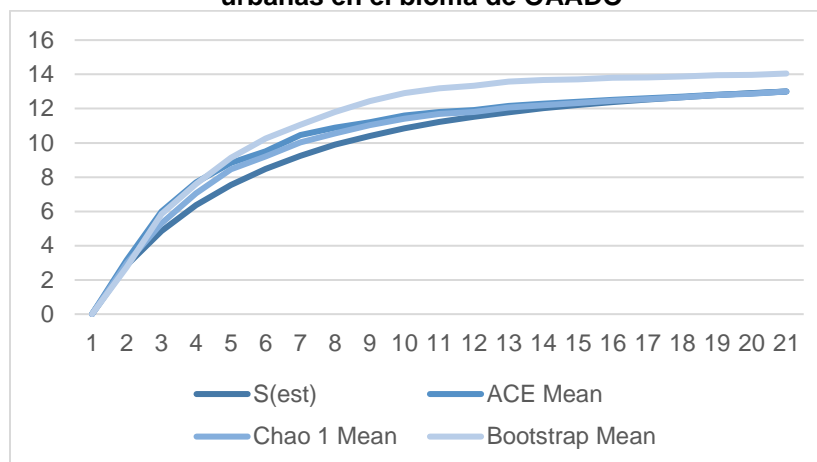
Los análisis de curvas de acumulación de especies son útiles para estimar el número de especies esperadas a partir de un muestreo. Este análisis indica cómo el muestreo de especies se va acumulando en función y número acumulado de muestras. Este análisis es de utilidad para extrapolar y estimar la diversidad asociada a determinado ecosistema.

#### **Zonas verdes urbanas (ZVU)**

En el área de estudio que corresponde a la cobertura de zonas verdes urbanas, se obtuvo una eficiencia de muestreo para el grupo de las epífitas vasculares entre el 93% y 100%,

siendo valores superiores a los mínimos requeridos (85%), por lo cual se puede considerar que se obtuvo un buen esfuerzo de muestro (Gráfica 5-11 - Tabla 5-62).

**Gráfica 5-11 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de zonas verdes urbanas en el bioma de OAADO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Estratificación vertical de epífitas vasculares

Los procesos de distribución de las especies de epífitas vasculares, están ligados a procesos estocásticos resalta la complejidad de los mecanismos que gobiernan la distribución de las especies. Esto indica que, aunque existan las condiciones propicias para el establecimiento de los individuos, la presencia de estas depende en parte de la existencia de un banco de dispersión en núcleos de bosque o parches naturales<sup>37</sup>. También el patrón de distribución espacial sobre los forófitos depende de la especie del forófito, su posición, edad, condición y/o de la presencia de otras epífitas<sup>38</sup>, afirman que, las epífitas son más abundantes en aquellos portadores muy ramificados hacia todos los ángulos, con ramas horizontales y grandes copas, características de los diferentes forófitos evaluados

Con relación a la estratificación vertical, las 13 especies de epífitas vasculares se encontraron distribuidas en los 5 estratos del forófito, donde la mayor representatividad se registró en el dosel medio con 55 individuos y/o colonias, seguidos del estrato de base, con un registro de 40 especies, en esta zona del hospedero se debe resaltar la presencia de especies con de diferentes modificaciones morfologías que les permiten anclarse al hospedero, ya sea con zarcillos, espinas, tallos. En tercer lugar, se encuentra el dosel interno y el tronco con 36 y 34 individuos respectivamente.

<sup>37</sup> Benzing, D. H. (1990). Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota. Cambridge University Press.

<sup>38</sup> Sudgen, A. & R. Robins. (1979). Aspects of the ecology of Vascular Epiphytes in Colombian cloud.

**Tabla 5-63 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de OAADO**

Familia	Especie	Estratos del forófito				
		Base	Tronco	Dosel interno	Dosel medio	Dosel externo
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	2	2	4	3	0
Bromeliaceae	<i>Tillandsia biflora</i>	0	0	3	6	3
	<i>Tillandsia fendleri</i>	0	0	2	3	0
Commelinaceae	<i>Commelina sp.</i>	3	3	1	0	0
Orchidaceae	<i>Epidendrum porquerense</i>	0	2	0	3	0
	<i>Epidendrum sp.</i>	0	2	0	0	0
	<i>Epidendrum sp. 1</i>	0	2	0	0	0
Passifloraceae	<i>Passiflora tarminiana</i>	0	0	4	3	4
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca bogotensis</i>	12	8	0	0	0
Polypodiaceae	<i>Microgramma percuta</i>	5	12	3	16	0
	<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	6	2	5	11	13
Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i>	2	1	4	0	0
Solanaceae	<i>Capsicum sp.</i>	10	0	10	10	0
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>34</b>	<b>36</b>	<b>55</b>	<b>20</b>

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

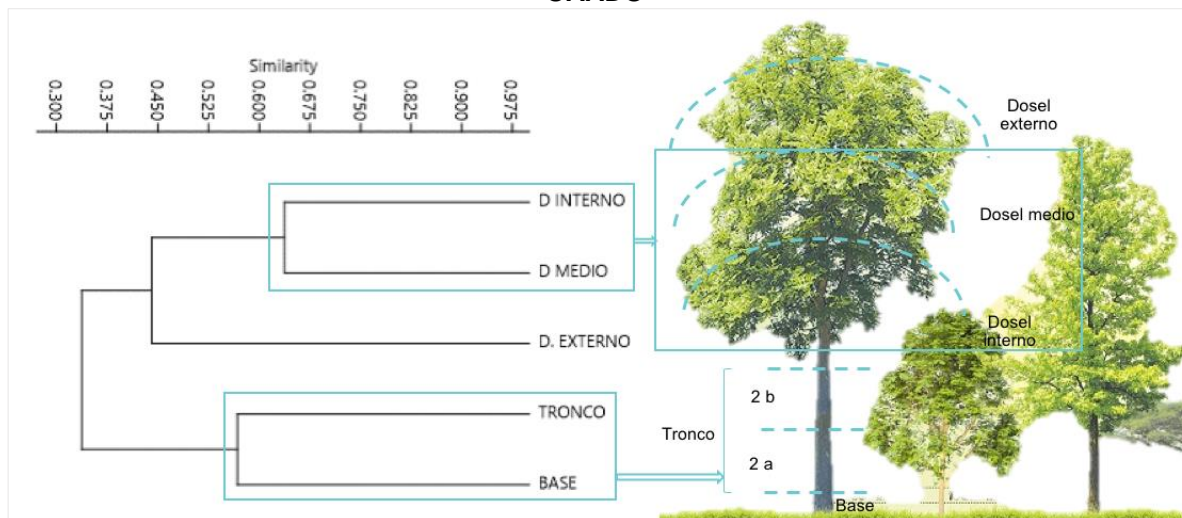
Con base en el análisis de correlación por medio del parámetro Bray Curtis y representada en un dendrograma de similitud, se examinó el recambio de las especies de epífitas vasculares presentes en los cinco estratos arbóreos propuestos<sup>39</sup>, base, tronco, dosel interno, dosel medio y dosel externo. Este índice proporciona información sobre la similitud o disimilitud entre las comunidades de epífitas en cada estrato arbóreo y evaluado por medio de la representación gráfica del dendrograma (Gráfica 5-12).

Los estratos que registraron mayor similitud fueron dosel interno y dosel medio con un valor de 63%, por su parte se genera otro grupo diferencial el cual presenta una similitud de 56% correspondiente a el estrato base versus el tronco

<sup>39</sup> JOHANSSON, D. (1974). Ecology of epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeogr, 1-130.



**Gráfica 5-12 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de OAADO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Preferencia de forófito de epífitas vasculares


El microhábitat de las epífitas se puede considerar de acuerdo con la precipitación a la cobertura de niebla<sup>40</sup>, ya que estos factores pueden determinar en gran medida la abundancia y diversidad de la flora epífita en un lugar<sup>41</sup>. Por ejemplo, la alta precipitación al manifestarse con lluvias relativamente fuertes puede desarraigar fácilmente los propágulos de las epífitas, evitando su establecimiento, además de lavar los nutrientes de los suelos del dosel<sup>42</sup>.

Finalmente, en cuanto a la preferencia de forófitos, se registraron 10 especies de forófitos agrupados en 10 familias. La especie que albergó la mayor diversidad de epífitas vasculares con 8 especies es *Escallonia pendula* (con abundancia de 31 individuos), por su parte la especie *Alnus acuminata*, registro la mayor abundancia con 38 individuos y/o colonias (5 especies), las demás especies registran entre 6 y 1 especie de epífitas. Existen factores intrínsecos de los forófitos que pueden facilitar el establecimiento de las epífitas vasculares, como la altura, inclinación, grosor del tronco, distribución y posición de las ramas. Muchos es estos factores, sumado a las estrategias propias de las epífitas vasculares fomentaron el establecimiento de las diferentes especies en determinados forófitos (Tabla 5-64).

<sup>40</sup> Sudgen, A. & R. Robins. (1979). Aspects of the ecology of Vascular Epiphytes in Colombian cloud.

<sup>41</sup> Zotz, G. & J. L. Andrade. (2002). La ecología y la fisiología de las epífitas y las hemiepífitas. Capítulo 12: 271-296.

<sup>42</sup> Nissan., G. R. (1999). Evaluación de la factibilidad del modelado de los impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión Tarum.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 5.2
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 90


**Tabla 5-64 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en bioma de OAADO**

Forófito			Especie vascular	No. individuos
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Betulaceae	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Capsicum sp.</i>	12
			<i>Commelina sp.</i>	1
			<i>Microgramma percussa</i>	6
			<i>Phytolacca bogotensis</i>	10
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	9
Bignoniaceae	Chicala	<i>Tecoma stans</i>	<i>Commelina sp.</i>	3
			<i>Microgramma percussa</i>	7
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	6
			<i>Tillandsia fendleri</i>	5
Escalloniaceae	Mangle de tierra fría	<i>Escallonia pendula</i>	<i>Capsicum sp.</i>	6
			<i>Epidendrum porquerense</i>	5
			<i>Epidendrum sp.</i>	2
			<i>Epidendrum sp. 1</i>	2
			<i>Microgramma percussa</i>	3
			<i>Phytolacca bogotensis</i>	5
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	3
Fabaceae	Guamo santafereño	<i>Inga cf. edulis</i>	<i>Thunbergia alata</i>	5
			<i>Capsicum sp.</i>	6
			<i>Microgramma percussa</i>	6
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	5
Lythraceae	Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia acuminata</i>	<i>Tillandsia biflora</i>	5
			<i>Capsicum sp.</i>	6
			<i>Microgramma percussa</i>	3
			<i>Passiflora tarminiana</i>	5
			<i>Phytolacca bogotensis</i>	5
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	2
Melastomataceae	Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	<i>Rubus bogotensis</i>	3
			<i>Commelina sp.</i>	2
			<i>Microgramma percussa</i>	3
			<i>Passiflora tarminiana</i>	6
			<i>Rubus bogotensis</i>	1
			<i>Thunbergia alata</i>	3
Myrtaceae	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	<i>Tillandsia biflora</i>	7
Pittosporaceae	Laurel huesito	<i>Pittosporum undulatum</i>	<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	4
			<i>Microgramma percussa</i>	1
Rosaceae	Holly liso	<i>Cotoneaster pannosus</i>	<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	2
			<i>Microgramma percussa</i>	5
Viburnaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Commelina sp.</i>	1
			<i>Microgramma percussa</i>	2
			<i>Polypodium cf. wiesbaueri</i>	6
			<i>Rubus bogotensis</i>	3
			<i>Thunbergia alata</i>	3

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- **Especies no vasculares epífitas**
  - **Riqueza y abundancia de epífitas no vasculares**

Para esta bioma, se registraron 17 especies de epífitas no vasculares, agrupadas en 13

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 5.2
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 91

familias (Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Catálogo de especies vascular y no vascular**), siendo los líquenes el mayor representante de este tipo de organismos con 10 especies, seguido de los musgos con 5 especies, y las hepáticas con 2 especies, en cuanto a las abundancias continua el liquen *Dichosporidium nigrocinctum*, representando la mayor abundancia con 1203 cm<sup>2</sup> es de resaltar este bioma es el que presento la mayor abundancia de musgos, representando el 18% de la cobertura relativa total.

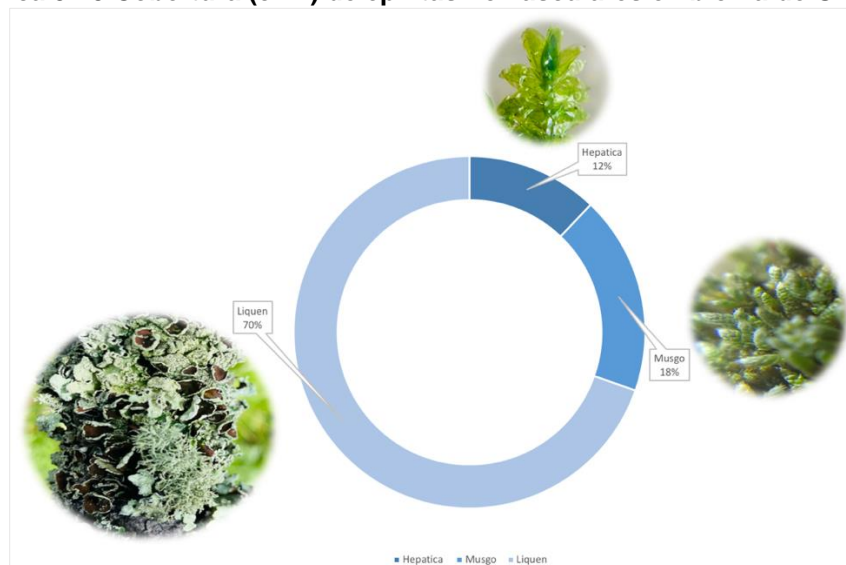
**Tabla 5-65 Riqueza y cobertura (cm<sup>2</sup>) de epífitas no vasculares en el bioma de OAADO**

Tipo	Especie	Abundancia	Cobertura (cm <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)
hepática	Frullaniaceae	<i>Frullania rio-janeirensis</i>	320	3,49%
	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	790	8,61%
Liquen	Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	880	9,60%
	Opegraphaceae	<i>Opegrapha sp. 1</i>	355	3,87%
		<i>Opegrapha sp.2</i>	355	3,87%
	Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	1401	15,28%
		<i>Parmotrema reticulatum</i>	530	5,78%
		<i>Usnea sp</i>	485	5,29%
	Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	400	4,36%
	Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	1205	13,14%
	Teloschistaceae	<i>Teloschistes exilis</i>	470	5,12%
		<i>Xanthoria parietina</i>	305	3,33%
Musgo	Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	590	6,43%
	Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	100	1,09%
	Leskeaceae	<i>Leskeadelphus angustatus</i>	30	0,33%
	Neckeraceae	<i>Neckera chilensis</i>	710	7,74%
	Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	245	2,67%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

La alta diversidad de los líquenes en las coberturas posiblemente se deba a la capacidad que tienen de ser pioneros en un proceso de restauración, es decir, se establecen especialmente en áreas intervenidas, aquellas en las que la oferta lumínica es alta, siendo el caso de las coberturas evaluadas, así las cosas en el presente bioma continúan siendo los líquenes el tipo de organismos con la mayor representación (70%), seguidos por los musgos con el 18% y finalmente las hepáticas aportan el 12 % de la cobertura total registrada en los forófitos evaluados en este bioma

**Gráfica 5-13 Cobertura (cm2) de epífitas no vasculares en bioma de OAADO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Frecuencia de epífitas no vasculares

En tanto a la frecuencia de las epífitas no vasculares, las especies *Dichosporidium nigrocinctum* y *Flavopunctelia flaventior*, registraron la misma frecuencia, representado el 14 % respectivamente, en tercer lugar, se encuentra, el musgo *Metzgeria lindbergii*, con una frecuencia de 20 forófitos, representando el 8%, en cuarto fue registrado el musgo, *Neckera chilensis*, con una frecuencia relativa de 6% (16 de los 36 forófitos) ver Tabla 5-66

**Tabla 5-66 Frecuencia de epífitas no vasculares en bioma de OAADO**

Especies vasculares	Ni	FR
<i>Candelaria concolor</i>	23	0,097
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	2	0,008
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	34	0,143
<i>Fabronia ciliaris</i>	15	0,063
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	34	0,143
<i>Frullania rio-janeirensis</i>	8	0,034
<i>Leskeadelphus angustatus</i>	1	0,004
<i>Metzgeria lindbergii</i>	20	0,084
<i>Neckera chilensis</i>	16	0,068
<i>Opegrapha sp. 1</i>	8	0,034
<i>Opegrapha sp.2</i>	10	0,042
<i>Parmotrema reticulatum</i>	11	0,046
<i>Ramalina celastri</i>	10	0,042
<i>Syntrichia papillosa</i>	9	0,038
<i>Teloschistes exilis</i>	13	0,055
<i>Usnea sp</i>	14	0,059
<i>Xanthoria parietina</i>	9	0,038

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ **Diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal de epífitas no vasculares**

En lo que respecta a las coberturas de tierra evaluadas en el Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental, en las tres coberturas caracterizadas (Pastos limpios, Red vial y territorios asociados y Zonas verdes urbanas) fueron registradas especies no vasculares sobre los forófitos caracterizados; atendiendo a lo anterior, la cobertura de zonas verdes urbanas fue la que mayor abundancia y riqueza; con un total de 3330 cm<sup>2</sup> y las 17 especies del bioma, las demás coberturas presentaron valores circunstancialmente inferiores, con la presencia de 7 especies para los PL y 4 especies para la RVTA respectivamente, dichas diferencias se deben a las condiciones particulares de las tres coberturas, donde las zonas verdes presentan un mayor proceso de sucesión, proporcionando microclimas propicios para el establecimiento de este tipo de organismos.

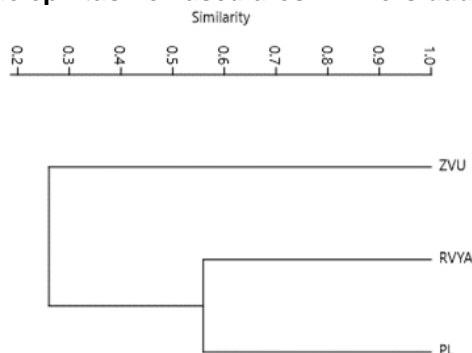
**Tabla 5-67 Diversidad y abundancia por cobertura en el bioma de HACO**

Especie	PL	RVYA	ZVU
<i>Candelaria concolor</i>	310	195	375
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	0	0	100
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	200	280	725
<i>Fabronia ciliaris</i>	0	0	590
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	231	385	785
<i>Frullania rio-janeirensis</i>	0	0	320
<i>Leskeadelphus angustatus</i>	0	0	30
<i>Metzgeria lindbergii</i>	0	0	790
<i>Neckera chilensis</i>	0	0	710
<i>Opegrapha sp. 1</i>	0	0	355
<i>Opegrapha sp.2</i>	0	0	355
<i>Parmotrema reticulatum</i>	0	0	530
<i>Ramalina celastri</i>	0	0	400
<i>Syntrichia papillosa</i>	60	0	185
<i>Teloschistes exilis</i>	230	30	210
<i>Usnea sp</i>	155	0	330
<i>Xanthoria parietina</i>	270	0	35
<b>Total</b>	<b>1456</b>	<b>890</b>	<b>6825</b>

PL: Pastos limpios, RVTA: Red vial y territorios asociados, ZVU: Zonas verdes urbanas  
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Para analizar la distribución horizontal se observó la similitud entre las coberturas vegetales caracterizadas, se realizó un análisis de correlación por medio de un dendrograma, bajo los parámetros de Bray Curtis (análisis beta- $\beta$ ). El dendrograma resultante muestra la formación de pequeños grupos que comparten cierto grado de similitud. Como era de esperarse las dos coberturas con la menor riqueza presentaron el mayor valor de similitud con un valor de 55%, así pues, la cobertura de zonas verdes urbanas se mostró excepcionalmente diferente.

**Gráfica 5-14 Dendrograma de epífitas no vasculares – Diversidad beta en bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ■ Índices de diversidad

Se emplearon los índices de diversidad alfa para estimar la diversidad de las epífitas no vasculares en las coberturas vegetales estudiadas. Para ello, se utilizó la herramienta estadística PAST versión 3.10. Para el índice de Shannon, la cobertura de zonas verdes urbanas presento los valores superiores a 2,6, lo que indica que es la cobertura con mayor diversidad para este bioma evaluado (Tabla 5-68)

Por su parte, el índice de Margalef la cobertura más diversa se mantiene con respecto al índice anterior, donde las zonas verdes urbanas presentaron un valor de 1,81 (cerca de dos), las demás coberturas representaron valores de diversidad inferiores. Para el índice inverso de Simpson se interpreta tomando como referencia los valores entre 0 y 1, si el valor se acerca a cero se hablará de una mayor dominancia, y si el valor se acerca a uno se dirá que hay una menor dominancia, en este sentido todas las coberturas presentan valores similares de dominancia oscilando entre 0,91 a 0,66 siendo coberturas con alta dominancia de especies.

**Tabla 5-68 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en bioma de HACO**

Tipo		Índice	PL	RVYA	ZVU
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	0.8238	0.4417	1.812
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	1.868	1.173	2.623
	Dominancia	Simpson (S)	0.8383	0.6648	0.9194

PL: Pastos limpios, REVT: Red vial, ferroviaria y terrenos asociados; y ZVU: zonas verdes urbanas.

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ■ Representatividad (Especies Epífitas no vasculares)

A continuación, se presentan las curvas de acumulación de especies no vasculares de hábito epífita en las tres coberturas evaluadas en el bioma, utilizando el programa Estimates versión 9.1.0. Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, vasculares y no vasculares, matrices de entrada Curvas acumulación sp.**



**Tabla 5-69 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de HACO**

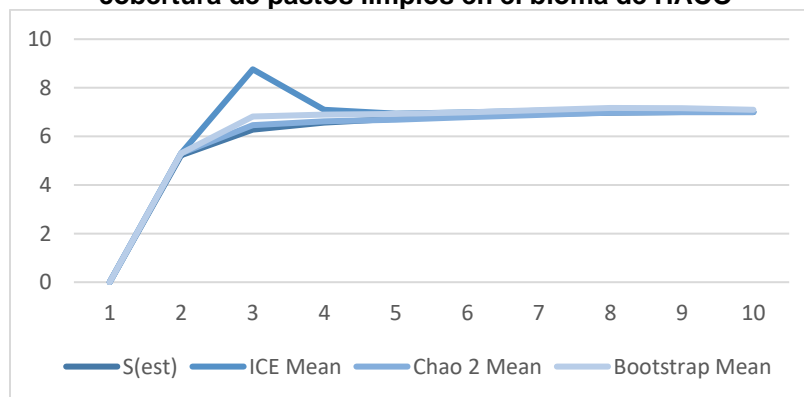
Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Pastos limpios	OBSERVADOS	7	100%
	CHAO 2	7	100%
	ICE	7	100%
	BOOTSTRAP	7,1	99%
Red vial y territorios asociados	OBSERVADOS	4	100%
	CHAO 2	4	100%
	ICE	4	100%
	BOOTSTRAP	4,1	98%
Zonas verdes urbanas	OBSERVADOS	16	100%
	CHAO 2	16,33	98%
	ICE	16	100%
	BOOTSTRAP	16,4	98%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Pastos limpios (PL)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífito en esta cobertura estuvo en el 99% y el 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se puede apreciar que la curva llegó a estabilizarse ver Tabla 5-69, formando una “J” invertida

**Gráfica 5-15 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífito para la cobertura de pastos limpios en el bioma de HACO**

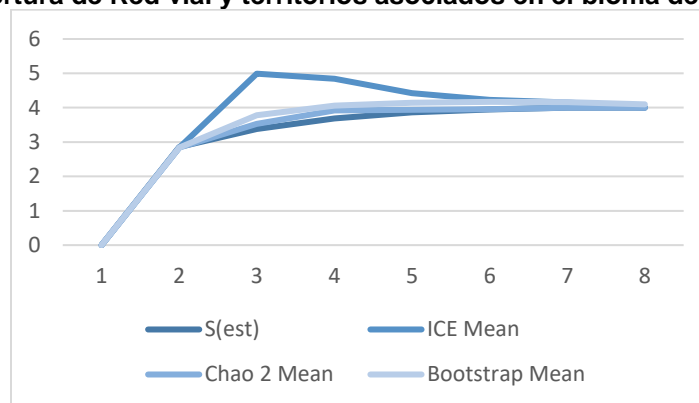


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Red vial y territorios asociados (RVTA)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífito en esta cobertura estuvo entre el 98 y el 100% para los estimadores evaluados. En esta cobertura se puede apreciar que la curva llegó a estabilizarse. A pesar de que se aumentara el esfuerzo de muestreo las coberturas presentan baja diversidad.

**Gráfica 5-16 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífita para la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de HACO**

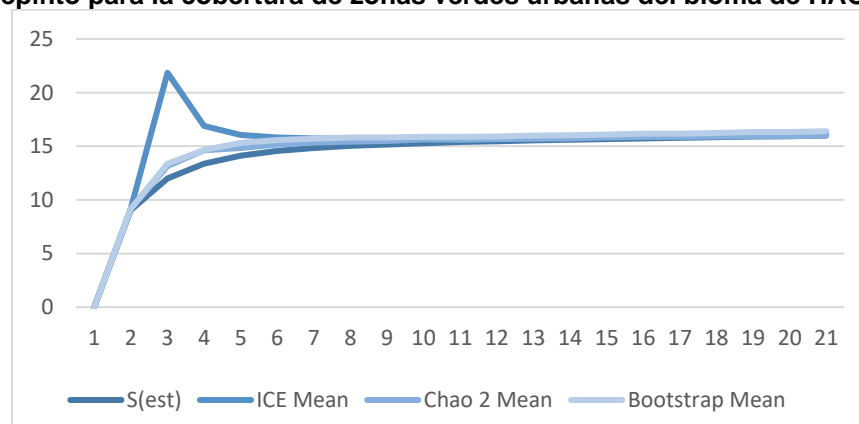


Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Zonas verdes urbanas (VVU)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífita en esta cobertura fue excepcional, oscilando entre el 98% y el 100%. La estabilización de la curva de acumulación de especies indica claramente que se realizó un esfuerzo de muestreo exhaustivo y que la mayoría de las especies presentes en la cobertura fueron identificadas y registradas. Cuando la curva de acumulación de especies se estabiliza, sugiere que se han registrado la mayoría de las especies presentes en el área muestreada. Esto indica un buen esfuerzo de muestreo.


**Gráfica 5-17 Curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífita para la cobertura de zonas verdes urbanas del bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Estratificación vertical de epífitas no vasculares

La abundancia de epífitas en los bosques y la influencia predominante en la abundancia de estas plantas se debe principalmente a la disponibilidad de luz y agua, estas dos variables, emergen como factores clave que modelan la presencia y la abundancia de epífitas en los

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 97</b>

ambientes forestales. La luz desempeña un papel fundamental ya que muchas epífitas dependen de ella para realizar la fotosíntesis, un proceso crucial para su crecimiento y supervivencia.

En cuanto a los estratos evaluados, la sección del tronco 2<sup>a</sup>, registro la mayor abundancia con un valor de 3861 cm<sup>2</sup>, seguida por el tronco 2b, con 2715 cm<sup>2</sup>, y finalmente no tan lejano se encuentra la base con 2595 cm<sup>2</sup>, lo que se relaciona con la variación en la estructura del dosel forestal, determina la cantidad de luz que alcanza las capas inferiores, afectando así la capacidad de las epífitas para prosperar.

**Tabla 5-70 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en bioma de HACO**

Familia	Especie	Estratos del forófito		
		Base	Tronco 2a	Tronco 2b
Candelariaceae	<i>Candelaria concolor</i>	265	380	235
Fabroniaceae	<i>Fabronia ciliaris</i>	170	240	180
Frullaniaceae	<i>Frullania rio-janeirensis</i>	100	140	80
Hypnaceae	<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	15	70	15
Leskeaceae	<i>Leskeadelphus angustatus</i>	5	20	5
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	260	320	210
Neckeraceae	<i>Neckera chilensis</i>	200	335	175
Opegraphaceae	<i>Opegrapha sp. 1</i>	85	140	130
	<i>Opegrapha sp.2</i>	110	125	120
Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	375	656	370
	<i>Parmotrema reticulatum</i>	135	255	140
	<i>Usnea sp</i>	130	170	185
Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	60	80	105
Ramalinaceae	<i>Ramalina celastri</i>	80	180	140
Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	380	440	385
Teloschistaceae	<i>Teloschistes exilis</i>	130	200	140
	<i>Xanthoria parietina</i>	95	110	100

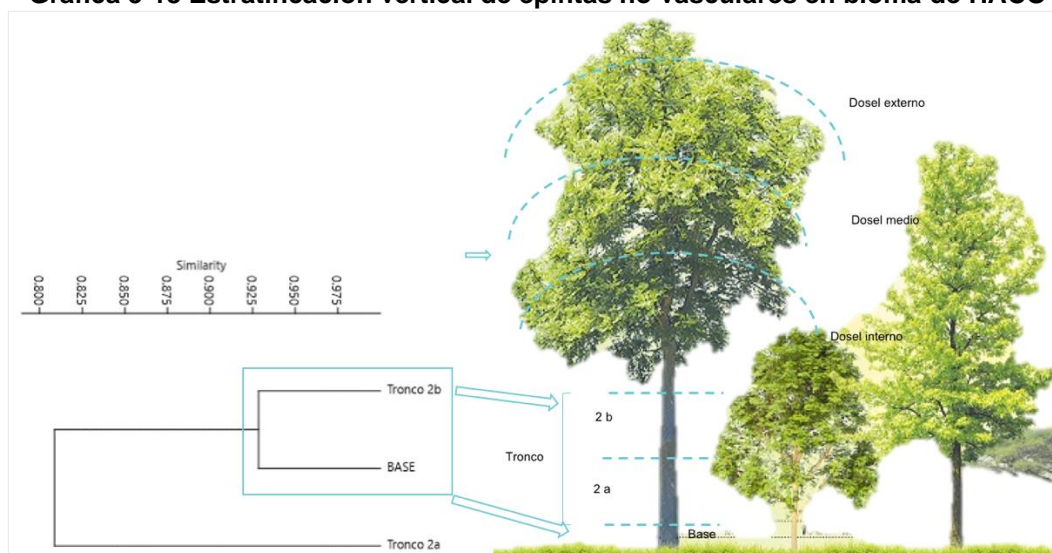
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En tanto a los resultados de la diversidad beta vertical ( $\beta$ ) estimada por medio del índice de Bray-Curtis y expuestos por un dendrograma de similitud, esto con la finalidad de observar el recambio de especies epífitas vasculares en los estratos verticales del forófito<sup>43</sup>: Base y Tronco (2a y 2b). En los resultados observados, los estratos con mayor valor de similitud fueron la base y el Tronco 2b con un 92%, lo cual pose relacionada con el número de especies compartidas entre los sustratos. En este contexto, la distribución de líquenes en los troncos de árboles se ve influenciada por una interacción compleja de factores climáticos, bióticos y relacionados con el sustrato, así como por las características específicas de cada forófito, como su corteza, posición en el dosel y edad.

Así como la competencia por la luz, también puede tener un impacto directo en la humedad del área, creando microclimas que favorecen ciertos tipos de líquenes.

<sup>43</sup> JOHANSSON, D. (1974). Ecology of epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeography, 1-130.

**Gráfica 5-18 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en bioma de HACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023


#### ▪ Preferencia de forófito de epífitas no vasculares

El análisis reveló la presencia de 16 especies de forófitos, distribuidas en 16 familias, con *Pittosporum undulatum* destacándose como el hospedero con la mayor diversidad de epífitas no vasculares, este también conocido como Laurel huesito, sobresale al albergar diez (13) especies de epífitas no vasculares, abarcando un área total de 1905 cm<sup>2</sup>. Este forófito se posiciona como el más propicio para el establecimiento de líquenes en el área de estudio.


En segundo lugar, el Sauco (*Sambucus nigra*) se destaca al servir como soporte para 13 especies de epífitas no vasculares, cubriendo un área de 1070 cm<sup>2</sup>. La presencia significativa de epífitas en esta especie sugiere condiciones favorables para el establecimiento de líquenes.

**Tabla 5-71 Preferencia de forofitos epífitas no vasculares en bioma de HACO**

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Asteraceae	Chilco	<i>Baccharis latifolia</i>	<i>Candelaria concolor</i>	25
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	35
			<i>Teloschistes exilis</i>	40
			<i>Usnea sp</i>	30
			<i>Xanthoria parietina</i>	30
Betulaceae	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	<i>Candelaria concolor</i>	75
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	75
			<i>Fabronia ciliaris</i>	45
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	75
			<i>Frullania rio-janeirensis</i>	80
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	95
			<i>Neckera chilensis</i>	40
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	95
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	45


	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>		<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
			<b>VERSIÓN: 00</b>
			<b>PÁG. 99</b>

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Bignoniaceae	Chicala	<i>Tecoma stans</i>	<i>Syntrichia papillosa</i>	25
			<i>Teloschistes exilis</i>	50
			<i>Usnea sp</i>	95
			<i>Xanthoria parietina</i>	40
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	80
			<i>Fabronia ciliaris</i>	85
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	105
			<i>Frullania rio-janeirensis</i>	65
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	130
			<i>Neckera chilensis</i>	45
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	60
			<i>Opegrapha sp.2</i>	15
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	50
			<i>Ramalina celastri</i>	35
			<i>Syntrichia papillosa</i>	60
Cupressaceae	Pino limon	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Teloschistes exilis</i>	40
			<i>Usnea sp</i>	55
			<i>Candelaria concolor</i>	120
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	195
Escalloniaceae	Mangle de tierra fria	<i>Escallonia pendula</i>	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	300
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	35
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	30
			<i>Frullania rio-janeirensis</i>	30
			<i>Neckera chilensis</i>	45
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	30
			<i>Ramalina celastri</i>	50
			<i>Xanthoria parietina</i>	35
Fabaceae	Guamo santafereno	<i>Inga cf. edulis</i>	<i>Candelaria concolor</i>	60
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	35
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	85
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	60
			<i>Neckera chilensis</i>	95
			<i>Opegrapha sp.2</i>	25
			<i>Usnea sp</i>	50
	Acacia gris	<i>Acacia decurrens</i>	<i>Candelaria concolor</i>	35
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	80
			<i>Syntrichia papillosa</i>	35
			<i>Teloschistes exilis</i>	35
Lauraceae	Laurel	<i>Nectandra sp</i>	<i>Usnea sp</i>	45
			<i>Xanthoria parietina</i>	40
			<i>Candelaria concolor</i>	20
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	25
Lythraceae	Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia acuminata</i>	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	20
			<i>Xanthoria parietina</i>	35
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	30
			<i>Fabronia ciliaris</i>	30
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	35
			<i>Leskeadelphus angustatus</i>	30
Magnoliaceae	Magnolia	<i>Magnolia sp</i>	<i>Metzgeria lindbergii</i>	40
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	20
			<i>Candelaria concolor</i>	30
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	35
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	20
			<i>Teloschistes exilis</i>	30
Melastomataceae	Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	<i>Usnea sp</i>	25
			<i>Xanthoria parietina</i>	30
			<i>Candelaria concolor</i>	65
			<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	45

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>		<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
			<b>VERSIÓN: 00</b>
			<b>PÁG. 100</b>

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	65
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	80
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	55
			<i>Neckera chilensis</i>	95
			<i>Opegrapha sp.2</i>	70
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	105
			<i>Ramalina celastri</i>	35
			<i>Teloschistes exilis</i>	95
			<i>Usnea sp</i>	60
Meliaceae	Cedro	<i>Cedrela montana</i>	<i>Candelaria concolor</i>	165
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	95
			<i>Fabronia ciliaris</i>	65
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	101
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	35
			<i>Neckera chilensis</i>	45
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	50
			<i>Opegrapha sp.2</i>	45
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	130
			<i>Ramalina celastri</i>	40
			<i>Teloschistes exilis</i>	120
			<i>Usnea sp</i>	30
			<i>Xanthoria parietina</i>	60
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	40
Myrtaceae	Eucalipto nuevo	<i>Eucalyptus sp.</i>	<i>Fabronia ciliaris</i>	45
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	45
			<i>Neckera chilensis</i>	40
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	50
			<i>Opegrapha sp.2</i>	25
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	20
			<i>Ramalina celastri</i>	30
Pittosporaceae	Laurel huesito	<i>Pittosporum undulatum</i>	<i>Candelaria concolor</i>	90
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	245
			<i>Fabronia ciliaris</i>	235
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	230
			<i>Frullania rio-janeirensis</i>	110
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	230
			<i>Neckera chilensis</i>	170
			<i>Opegrapha sp. 1</i>	70
			<i>Opegrapha sp.2</i>	110
			<i>Parmotrema reticulatum</i>	135
			<i>Ramalina celastri</i>	165
			<i>Syntrichia papillosa</i>	100
Rosaceae	Holly liso	<i>Cotoneaster pannosus</i>	<i>Usnea sp</i>	15
			<i>Candelaria concolor</i>	50
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	80
			<i>Fabronia ciliaris</i>	25
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	40
			<i>Frullania rio-janeirensis</i>	35
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	30
			<i>Neckera chilensis</i>	40
Viburnaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Parmotrema reticulatum</i>	25
			<i>Candelaria concolor</i>	145
			<i>Chryso-hypnum diminutivum</i>	55
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	170
			<i>Fabronia ciliaris</i>	60
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	165
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	70
			<i>Neckera chilensis</i>	95



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>		<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
			<b>VERSIÓN: 00</b>
			<b>PÁG. 101</b>

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
			<i>Opegrapha sp.2</i>	65
			<i>Ramalina celastri</i>	45
			<i>Syntrichia papillosa</i>	25
			<i>Teloschistes exilis</i>	60
			<i>Usnea sp</i>	80
			<i>Xanthoria parietina</i>	35

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### 5.2.1.2.3 Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental (OAAACO)

En este Orobioma se realizó la revisión de 10 forófitos, presentes en la cobertura de Red vial y territorios asociados, en este sentido, por su parte en las áreas de intervención del proyecto en este bioma se tiene la interferencia de dos coberturas más, Zonas industriales o comerciales, en la cual NO APLICA su muestreo, por su parte en el Tejido urbano discontinuo con un tamaño aproximado de 0,0038 ha, no se registraron forófitos potenciales a ser intervenidos, por lo cual dicha cobertura no será relacionada en el presente ítem.

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a las especies vasculares y no vasculares identificadas en el bioma, como parte del análisis y evaluación realizados según las directrices establecidas.

- **Especies vasculares epífitas**
  - **Riqueza y abundancia de epífitas vasculares**

Para el bioma OAAACO, en cuanto a epífitas vasculares, se registraron 66 y/o colonias individuos agrupados en 2 familias, y 3 especies: *Thunbergia alata* con el registro de 15 individuos y/o colonias, aportando el 23% de la abundancia relativa, *Microgramma percuta* con 31 individuos (47 %), y/o colonias y *Niphidium crassifolium* con 20 individuos aporta el 30% de las abundancias totales (Ver Tabla 5-72).

**Tabla 5-72 Riqueza y abundancia de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO**

Tipo	Especie	Abundancia	Abundancia	Abundancia relativa (%)
Vasculares	Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	15	23%
	Polypodiaceae	<i>Microgramma percuta</i>	31	47%
		<i>Niphidium crassifolium</i>	20	30%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- **Frecuencia de epífitas vasculares**

Con respecto a la frecuencia de epífitas vasculares evaluadas, la especie *Microgramma percuta* presenta la frecuencia relativa más alta con 53%, registrada en 8 forófitos, seguido de *Niphidium crassifolium* con 33% mientras que *Thunbergia alata* presenta una menor frecuencia (solo en 2 forófitos de los presentes en la cobertura) ver Tabla 5-73, sin embargo presenta una amplia abundancia, demostrando su capacidad de ser invasora, también conocida como ojo de poeta, es una planta trepadora originaria de África, esta especie, apreciada por sus vistosas flores en forma de trompeta y su fácil propagación, ha

demostrado su capacidad para colonizar rápidamente áreas silvestres, desplazando a la flora autóctona (ver Fotografía 5-8).

**Tabla 5-73 Frecuencia de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO**

Especies vasculares	Ni	FR
<i>Microgramma perculsa</i>	8	53,33%
<i>Niphidium crassifolium</i>	5	33,33%
<i>Thunbergia alata</i>	2	13,33%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-8 Presencia de *Thunbergia alata* (Flora invasora)**




Barrio: Casablanca Suba Urbano  
 Coordenadas: 4885035,878N: 2089269,025  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ **Diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal de epífitas vasculares**

Como se nombró al inicio del ítem del bioma, esta fue la única cobertura caracterizada, por lo cual no se relaciona un análisis de la diversidad beta, ya que por su misma naturaleza busca identificar la similaridad entre coberturas por medio de un análisis clúster.

#### ▪ **Índices de diversidad**

De acuerdo con los índices de diversidad, para el índice de Shannon-Wiener (H), se obtuvo un valor de 1,05, relacionándose a una cobertura con baja diversidad. En cuanto al índice de Margalef, es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 103</b>

en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Valores inferiores a 2, como en este caso, se consideran en términos generales ecosistemas bajos en diversidad.

El índice inverso de Simpson, indica que valores cercanos a 1, la probabilidad de ocurrencia de una especie es menor, y por ende la distribución de abundancias es heterogénea entre las especies evaluadas. Teniendo en cuenta lo anterior, se registró un valor de 0,63 con una alta dominancia (Tabla 5-74).

**Tabla 5-74 Índices de diversidad de epífitas vasculares en el bioma de OAAACO**

Tipo		Índice	RVTA
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	0.4774
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	1.053
	Dominancia	Simpson (S)	0.6359

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Representatividad (Especies Epífitas vasculares)

A continuación, se presenta el análisis de la representatividad para la cobertura caracterizada, en la Tabla 5-75 se presenta el resumen de los estimadores utilizados para evaluar la efectividad del muestreo.

**Tabla 5-75 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas vasculares en el bioma de OAAACO**

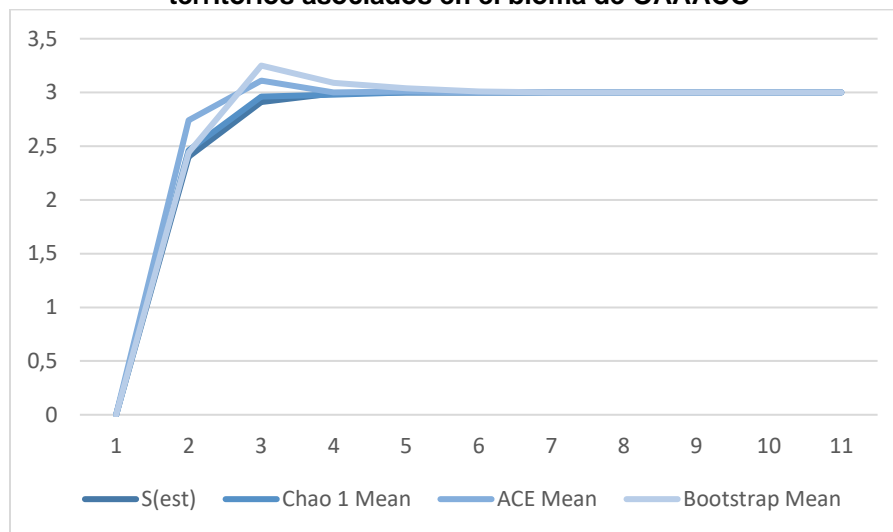
Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Tejido urbano discontinuo		NO APLICÓ MUESTREO	
Zonas industriales o comerciales		NO APLICA MUESTREO	
Red vial y territorios asociados	OBSERVADOS	3	100%
	CHAO 1	3	100%
	ACE	3	100%
	BOOTSTRAP	3	100%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### **Red vial y territorios asociados (RVTA)**

La representatividad del muestreo de las epífitas vasculares en esta cobertura en presentó valores del 100% según los estimadores, por lo cual se puede detallar como se formó una “J” invertida demostrando que los datos se estabilizaron (Gráfica 5-19 - Tabla 5-75).

**Gráfica 5-19 Curva de acumulación de especies vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de OAAACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Estratificación vertical de epífitas vasculares

La estratificación vertical es la evaluación del gradiente de evapotranspiración, en el que se generan condiciones microclimáticas que modulan el establecimiento de epífitas (Shaw, 2014). Sin embargo, esta estratificación no es una constante microclimática, tampoco las diferentes alturas, edades y densidades de doseles y está más ligada a procesos estocásticos con mecanismos complejos que modelan la distribución de las especies de epífitas en su hábitat.

Con relación al registro por estrato en los forófitos evaluados, se observa que el dosel medio y dosel interno presentaron la mayoría de las abundancias con 23 y 17 individuos respectivamente, por su parte el estrato de base, solo registro 5 individuo (Tabla 5-76).

**Tabla 5-76 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en el bioma de OAAACO**

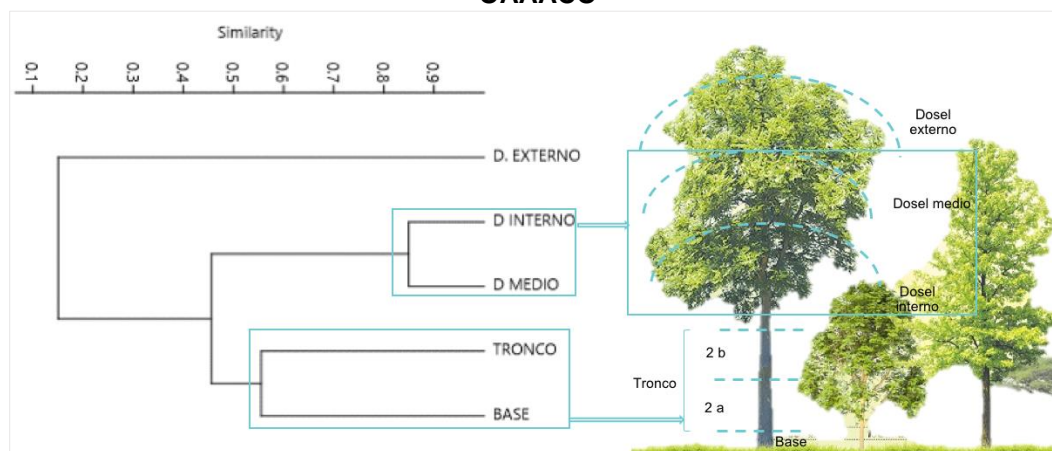
Familia	Especie	Estratos del forófito				
		Base	Tronco	Dosel interno	Dosel medio	Dosel externo
Acanthaceae	<i>Thunbergia alata</i>	1	1	2	3	8
Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i>	4	12	5	10	0
	<i>Niphidium crassifolium</i>	0	0	10	10	0

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En tanto a los resultados de la diversidad beta vertical ( $\beta$ ) estimada por medio del índice de Bray-Curtis, se puede observar por medio del dendrograma de similitud (entre los estratos evaluados los cuales son: Base, Tronco, Dosel interno, Dosel medio y Dosel externo) que

los estratos con mayor valor de similitud fueron dosel interno y dosel medio con 0,85%, además, del clúster del tronco y la base registraron una similitud de 0,55% (Gráfica 5-20).

**Gráfica 5-20 Dendrograma del comportamiento de la diversidad beta vertical en el bioma de OAAACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Preferencia de forófito de epífitas vasculares

A continuación, en la Tabla 5-77, se presentan los registros de los forófitos donde se encontraron establecidos las epífitas vasculares del Orobioma. En total se registraron 4 especies de forófitos, agrupadas en 4 familias. El forófito con el mayor número de individuos epífitos con 50 (3 especies) fue el Sauco (*Sambucus nigra*), en segunda instancia se encuentra el Laurel (*Nectandra* sp.) con un total de 9 individuos y/o colonias.

**Tabla 5-77 Preferencia de forófitos de epífitas vasculares en el bioma de de OAAACO**

Forófito			Especie vascular	No. IND
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Cupressaceae	Pino limon	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Microgramma percussa</i>	6
Lauraceae	Laurel	<i>Nectandra</i> sp	<i>Microgramma percussa</i>	5
			<i>Niphidium crassifolium</i>	4
Melastomataceae	Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	<i>Microgramma percussa</i>	1
Viburnaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Microgramma percussa</i>	19
			<i>Niphidium crassifolium</i>	16
			<i>Thunbergia alata</i>	15

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Es necesario resaltar que los análisis e interpretaciones sobre la preferencia de forófito se llevaron a cabo con criterios exclusivamente numéricos esto sin incluir y/o tener en cuenta consideraciones ecológicas y/o condiciones del sustrato específico (corteza, humedad, propiedades químicas, entre otros) que cada especie de hospedero puede ofrecer a las especies vasculares.



- **Especies no vasculares epífitas**
  - **Riqueza y abundancia de epífitas no vasculares**

Para la cobertura evaluadas en el bioma de OAAACO, se registraron 7 especies de epífitas no vasculares, donde el grupo de líquenes es el más diverso con 4 morofespecies, seguido del grupo de musgos con 2 especies, y finalmente las hepáticas con 1 especies. En tanto a las familias, Parmeliaceae, fue la única que registro con dos especies, en cuando a la abundancia el musgo *Bryum argenteum*, registro la mayor abundancia, representanto el 27%

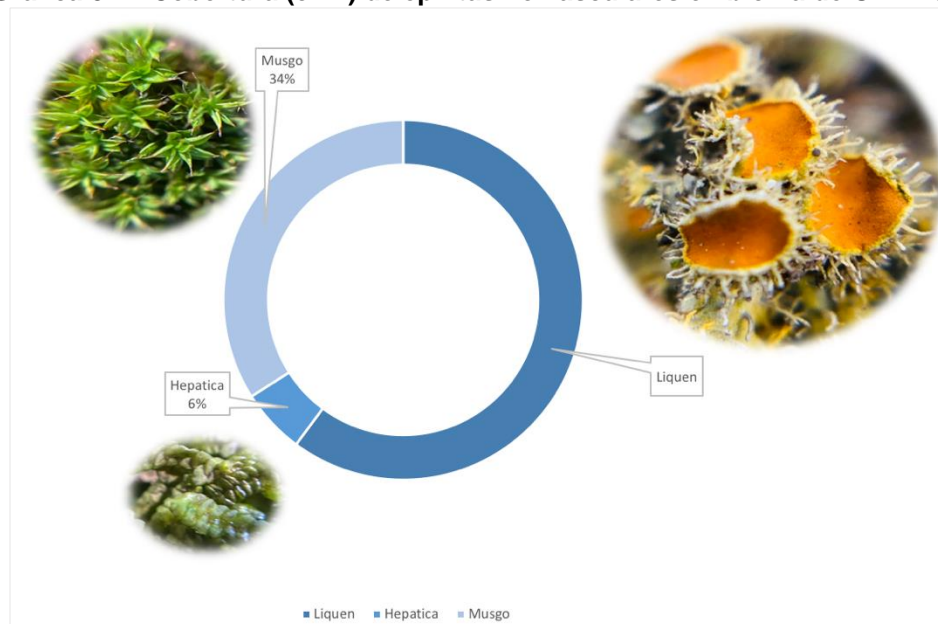
**Tabla 5-78 Riqueza y cobertura (cm<sup>2</sup>) de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO**

Tipo	Familia	Especie	Cobertura	Cobertura relativa (%)
hepática	Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	115	0,058
Liquen	Caliciaceae	<i>Buellia sp</i>	385	0,195
	Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	350	0,178
		<i>Usnea sp</i>	285	0,145
	Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	165	0,084
Musgo	Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	545	0,277
	Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	125	0,063

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En cuanto a la representatividad de los tres grupos de especies no vasculares evaluados, lis líquenes continúan siendo el grupo con la mayor representatividad, seguido de los musgos con 34%, y en menos proporciona las hepáticas con el 6% (Gráfica 5-21).

**Gráfica 5-21 Cobertura (cm2) de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023



#### ▪ Frecuencia de epífitas no vasculares

En tanto a la frecuencia de las epífitas no vasculares, el musgo *Bryum argenteum* se registró en 12 forófitos (25%). En contraste, las especies menos frecuente registradas fueron *Metzgeria lindbergii* y *Syntrichia papillosa*, representan el 6% de la frecuencia relativa total para cada especie, respectivamente (Tabla 5-79).

**Tabla 5-79 Frecuencia de epífitas no vasculares de OAAACO**

Especies vasculares	Ni	FR
<i>Bryum argenteum</i>	12	25,53%
<i>Buellia sp</i>	10	21,28%
<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	3	6,38%
<i>Flavopunctelia flamentosa</i>	9	19,15%
<i>Metzgeria lindbergii</i>	3	6,38%
<i>Syntrichia papillosa</i>	3	6,38%
<i>Usnea sp</i>	7	14,89%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Diversidad beta ( $\beta$ ) horizontal de epífitas vasculares

Como se nombró al inicio del ítem del bioma, esta fue la única cobertura caracterizada, por lo cual no se relaciona un análisis de la diversidad beta, ya que por su misma naturaleza busca identificar la similitud entre coberturas por medio de un análisis clúster.

#### ▪ Índices de diversidad

Para el índice de Shannon, la cobertura Red vial y territorios asociados presento un valor de 1,8, considerando una cobertura con baja diversidad, en cuanto al índice inverso de Simpson presentó un valor de 0,81, lo cual se puede interpretar la distribución de las abundancias de las especies en fue heterogénea sin registrar alguna dominancia marcada de una especie sobre las otras (Tabla 5-80).

**Tabla 5-80 Índices de diversidad de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO**

Tipo		Índice	RVTA
Riqueza específica		Margalef (Dmg)	0.791
Índices	Equidad	Shannon – Wiener (H')	1.81
	Dominancia	Simpson (S)	0.8183

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Representatividad (Especies Epífitas no vasculares)

A continuación, se presentan la curva de acumulación de especies no vasculares de hábito epífita en la cobertura presente en el Oroboma (OAAACO). Los análisis de estimación se realizaron con el programa Estimates 9.1 Ver **Anexo Capítulo 5.2 Medio Biótico, Flora Epífita, Especies vasculares y no vasculares, matrices Curvas acumulación sp.**

**Tabla 5-81 Resumen de los estimadores utilizados para especies epífitas no vasculares en el bioma de OAAACO**

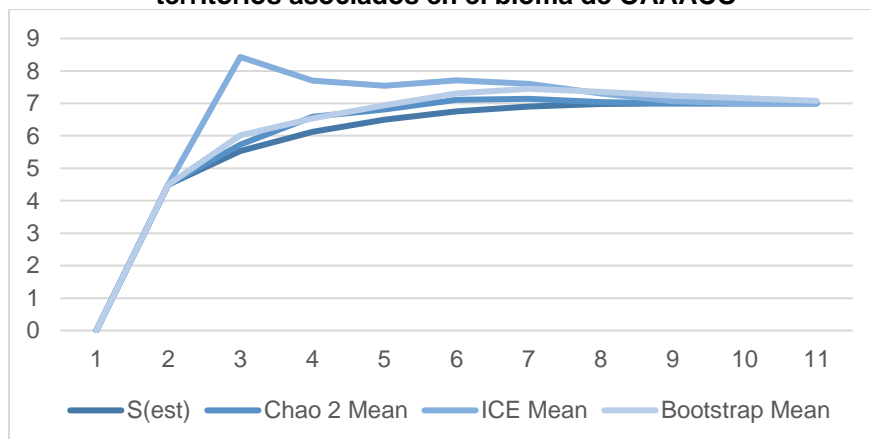
Cobertura	Estimador	Especies esperadas	% representatividad
Tejido urbano discontinuo		NO APLICA MUESTREO	
Zonas industriales o comerciales		NO APLICA MUESTREO	
Red vial y territorios asociados	OBSERVADOS	7	100%
	CHAO 2	7	100%
	ICE	7	100%
	BOOTSTRAP	7,08	99%

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### Red vial y territorios asociados (RVTA)

La representatividad del muestreo de las especies no vasculares de hábito epífita en esta cobertura fue mayor al 85%. Esto indica que el esfuerzo de muestreo aplicado en el área (muestreo sobre 10 forófitos) fue óptimo para evaluar la diversidad presente en la cobertura (Tabla 5-81 y Gráfica 5-22).

**Gráfica 5-22 Curva de acumulación de especies no vasculares en la cobertura de Red vial y territorios asociados en el bioma de OAAACO**



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

### ▪ Estratificación vertical de epífitas no vasculares

En cuanto a la cobertura obtenida bajo la metodología del acetato, se observa que el estrato denominado como el tronco 2a, con 940 cm<sup>2</sup>, fue el de mayor cobertura, en segundo lugar, el tronco 2a, en último lugar la base de los forófitos registro la menor cobertura en cm<sup>2</sup> (Tabla 5-82).

**Tabla 5-82 Estratificación vertical de epífitas vasculares por cobertura en bioma de OAAACO**

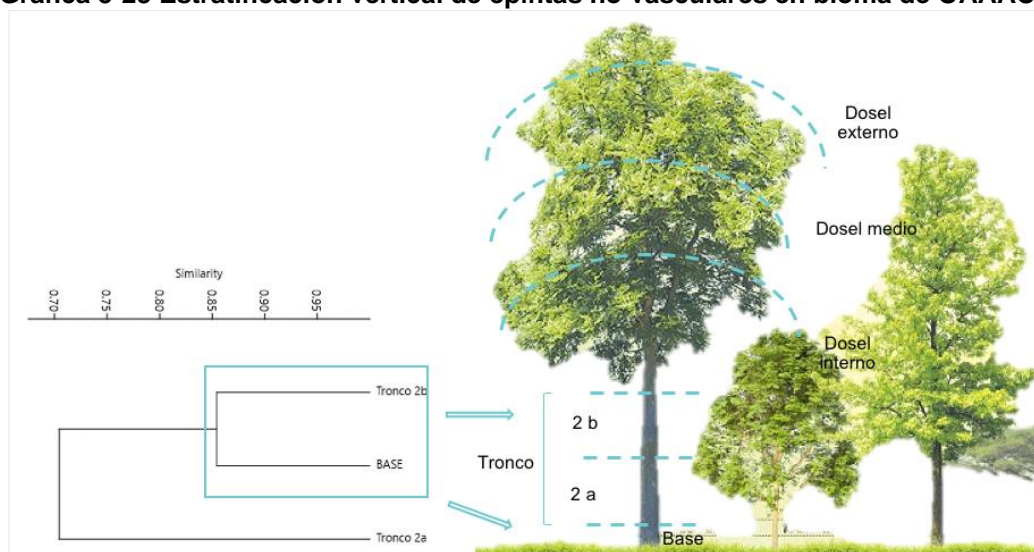
Familia	Especie	Estratos del forófito		
		Base	Tronco 2a	Tronco 2b
Bryaceae	<i>Bryum argenteum</i>	120	260	165

Familia	Especie	Estratos del forófito		
		Base	Tronco 2a	Tronco 2b
Caliciaceae	<i>Buellia sp</i>	85	190	110
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria lindbergii</i>	20	70	25
Parmeliaceae	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	85	155	110
	<i>Usnea sp</i>	75	115	95
Pottiaceae	<i>Syntrichia papillosa</i>	30	65	30
Roccellaceae	<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	25	85	55

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Los estratos con mayor semejanza en términos de diversidad fueron tronco 2b y base con 85% de similaridad, por lo anterior, el establecimiento de la vegetación epífita no vascular, infieren factores específicos del forófito como la textura, porosidad, pH, composición química de la corteza además de factores ambientales y microclimáticos (ligados a características del dosel) generan las condiciones adecuadas para el establecimiento de las especies epífitas no vasculares en determinados estratos<sup>44</sup> (Gráfica 5-23).

**Gráfica 5-23 Estratificación vertical de epífitas no vasculares en bioma de OAAACO**




Fuente: INGEDISA S.A., 2023

#### ▪ Preferencia de forófito de epífitas no vasculares

En total se registraron 4 especies de forófitos agrupadas en 4 familias, siendo el sauco (*Sambucus nigra*), la especie con el mayor registro tanto de especies no vasculares como de cobertura con un total de 6 taxones y 1060 cm<sup>2</sup>, en *segundo* lugar, no por las abundancias, le sigue el Pino Romerón, en el cual se presentaron 6 especies no vasculares (405 cm<sup>2</sup>), las demás dos especies Laurel y Cerezo aportan 505 cm<sup>2</sup>. La frecuencia de especies de epífitas no vasculares sobre las especies de árboles depende de factores específicos del forófito como la textura, porosidad, pH, composición química de la corteza,

<sup>44</sup> Bennet, B. (1986). Patchiness, diversity, and abundance relationships of vascular epiphytes. Selby Ana 9, 70-75.

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 110</b>

luminosidad y condiciones microclimáticas específicas <sup>45</sup> (Tabla 5-83).

**Tabla 5-83 Preferencia de forofitos epifitas no vasculares en el bioma de OAAACO**

Forófito			Especie vascular	Cobertura
Familia	Nombre común	Nombre científico		
Cupressaceae	Pino limón	<i>Cupressus sempervirens</i>	<i>Bryum argenteum</i>	95
			<i>Buellia sp</i>	100
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	35
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	80
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	70
			<i>Usnea sp</i>	25
Lauraceae	Laurel	<i>Nectandra sp</i>	<i>Bryum argenteum</i>	70
			<i>Buellia sp</i>	45
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	40
			<i>Syntrichia papillosa</i>	60
			<i>Usnea sp</i>	55
Melastomataceae	Cerezo	<i>Prunus serotina</i>	<i>Bryum argenteum</i>	40
			<i>Buellia sp</i>	40
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	65
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	45
			<i>Metzgeria lindbergii</i>	45
Viburnaceae	Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Bryum argenteum</i>	340
			<i>Buellia sp</i>	200
			<i>Dichosporidium nigrocinctum</i>	65
			<i>Flavopunctelia flaventior</i>	185
			<i>Syntrichia papillosa</i>	65
			<i>Usnea sp</i>	205

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


#### 5.2.1.2.4 Especies vasculares y no vasculares con otros hábitos de crecimiento (Terrestres y Litofita)

A partir de los recorridos hechos en los tres biomas, a lo largo de las coberturas interceptadas (ver Fotografía 5-9, Fotografía 5-10, Fotografía 5-11 y Fotografía 5-12) en las cuales se implementaron 48 parcelas para evaluar los hábitos terrestres y rupícolas, **NO SE REGISTRARÓN**, especies con estos tipos de hábitos, debido a la alta predominancia del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), el cual se ha consolidado como un fenómeno notable en el área del proyecto, en este sentido es crucial abordar las posibles implicaciones ambientales de la predominancia del pasto kikuyo. Investigaciones como la realizada por el Instituto de Ecología Aplicada<sup>46</sup> advierten sobre el potencial invasivo de esta especie y la importancia de implementar prácticas de gestión sostenibles para mitigar posibles impactos

<sup>45</sup> CORNELISSEN, J. a.-S. (1989). Distribution and Ecology of Epiphytic Bryophytes and Lichens in Dry Evergreen Forest in Guyana. Journal of Tropical Ecology, 131-150.

<sup>46</sup> Gómez, J. C., Aguirre, L., Gómez, L., Reyes, W., Rodríguez, J., & Arana, L. (2020). Dosis letal media para inducir mutaciones, con rayos gamma, en pasto Janeiro (*Eriochloa polystachya* Kunth). Producción Animal, 32 (1). <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/e3398>.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 111</b>

negativos en la biodiversidad local, ya que este taxón vegetal, presenta una alta capacidad de colonización, adaptabilidad y valor forrajero.

**Fotografía 5-9 Validación de las zonas verdes urbanas**



Barrio: Casablanca suba urbano  
 Coordenadas: E 4885188,77, N: 2090235,88  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-10 Validación de la Red vial y territorios asociados**



Barrio: Casablanca suba urbano  
 Coordenadas: E: 4884439,19752 N: 2088364,95  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-11 Validación de los pastos limpios**




Barrio: Torca I  
 Coordenadas: E: 4885267,9724, N: 2088286,91  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

**Fotografía 5-12 Validación de los pastos enmalezados**



Barrio: Casablanca suba urbano  
 Coordenadas: E:4884629,476 N: 2087689,05  
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 112</b>

## BIBLIOGRAFIA

ANLA, (2022). Circular N° 00002, Implementación de instrumentos técnicos en el marco del nuevo modelo de licenciamiento ambiental para proyectos, obras y/o actividades de competencia de la ANLA. 21 de abril de 2022

ARDILA ESCOBAR, Y. A. Determinación de los cambios de cobertura respecto a los cambios de uso del suelo en los Humedales Torca y Guaymaral durante el periodo 1960-2020, a partir de un análisis multitemporal, Bogotá DC. Obtenido de Determinación de los cambios de cobertura respecto a los cambios de uso del suelo en los Humedales Torca y Guaymaral durante el periodo 1960-2020, a partir de un análisis multitemporal, Bogotá DC. 2020:

[file:///C:/Users/User/Downloads/Determinacion%20de%20cambios%20de%20cobertura\\_.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Determinacion%20de%20cambios%20de%20cobertura_.pdf)

Benzing D, (1990). Vascular Epiphytes. General Biology and Related Biota. Cambridge University Press, Cambridge.

Colwell, R. K. (2013). Estimates Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Version 9.

Gradstein, S. R.-A. (2001). Guide to the Bryophytes of Tropical America. Mem. New York Bot. Gard

Grube, M. C. (2015). Exploring functional contexts of symbiotic sustain within lichen-associated bacteria by comparative omics. The ISME Journal, 9(2), 412-424.

HOLDRIDGE, L. Ecología basada en Zonas de vida. San José: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1978. p. 235

IDEAM. Información geográfica de datos abiertos del IDEAM. 2002. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/capas-geo>


IDEAM. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:10.000. Bogotá D.C., Colombia. 2010.

IDEAM, IGAC, IAvH, Invemar, Sinchi, I., & IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá D.C. 2007. p. 285

JOHANSSON, D. (1974). Ecology of epiphytes in West African rain forest. Acta Phytogeogr, 1-130.

Lücking, R, Hodkinson, B., & Leavitt, S. (2017). The 2016 classification of lichenized fungi in the Ascomycota and Basidiomycota—Approaching one thousand genera. The Bryologist, 119(4), 361-416.



	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b> <b>GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A</b> <b>115 kV”</b>	<b>CÓDIGO: Cap. 5.2</b>
		<b>VERSIÓN: 00</b>
		<b>PÁG. 113</b>

Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. General Systems Yearbook, 3, 36-71.

MADS. (2018). Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. bogota.

MADS. (2019). Circular MADS 8201-2-2378, por lo cual es establecen los lineamientos para las especies en veda.

MADS. Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA. 2018. p. 228

Nadkarni, N. M. (1991). Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. (The Condor, Ed.)

Nissan., G. R. (1999). Evaluación de la factibilidad del modelado de los impactos del manejo forestal sobre la biodiversidad en la concesión Tarum.

SARMIENTO, F. Diccionario de ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. Quito, Ecuador: Abya-Yala. 2001. p.363

Stark, L. R. (2005). An evaluation of the role of differential desiccation tolerance in habitat differentiation of two moss species. American Journal of Botany, 92(8), 1200-1207

VAN DER HAMMEN, T. y. RANGEL O. El estudio de la vegetación en Colombia. Obtenido de El estudio de la vegetación en Colombia. 1997. p. 17-57

Vitt, D. H. (2003). Mosses, Lichens, and Ferns of Northwest North America.

WALTER, H. Zonas de vegetación y clima, breve exposición desde el punto de vista casual y global. Barcelona, España: Omega. 1977. p. 245

Zotz, G., & Bader, M. (2009). Epiphytic plants in a changing world: global change effects on vascular and non-vascular epiphytes. (Vols. 70, 147-170.). Progress in Botany.