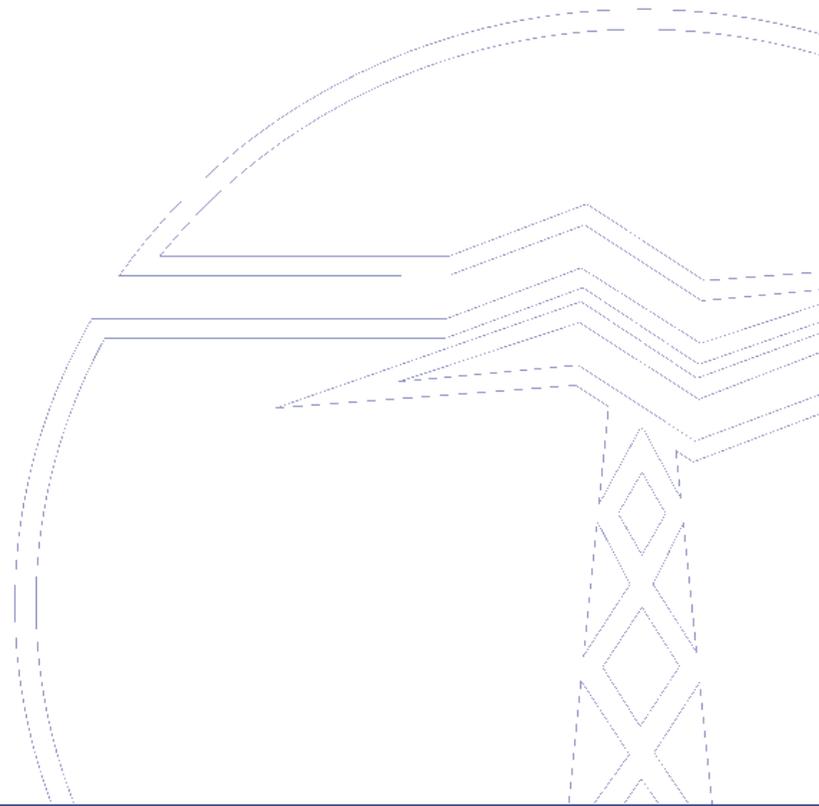


5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

5.2 MEDIO BIÓTICO

5.2.1 ECOSISTEMAS

5.2.1.1 ECOSISTEMAS TERRESTRES FLORA



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.



COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL- MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021- INFORMACIÓN ADICIONAL

Proyecto Segundo refuerzo de red en el área oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500 kV

UPME 07 2016

TCE-ET2W-GPB00-0003-1

Control de Cambios SMAYD LTDA

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
30/09/2022	V1A	Versión Inicial
04/10/2022	V1B	Versión ajustada
ELABORADO POR: Grupo interdisciplinario SMAYD LTDA	REVISADO POR: A. Fajardo	APROBADO POR: A. Fajardo

Control de Revisiones TCE

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
30/09/2022	V1A	Devuelto con comentarios
04/10/2022	V1	Final
ELABORADO POR: SMAYD LTDA	REVISADO POR: L. Montenegro;N.Rojas; L. Barragan	APROBADO POR: TCE S.A.S. E.S.P.



CONTENIDO

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	12
5.4 Medio Biótico.....	12
5.4.1 Ecosistemas.....	12
5.4.1.1 Ecosistemas terrestres	12
BIBLIOGRAFÍA.....	167

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5-1. Índices Alfa-Biodiversidad analizados para el presente estudio	25
Tabla 5-2. <i>Distritos biogeográficos identificados en el área de influencia</i>	27
Tabla 5-3. <i>Biomás identificados en el área de influencia biótica</i>	28
Tabla 5-4. <i>Coberturas identificadas en el área de influencia biótica</i>	30
Tabla 5-5. Coberturas identificadas en el área de intervención del proyecto	32
Tabla 5-6. Coberturas identificadas en los sitios de infraestructura del proyecto.....	33
Tabla 5-7. <i>Ecosistemas identificados en el área de influencia biótica</i>	43
Tabla 5-8. <i>Puntos de muestreo realizados en cada cobertura</i>	46
Tabla 5-9. <i>Estadígrafos de premuestreo para Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	48
Tabla 5-10. <i>Estadígrafos de muestreo para Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	48
Tabla 5-11. <i>Composición florística del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	50
Tabla 5-12. <i>Índice de Valor de Importancia del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	54
Tabla 5-13. <i>Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	57
Tabla 5-14. <i>Distribución de las clases altimétricas en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	58
Tabla 5-15. <i>Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	59
Tabla 5-16. <i>Estructura diamétrica del Bosque denso alto Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	61
Tabla 5-17. <i>Volúmenes por especie en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> ...	63
Tabla 5-18. <i>Índices alfa-diversidad para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> ..	65
Tabla 5-19. <i>Composición florística de regeneración natural del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	66
Tabla 5-20. <i>Estadígrafos de premuestreo para Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	71
Tabla 5-21. <i>Estadígrafos de muestreo para Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	71
Tabla 5-22. <i>Composición florística del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	73
Tabla 5-23. <i>Índice de Valor de Importancia del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	79
Tabla 5-24. <i>Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	82
Tabla 5-25. <i>Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	84

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-26. Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	85
Tabla 5-27. Estructura diamétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	87
Tabla 5-28. Volúmenes totales y comercial por especie del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	88
Tabla 5-29. Índices alfa-diversidad para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	91
Tabla 5-30. Composición florística de regeneración natural del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	93
Tabla 5-31. Estadígrafos de premuestreo para Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	98
Tabla 5-32. Estadígrafos de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	98
Tabla 5-33. Composición florística de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	100
Tabla 5-34. Índice de Valor de Importancia de Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5-35. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	109
Tabla 5-36. Distribución de las clases altimétricas de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	112
Tabla 5-37. Distribución de las clases altimétricas en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	113
Tabla 5-38. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	115
Tabla 5-39. Volúmenes por especie en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	117
Tabla 5-40. Índices alfa-diversidad para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	119
Tabla 5-41. Composición florística de regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	121
Tabla 5-42. Estadígrafos de premuestreo para Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	126
Tabla 5-43. Estadígrafos de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	126
Tabla 5-44. Composición florística de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	128
Tabla 5-45. Índice de Valor de Importancia de Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	132

<i>Tabla 5-46. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	134
<i>Tabla 5-47. Distribución de las clases altimétricas de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	135
<i>Tabla 5-48. Distribución de las clases altimétricas en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	136
<i>Tabla 5-49. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	138
<i>Tabla 5-50. Volúmenes por especie en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	140
<i>Tabla 5-51. Índices alfa-diversidad para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	141
<i>Tabla 5-52. Composición florística de regeneración natural de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	143
<i>Tabla 5-53. Estadígrafos de muestreo para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	147
<i>Tabla 5-54. Estadígrafos de muestreo para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	147
<i>Tabla 5-55. Composición florística de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	149
<i>Tabla 5-56. Índice de Valor de Importancia de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	154
<i>Tabla 5-57. Grado de agregación de las especies en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	156
<i>Tabla 5-58. Distribución de las clases altimétricas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	157
<i>Tabla 5-59. Distribución de las clases altimétricas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	158
<i>Tabla 5-60. Estructura diamétrica de los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	160
<i>Tabla 5-61. Volúmenes por especie en los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> .	162
<i>Tabla 5-62. Índices alfa-diversidad para los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1. Esquema metodológico para la definición de las unidades de cobertura de la tierra.....	13
Figura 5-2 Imagen de satélite para la definición de las unidades de cobertura de la tierra.....	14
Figura 5-3 Diseño de las parcelas de caracterización florística	19
Figura 5-4. Biomas identificados en el área de influencia biótica.....	29
Figura 5-5. Coberturas identificadas en el área de influencia biótica	31
Figura 5-6. Distribución de porcentajes de cobertura en el área de influencia biótica	32
Figura 5-7. Ecosistemas identificados en el área de influencia biótica	44
Figura 5-8. Estado de los ecosistemas presentes en el área de influencia biótica	45
Figura 5-9. Distribución espacial los puntos de muestreo de flora	47
Figura 5-10. Curva de acumulación de especies estimadas en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	49
Figura 5-11. Distribución de especies por familia en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	51
Figura 5-12. Distribución de individuos por familia en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	51
Figura 5-13. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	52
Figura 5-14. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	53
Figura 5-15. Distribución de Dominancia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	53
Figura 5-16. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	55
Figura 5-17. Densidad del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	56
Figura 5-18. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	58
Figura 5-19. Distribución altimétrica del Bosque denso alto Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	59
Figura 5-20. Distribución altimétrica por clases en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	60
Figura 5-21. Posición sociológica para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental....	61
Figura 5-22. Estructura diamétrica del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	62
Figura 5-23. Volúmenes por clase diamétrica en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	63
Figura 5-24. Volúmenes por especie en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental ..	64
Figura 5-25. Regeneración natural relativa del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	67
Figura 5-26. Distribución del IVIA para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental....	68



<i>Figura 5-27. Perfil de la vegetación de Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	70
<i>Figura 5-28. Curva de acumulación de especies estimadas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	72
<i>Figura 5-29. Distribución de especies por familia en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	74
<i>Figura 5-30. Distribución de individuos por familia en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	75
<i>Figura 5-31. Distribución de Abundancia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	76
<i>Figura 5-32. Distribución de Frecuencia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	77
<i>Figura 5-33. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	78
<i>Figura 5-34. Distribución de Dominancia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	79
<i>Figura 5-35. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	81
<i>Figura 5-36. Densidad del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	82
<i>Figura 5-37. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	84
<i>Figura 5-38. Estratificación altimétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> ..	85
<i>Figura 5-39. Distribución altimétrica por clases en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	86
<i>Figura 5-40. Posición sociológica de las especies en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	87
<i>Figura 5-41. Estructura diamétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	88
<i>Figura 5-42. Volúmenes por clase diamétrica en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	90
<i>Figura 5-43. Volúmenes por especie en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> ..	91
<i>Figura 5-44. Regeneración natural relativa del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	94
<i>Figura 5-45. Distribución del IVIA para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i> ...	95
<i>Figura 5-46. Perfil de vegetación para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental</i>	97
<i>Figura 5-47. Curva de acumulación de especies estimadas en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	99
<i>Figura 5-48. Distribución de especies por familia en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	102
<i>Figura 5-49. Distribución de individuos por familia en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental</i>	102

<i>Figura 5-50. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	103
<i>Figura 5-51. Distribución Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	104
<i>Figura 5-52. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	105
<i>Figura 5-53. Distribución de Dominancia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	106
<i>Figura 5-54. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	106
<i>Figura 5-55. Densidad de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	109
<i>Figura 5-56. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	111
<i>Figura 5-57. Estratificación altimétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	112
<i>Figura 5-58. Distribución altimétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	114
<i>Figura 5-59. Posición sociológica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	115
<i>Figura 5-60. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	116
<i>Figura 5-61. Volúmenes por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	117
<i>Figura 5-62. Volúmenes por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	119
<i>Figura 5-63. Regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	123
<i>Figura 5-64. Distribución del IVIA para Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	124
<i>Figura 5-65. Perfil de vegetación de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....</i>	125
<i>Figura 5-66. Curva de acumulación de especies estimadas en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	127
<i>Figura 5-67. Distribución de especies por familia en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	128
<i>Figura 5-68. Distribución de individuos por familia en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	129
<i>Figura 5-69. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....</i>	130

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-70. Distribución Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	130
Figura 5-71. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	131
Figura 5-72. Distribución de Dominancia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	132
Figura 5-73. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	133
Figura 5-74. Densidad de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	134
Figura 5-75. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	135
Figura 5-76. Estratificación altimétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	136
Figura 5-77. Distribución altimétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	137
Figura 5-78. Posición sociológica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	138
Figura 5-79. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	139
Figura 5-80. Volúmenes por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.	140
Figura 5-81. Volúmenes por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	141
Figura 5-82. Análisis de la regeneración natural de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	144
Figura 5-83. Distribución del IVIA para Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.	145
Figura 5-84. Perfil de vegetación Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.	146
Figura 5-85. Curva de acumulación de especies estimadas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	148
Figura 5-86. Distribución de especies por familia en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	150
Figura 5-87. Distribución de individuos por familia en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	150
Figura 5-88. Distribución de Abundancia Relativa en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	151
Figura 5-89. Distribución de Frecuencia Relativa en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	152

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-90. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Pasto arbolado del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	153
Figura 5-91. Distribución de Dominancia Relativa en el Pasto arbolado del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	153
Figura 5-92. Índice de Valor de importancia para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental	154
Figura 5-93. Densidad de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental.....	155
Figura 5-94. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	156
Figura 5-95. Estratificación altimétrica los Pastos arbolados Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.....	157
Figura 5-96. Distribución altimétrica por clases en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	159
Figura 5-97. Posición sociológica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	160
Figura 5-98. Estructura diamétrica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	161
Figura 5-99. Volúmenes por clase diamétrica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	162
Figura 5-100. Volúmenes por especie en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	163
Figura 5-101. Perfil de vegetación en los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	166



ÍNDICE DE FOTOS

Fotografía 5-1. Trabajo de campo.....	20
Fotografía 5-2. Zonas Industriales	34
<i>Fotografía 5-3. Red vial y territorios asociados</i>	<i>35</i>
Fotografía 5-4. Otros cultivos transitorios.....	36
Fotografía 5-5. Pastos limpios.....	36
Fotografía 5-6. Pastos arbolados	37
Fotografía 5-7. Pastos enmalezados.....	38
Fotografía 5-8. Bosque denso alto	39
Fotografía 5-9. Bosque denso bajo	39
Fotografía 5-10. Plantación de latifoliadas	40
Fotografía 5-11. Vegetación secundaria alta.....	40
Fotografía 5-12. Vegetación secundaria baja.....	41
Fotografía 5-13. Cuerpos de agua artificiales.....	42

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A5.2.1.1 Flora

1. Memorias de cálculo flora
2. Permisos de recolección de especies
3. Certificados de determinaciones taxonómicas
4. Registro fotográfico de coberturas
5. Registro fotográfico muestreo
7. Revisión Interpretación de coberturas

5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Dando alcance a los requerimientos 5, 10 y 11 del Acta No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, en los cuales ANLA solicita “Ajustar el área de influencia biótica”, “Ajustar la delimitación e interpretación de coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia” y “Complementar la información utilizada para la caracterización florística de los ecosistemas presentes en el área de influencia biótica”, respectivamente, el siguiente documento presenta la información revisada y ajustada de acuerdo a lo requerido por la Autoridad Ambiental.

5.4 Medio Biótico

El presente capítulo, comprende el desarrollo de la caracterización para el medio biótico conforme a los Términos de Referencia TdR-17 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA para Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica emitidos por el Minambiente-ANLA en el año 2018 y la Metodología para elaboración de estudios ambientales (MADS, 2018).

En este numeral se presenta la descripción del área de influencia biótica, en cuanto a provincias biogeográficas, biomas, coberturas de la tierra y ecosistemas. Su elaboración es el resultado de la recopilación de información secundaria (EIA TCE, 2019), levantamiento de información primaria en campo, procesamiento, análisis y conclusiones de estos, con lo cual se determina de manera sistemática e integral la composición, dinámica y estructura de los ecosistemas terrestres (flora y fauna silvestre) y ecosistemas acuáticos en el estado actual del área de influencia biótica.

5.4.1 Ecosistemas

En este numeral se presenta la descripción del área de influencia biótica en cuanto a provincias biogeográficas, biomas, coberturas de la tierra y ecosistemas.

5.4.1.1 Ecosistemas terrestres

5.4.1.1.1 Proceso metodológico

Para la caracterización de los ecosistemas terrestres se llevó a cabo un proceso metodológico en tres etapas a saber:

i) Determinación de las unidades de cobertura presentes en el área de influencia biótica mediante técnicas de interpretación visual de una Imagen de Satélite Landsat 8 de 3 bandas agosto 2021, resolución de 1,5 m. LANDSAT/LC08/C01/T1/ LC08_044034_20140318 del año 2021, siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010).

ii) Validación de las unidades de cobertura existentes con información de campo y utilizando, como apoyo para la identificación de las unidades, de los productos *LIDAR (2018 y 2021)* adquiridos para la planificación de la fase de construcción. La información de campo utilizada corresponde a la colectada durante las actividades de censo y caracterización a lo largo de la línea.

iii) Análisis florístico - estructural de los individuos con DAP superior a 10 cm (fustales) y análisis de regeneración natural (latizal y brinzal), con el fin de caracterizar las condiciones de cada una de las coberturas vegetales identificadas.

iv) Estimación de las existencias de área basal, volumen total y comercial, presentes en las coberturas leñosas tomando como referencia la caracterización de los ecosistemas existentes a lo largo de la línea. Para tal efecto,

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

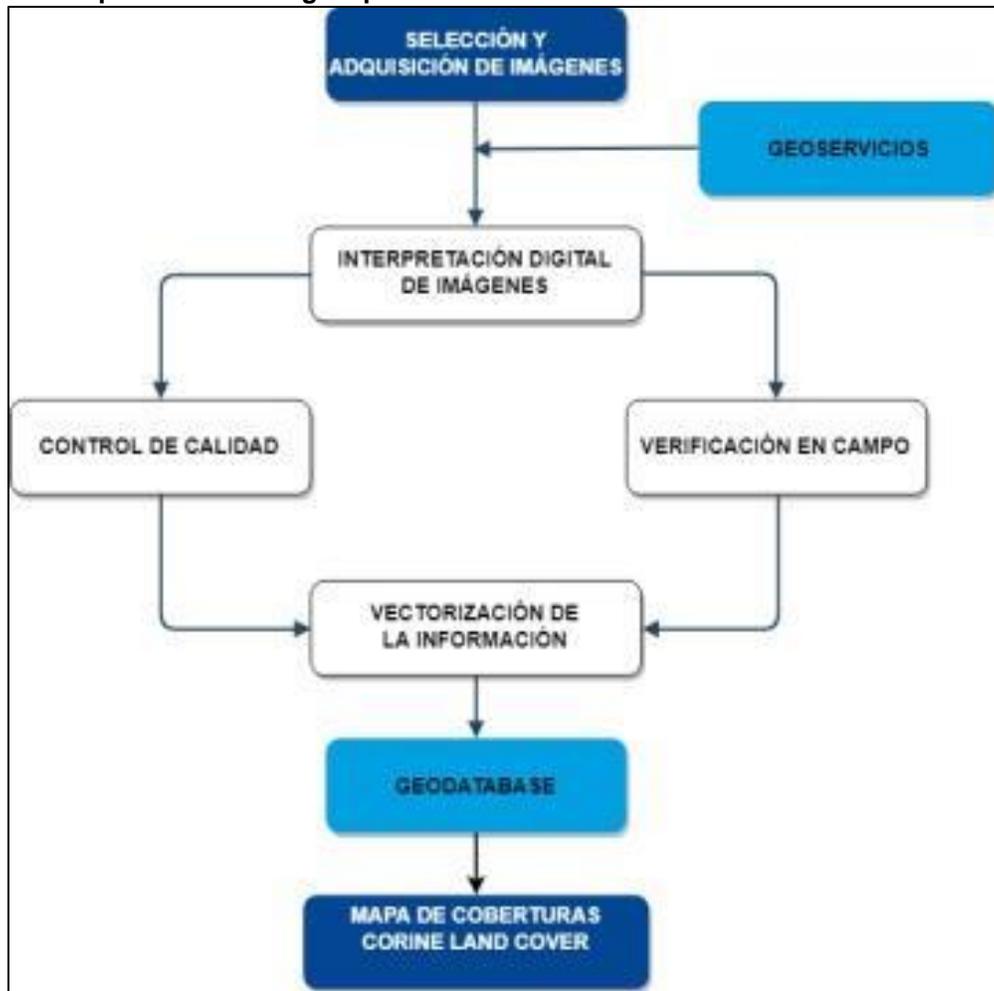
se presentan los resultados de los inventarios realizados cumpliendo para cada unidad con un error de muestreo inferior al 15% bajo un nivel de probabilidad del 95%.

Para el cumplimiento de todos los ítems, se ejecutaron durante el periodo comprendido entre enero y marzo de 2022 (Modificación de Licencia Ambiental No.2) *y entre agosto y septiembre de 2022 (Información adicional)*, las fases descritas a continuación:

a. Definición de coberturas de la tierra

Para la definición de las unidades de cobertura de la tierra se llevó a cabo el proceso metodológico presentado en la Figura 5-1, el cual se describe a continuación:

Figura 5-1. Esquema metodológico para la definición de las unidades de cobertura de la tierra



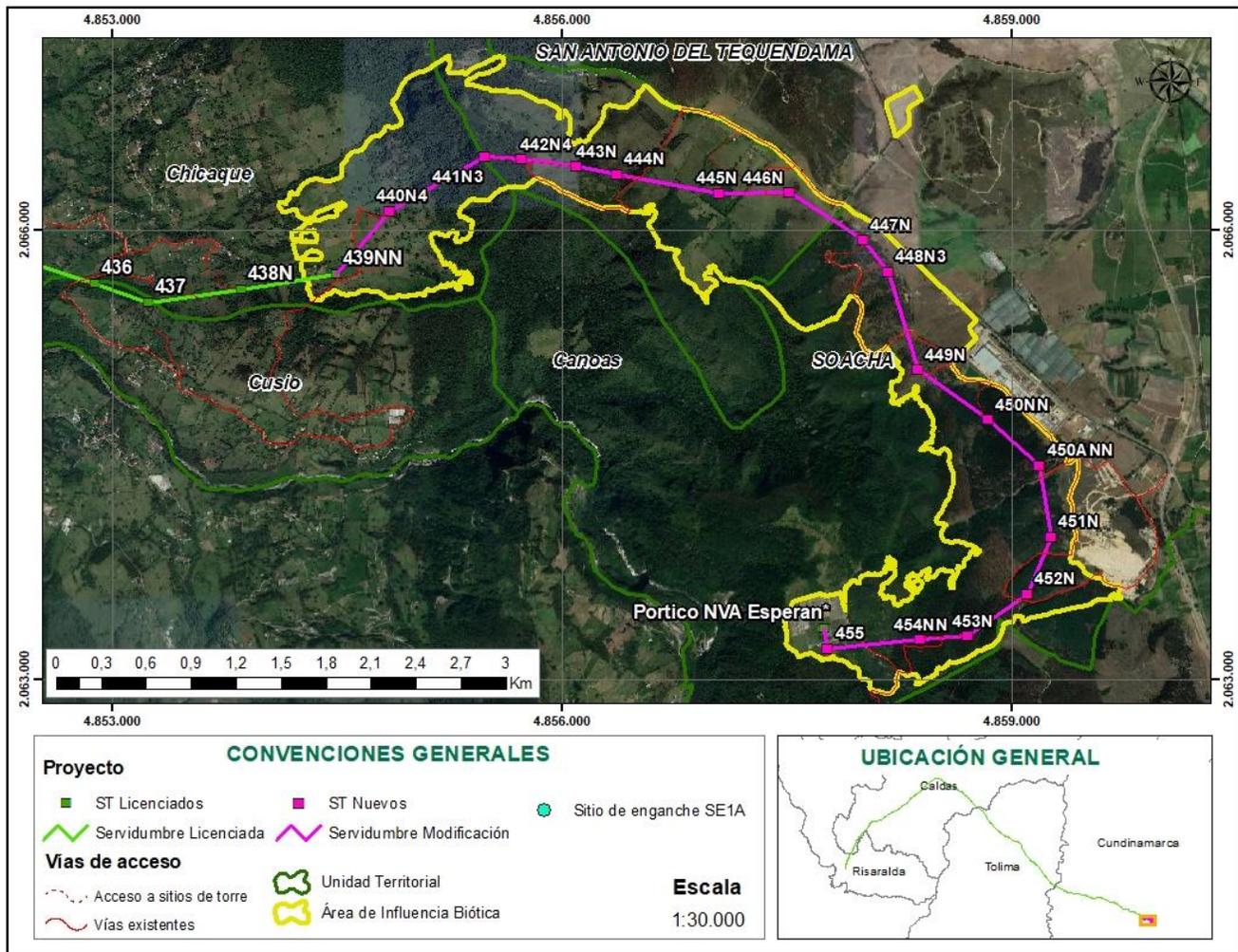
Fuente: TCE, 2019

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Fase precampo

Durante el desarrollo de esta fase se realizó la determinación de las unidades de cobertura presentes en el AI biótica preliminar, mediante técnicas de interpretación visual de una Imagen de Satélite Landsat 8 de 3 bandas agosto 2021, resolución de 1,5 m. LANDSAT/LC08/C01/T1/ LC08_044034_20140318, referenciada en proyección de sistema de coordenadas planas UTM Datum WGS84 (Figura 5-2), siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). Se identificaron coberturas a partir de los patrones y formas de cada uno de los elementos identificados en la imagen.

Figura 5-2 Imagen de satélite para la definición de las unidades de cobertura de la tierra



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De igual manera, se revisó y validó la información secundaria y cartográfica base y temática existente en los instrumentos de ordenamiento territorial, tales como los POT y EOT de los municipios del área de influencia del proyecto con el fin de identificar áreas de importancia estratégica que requirieran metodologías de evaluación particular, consideraciones particulares para el aprovechamiento de especies y distribución potencial de especies para generar la lista inicial a la cuadrillas de campo.

- Fase de campo

Esta fase incluyó el control de calidad de las unidades preliminares de coberturas utilizando el producto LIDAR existente (2018 y 2021), la captura de información de campo mediante la elaboración del censo forestal y la verificación de las unidades de cobertura determinadas en oficina tomando como referencia los datos de composición y estructura adquiridos en campo.

Para la validación de las coberturas, fueron usadas las observaciones diarias reportadas por las cuadrillas de campo y los datos de muestreo obtenidos en el desarrollo de la caracterización y el censo forestal. Se tomaron en cuenta variables como la composición florística, la altura total y el área basal para definir la cobertura real de campo y de esta manera ajustar el mapa de coberturas.

- Fase pos campo

Posterior a la validación de coberturas y a la vectorización de los cambios generados, se realizó el diligenciamiento de la geodatabase de conformidad con el modelo de datos establecidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA).

Una vez estructurada la geodatabase, se generó la salida gráfica correspondiente al mapa final de unidades de coberturas de la tierra correspondiente al área de influencia biótica a escala 1:10.000, incluyendo en ella la ubicación de los puntos de muestreo realizados para la caracterización de la vegetación.

b. Determinación de los ecosistemas presentes en el área de influencia

Un ecosistema es “*un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad, en sus condiciones biofísicas y antrópicas*” (IAvH, 2017). De acuerdo con lo anterior, para la construcción de los ecosistemas presentes en el AI biótica se utilizó la información de la cartográfica base con el objetivo de definir áreas homogéneas acordes con las condiciones biofísicas y antrópicas existentes en el área, a una escala idónea para la identificación de la biota y de los impactos que sobre esta serían ocasionados una vez se ejecute el proyecto.

El proceso de construcción del mapa de ecosistemas incluyó la definición de biomas existentes en el AI biótica del proyecto determinada a partir del ajuste del mapa de biomas y unidades bióticas tomadas inicialmente del mapa de ecosistemas de Colombia (IAvH, 2017), la elaboración del mapa de coberturas a escala 1:10.000 y la posterior intersección entre la información de biomas, coberturas, clima y geomorfología encontrando que para el AI biótica el ecosistema estaba definido por el bioma y por la cobertura.

Según el documento de Ecosistemas de los Andes colombianos (IAvH, 2017), los biomas son unidades biogeográficas que se caracterizan por presentar condiciones uniformes de la vegetación en fisionomía y composición. Se dividen según las características del clima, relieve, suelo y condición humedad, siendo necesario para su determinación la incorporación de información referente a dichas características. Su definición es base para el establecimiento de los ecosistemas presentes en una región, ya que establecen los tipos de unidades bióticas existentes y con esto, las formaciones vegetales (IAvH, 2017). Para el caso de este estudio, se identificó un solo bioma denominado Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental.

c. Levantamiento de información para la caracterización vegetal

Como su nombre lo indica, la caracterización vegetal tiene como fin la cuantificación y cualificación de la flora presente en los distintos ecosistemas en el área de influencia biótica del proyecto.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- **Fase previa**

Previo al trabajo de campo se realizó una revisión bibliográfica, para conocer el estado de las coberturas y flora potencial del área de influencia biótica del área de estudio y de la Región Andina.

La alta biodiversidad de la región andina está siendo afectada por las actividades humanas, con la pérdida de ecosistemas completos y un elevado número de especies silvestres hoy amenazadas de desaparecer por la destrucción de sus hábitats. Así mismo múltiples bienes y servicios derivados de la biodiversidad, esenciales para el desarrollo de las condiciones de bienestar de sus habitantes, están siendo seriamente deteriorados en esta región. Las consecuencias de estas transformaciones son todavía poco conocidas para nosotros.

El Instituto Alexander von Humboldt, en el marco del Proyecto «Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad en los Andes Colombianos» ha iniciado, a finales del año 2001, la elaboración y caracterización de los ecosistemas andinos, cuyo objetivo es el mapeo y la descripción de los ecosistemas de la región a escala 1:250.000. Esta mapeación, junto con la base de datos relacionada, aporta fundamentos para ampliar el conocimiento de los ecosistemas existentes a fin de orientar las estrategias sobre conservación y estado de la biodiversidad en esta importante región del país.

Los Andes tropicales son considerados por Myers (1988) como una de las ecorregiones terrestres prioritarias a nivel mundial. Colombia, como parte integrante de esta ecorregión (junto con Venezuela, Perú, Ecuador y Bolivia), contribuye con cerca del 23% (287,720 km) del área, exhibiendo un complejo mosaico de ecosistemas producto de la diversidad de clima, geología, geomorfología y suelos. Estos factores originan un amplio conjunto de formaciones vegetales, representadas por páramos, bosques altoandinos, andinos y subandinos con algunos enclaves secos, que han cobrado importancia en el contexto nacional y mundial por ser ecosistemas únicos, frágiles y estratégicos, en donde las presiones antrópicas han reducido el hábitat para las especies que allí se desarrollan (Armenteras et al.2003, Garcés y De La Zerda 1994).

A su vez, se estima que la flora andina de Colombia está representada por un total de 200 familias con 1.800 géneros y 10.000 especies, que corresponde al 25% de la flora total para el país. A pesar de que sus bosques no son tan ricos en especies leñosas como las tierras bajas de Chocó y Amazonas, son más ricos que los bosques templados.

Según Cavalier (1998), a lo largo de los gradientes altitudinales de los Andes se presentan cambios en la fisonomía y composición de los bosques. De esta manera desde las tierras bajas hasta las altas se registra una disminución de la altura del dosel, del número de estratos y del tamaño foliar, así como un aumento de densidad de individuos (Grubb 1997, Gentry 1988,1992).

Dentro del área de influencia biótica del presente proyecto, se identifica el bioma Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Orienta, por lo tanto, la caracterización de las coberturas será asociada al bioma mencionado y con ello se realiza la caracterización del ecosistema.

- **Fase de campo.**

Durante el trabajo de campo, se llevaron a cabo muestreos en áreas típicas de las unidades de vegetación, con el objeto de caracterizar las comunidades más representativas de la cobertura vegetal presente. Los muestreos de campo determinaron la composición florística, estructura, fisonomía, grado de agregación de especies, índices de diversidad y otras observaciones bioecológicas, especialmente en los estratos de las unidades de vegetación natural, para dar cumplimiento con los términos de referencia TdR 17 de 2018.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Para el inventario florístico se ubicaron parcelas rectangulares de 50 metros de largo por 20 metros de ancho, registrando los árboles mayores de 10 cm. de DAP, que fueron elegidas a través de un proceso de selección al azar según las condiciones de las coberturas leñosas, con el fin de realizar su análisis.

Una vez seleccionados los sitios, se procedió a recoger la información de campo respectiva, para lo cual con anterioridad se diseñaron formularios que contenían información básica como: diámetro a la altura del pecho (DAP), forma de fuste, altura total, altura comercial (medida hasta la base de la primera bifurcación), diámetro y forma de las copas de los árboles, identificación del árbol, entre otras.

- o Tipo de muestreo

La evaluación de la composición florística se realiza a través de un muestreo al azar aleatorio estratificado (Matteucci & Colma, 1982), donde cada estrato corresponde a uno de los ecosistemas detectados en el área de estudio, el cual permite estimar el valor de los parámetros de cada unidad básica de análisis o tipo de vegetación, cuya denominación estuvo en función de la formación vegetal dominante tipo fustal, como los bosques densos altos y bajos, vegetación secundaria alta y baja y pastos arbolados entre otras.

A continuación, se presenta la metodología empleada para el muestreo de coberturas naturales, seminaturales y antropizadas leñosas, teniendo en cuenta el error de muestreo inferior al 15% y con una probabilidad del 95% como lo indican los términos de referencia TdR 17 de 2018.

“Los inventarios por muestreo son los más utilizados en la planificación del manejo forestal, ya que permiten determinar las características de la población (estadísticos de posición y variación) con respecto a diferentes variables, a un costo apropiado y dentro de límites de tiempo razonables” (CATIE, 2001).

El muestreo estadístico en síntesis ofrece una metodología práctica que permite al investigador discernir ciertas características en una población a través de una muestra representativa. Esta metodología se caracteriza por optimizar tiempos de medición, costos de aplicación y permitir un mayor control de la información, entre otros.

En general el muestro estadístico está compuesto por 4 fases; pre-muestro, diseño muestral, muestreo e inferencia, entendiendo la necesidad de obtener una estimación del volumen total de aprovechamiento a partir de una muestra. Se presenta a continuación el desarrollo metodológico de cada una de sus fases:

Pre-muestreo: La información pre-muestral permite obtener un entendimiento de la variabilidad de la característica de interés (volumen total de aprovechamiento) a lo largo del ecosistema. Este análisis se basa en el coeficiente variación (C.V.) del ecosistema, ya que con un C.V. mayor el tamaño de muestra requerido es mayor. Esta información pre-muestral proviene de parcelas ya analizadas en los diversos ecosistemas, bien sea a partir de información secundaria y/o a través de la realización del establecimiento de parcelas preliminares, siguiendo la recomendación de Orozco y Brumér en el 2002.

Diseño muestral: Con el objetivo de estimar el volumen total de aprovechamiento promedio por parcela en los diversos ecosistemas y en general para toda la superficie natural, se plantea en un inicio un muestreo estratificado, tratando la unión de todas las coberturas naturales como la población a estimar caracterizada por diversos estratos homogéneos internamente, en este caso el ecosistemas, esto siguiendo los planteamientos de los Términos de Referencia del Sector Energía TdR 17, 2018 ; luego de evaluar la posibilidad, se llega a la separación de toda la unidad de las coberturas naturales, por la alta cantidad de ecosistemas en un mismo análisis, por la desproporcionalidad espacial y por la necesidad de la inferencia a un nivel de ecosistema, por lo cual se decide efectuar un muestreo aleatorio simple en cada uno de los ecosistemas, tratado a cada uno de ellos como un todo en diversos diseños muestrales, esto último soportados por el decreto 1076 del año 2015, el cual da autonomía en el diseño del muestreo empleado:

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

“Para los aprovechamientos forestales únicos de bosque natural ubicados en terrenos de dominio público o privado, el interesado deberá presentar en el plan de aprovechamiento un inventario estadístico con error de muestreo no superior al quince por ciento (15%) y una probabilidad del noventa y cinco por ciento (95%).”

Muestreo: En esta etapa se lleva a cabo el trabajo de campo, allí se recolecta la información de las parcelas establecidas aleatoriamente en el espacio que cubre cada ecosistema, este proceso es llevado a cabo con diversos programas espaciales propios de la ingeniería forestal, que permiten la ubicación geográfica de todas las posibles parcelas y la escogencia aleatoria de la muestra respectiva dentro de ellas. Una vez establecidas las parcelas de medición, se inicia la labor de campo donde son estudiadas por expertos respectivos en el área, la información recolectada pasa por un control de calidad que determina su inclusión o exclusión en el estudio muestral evitando errores sobre la estimación.

Inferencia: Una vez es aceptado el conjunto de información correspondiente a la muestra en el ecosistema, se lleva a cabo el proceso inferencial, que, para las particularidades del estudio, se centra en la estimación puntual del volumen total de aprovechamiento promedio por parcela y en general para todo el ecosistema, estas estimaciones van acompañadas por un intervalo de confianza del 95% caracterizado por un error de muestreo menor o igual al 15%.

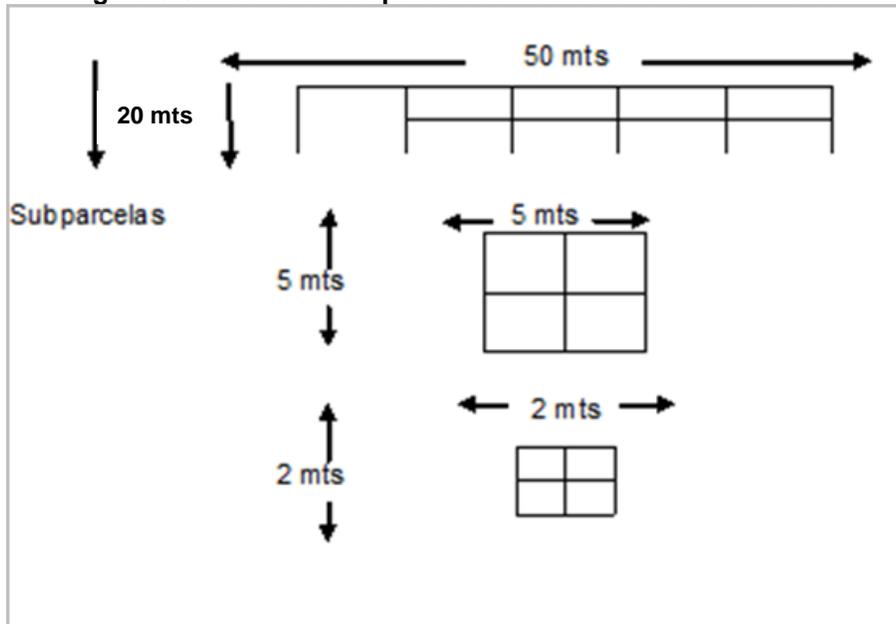
- o **Tamaño, forma y número de unidades de muestreo**

Las unidades de muestreo corresponden a parcelas, las cuales varían de acuerdo con el biotipo dominante del ecosistema que se va a caracterizar; de esta forma siguiendo los planteamientos metodológicos de Rangel & Velásquez (1997) y Villarreal et al (2006), los cuales se basan en la propuesta de Gentry (1982), así como las metodologías adaptadas de Cárdenas, et al. (1997; 2004; 2007), se establecieron las áreas de las unidades de muestreo para cada tipo de cobertura, como se muestra en la Figura 5-3.

La forma de la parcela más utilizada para la caracterización de las unidades florísticas presenta forma rectangular, dado que ésta garantiza una menor relación área perímetro y un menor efecto de borde; adicionalmente, estas parcelas son fáciles de establecer y se pueden subdividir en parcelas de menor tamaño que permiten el muestreo de otros tipos de vegetación (Vallejo- Joyas et al, 2005). La Figura 5-3 muestra el esquema del establecimiento de parcelas para la caracterización de ecosistemas.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-3 Diseño de las parcelas de caracterización florística



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Desarrollo de actividades en campo

Se constituyeron dos (2) cuadrillas que desarrollaron las labores en campo de manera paralela, en diferentes puntos del área de estudio, en donde se realizaron muestreos en diferentes puntos del área de influencia biótica. Cada equipo de trabajo estuvo conformado por dos profesionales: biólogo y/o ingeniero forestal, con conocimientos en botánica, apoyados con dos auxiliares de campo.

Con la parcela establecida, se daba inicio al proceso de recolección de información primaria para la caracterización de los ecosistemas naturales. Así pues, en el área de muestreo se inició la medición y registro de información de los individuos encontrados, censado y midiendo todos los individuos fustales con diámetro ≥ 10 cm diámetro a la altura de pecho (DAP a 1,3 m del suelo). Adicionalmente, se censaron las especies que por su porte o hábito de crecimiento no alcanzan un DAP ≥ 10 cm, correspondientes a las categorías de latizales y brinzales.

Durante el proceso de marcación de la parcela y de los individuos de tipo fustal y latizal se usó pintura de tránsito pesado de color amarillo con el fin de garantizar su permanencia. Para la marcación se generó una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los individuos encontrados muertos fueron marcados con una X. Los individuos de tipo brinzal no se marcaron debido al tamaño de estos. Se realizó el registro de datos dasométricos de todos los individuos pertenecientes a las categorías anteriormente descritas (CAP, alturas), características botánicas, usos, coordenadas, registro fotográfico, localización (Fotografía 5-1).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-1. Trabajo de campo



Instalación Parcela



Marcación



Medición DAP



Toma de muestra



Colecta



Homologación

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

▪ Fase de oficina y análisis de la información

Una vez realizados los levantamientos en campo, se comienza su procesamiento para cuantificar la diversidad florística y el análisis estructural de las unidades de vegetación que se encuentran en el área de influencia biótica, con el fin de caracterizar y cuantificar las diferentes unidades florísticas, para realizar el diagnóstico de la regeneración natural de las coberturas vegetales, y determinar el estado de la diversidad.

○ Parámetros estructurales

◇ Composición Florística

En este apartado se identifican todas las familias, géneros y especies halladas en cada tipo de ecosistema, de acuerdo a los descriptores morfológicos que se utilizan en la caracterización e identificación de las especies arbóreas, con el fin de determinar cuáles son más importantes de acuerdo a su abundancia.

◇ Estructura horizontal

El análisis estructural permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales, que son básicas para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque; ésta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia, distribución espacial y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

dentro del ecosistema. Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.). Estos generan información sobre la relación de un individuo en particular y sus co-específicos, la que puede ser empleada para propósitos de manejo y planificación silvicultural (Krebs, 1989; Lamprecht, 1990).

Esta determina la distribución espacial de las especies en el bosque, permitiendo conocer el grado en que se agrupan o se dispersan y la cantidad de individuos existentes por unidad de superficie.

Abundancia (A)

Es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o clase de plantas (Melo & Vargas, 2001), se establece por conteo directo en el área de muestreo.

$$A = N$$

Donde:

N : Número de individuos de una especie o familia.

A : Corresponde a la abundancia

Abundancia relativa (Ar)

Indica el porcentaje de participación de cada especie, referida al número de árboles totales encontrados.

$$Ar = Aa / At * 100$$

Dónde:

Aa : Número de individuos por especie en el área muestreada

At : Número total de individuos en el área muestreada

Frecuencia absoluta (Fa)

Es la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta (Fa), se expresa en porcentaje (100% = existencia en todas las subparcelas). La frecuencia relativa (Fr) de una especie se calcula como el porcentaje en la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fa = U / T * 100$$

Dónde:

U : Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie

T : Número total de unidades de muestreo

Frecuencia relativa (Fr)

Es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes.

$$Fr = Fa / Ft * 100$$

Dónde:

Ft : Suma de las frecuencias absolutas

Dominancia (D)

También denominada grado de cobertura de las especies, que es la expresión del espacio ocupado por ellas. Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo.

Debido a la compleja estructura vertical de los bosques tropicales, en ocasiones resulta imposible su determinación, por tal razón, se emplean las áreas basales como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia. Este proceso es justificado debido a la alta correlación lineal entre el diámetro de copa y el diámetro de fuste para una especie en particular. El valor del área basal, expresada en metros cuadrados (m²) para cada especie será la Dominancia Absoluta (DA):

$$DA = (\pi/4) \times DAP^2$$

Dónde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

Especifica aquellos árboles que aportan mayor biomasa y por ende tienden a ocupar mayor área de muestra.

Dominancia relativa (Dr)

La dominancia relativa (Dr) se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en %.

$$Dr = (Da / At) * 100$$

Dónde:

Da: Dominancia absoluta de cada especie

At : Área basal total en el área muestreada

Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia pueden ser calculados no solo para las especies, sino también para determinados géneros, familias, formas de vida, así como para clases por categorías de altura.

Índice de valor de importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia (Mori & Boom, 1987) es una mezcla de expresiones de la diversidad y parámetros fisionómicos. El I.V.I es un valor en porcentaje que indica el grado de asociación de las especies y de las familias como base para la clasificación de la vegetación. Los I.V.I más altos indican las especies o familias más importantes o que predominan y su importancia ecológica dentro del ecosistema bosque. El I.V.I se obtiene para cada especie efectuando la sumatoria de:

$$I.V.I = Abundancia\ relativa\ (\%) + Frecuencia\ relativa\ (\%) + Dominancia\ relativa\ (\%)$$

Cociente de mezcla (CM)

Este es un parámetro ecológico que mide la intensidad de mezcla de las especies en las masas forestales de una determinada región. Está dado por el número de especies sobre el número de árboles e indica el nivel de heterogeneidad u homogeneidad que se presentan en el bosque.

$$CM = \text{No. especies} / \text{No. árboles.}$$



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Estructura vertical

Método cuantitativo

Distribución altimétrica es el resultado de agrupar los árboles de un bosque dentro de ciertos intervalos, al determinar el número de árboles por clase se obtiene la frecuencia de árboles; el número de intervalos en la distribución es más o menos arbitrario, pues no existen reglas precisas para fijarlo, ya que con uno demasiado grande no se simplifica el conjunto de datos originales y si es pequeño pueden ocurrir distorsiones de la información. Sin embargo, existen algunas aproximaciones matemáticas que se pueden tomar como referencia.

Diagramas estructurales:

Para el caso de las parcelas, se realizaron diagramas estructurales los cuales representan los valores de cobertura (%) según los estratos (metros de altura). Sirven para dar una idea gráfica de la dominancia energética según disposición vertical o posición sociológica.

En el caso de los estratos la posición sociológica expresa la expansión vertical de las especies, el cual indica la composición florística de los diferentes substratos. Una especie es considerada estable cuando se encuentra en todos los substratos asegurando así un lugar en la estructura del bosque.

Para definir la posición sociológica se establecen 3 estratos para los individuos de tipo Fustal

- ✓ Estrato inferior (ei): 2m a 9m
- ✓ Estrato medio (em): 9,1m a 12m
- ✓ Estrato superior (es): >12,1m

El cálculo consiste en determinar la abundancia de cada una de las especies en cada uno de los estratos y su respectiva proporción (%) respecto al total de individuos que hacen parte del ecosistema muestreado.

$$Vf\ sp = n/N$$

Vf sp = valor fitosociológico de la especie en el estrato (ei; em; es)

n = número de individuos de la especie en el estrato (ei; em; es)

N= número total de individuos de todas las especies por ecosistemas

$$VF\ est = \sum Vf\ sp1 + Vf\ sp2 + \dots Vf\ sp\ n$$

VF est = valor fitosociológico en cada uno de los estratos

$$PSa = VF\ sp(ei) * n(ei) + VF\ sp(em) * n(em) + VF\ sp(es) * n(es)$$

Dónde:

PSa = Posición sociológica absoluta de especie

VF = valor fitosociológico del estrato (ei; em; es)

n = número de individuos en el estrato

ei = estrato inferior

em = estrato medio

es = estrato superior

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Estructura total o distribuciones diamétricas

Clases diamétricas

El primer paso es realizar una agrupación del arbolado por clases diamétricas. Una clase diamétrica es un intervalo de diámetros que van a tratarse como una unidad. El análisis de la distribución de clases diamétricas para las diferentes especies arbóreas de una masa forestal permite evaluar su estado ecológico y de conservación; en particular permite detectar la falta de regeneración o bien el envejecimiento de las masas; con el fin de ampliar este análisis se puede comparar el comportamiento de las clases diamétricas frente al área basal y volumen comercial y total.

Cálculo del área basal (AB)

El área basal definida como la suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del DAP, para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$AB = (\pi/4) \times DAP^2$$

Cálculo del volumen total y comercial

El volumen total y comercial de material maderable se obtendrá a partir de los registros tomados en campo para cada unidad de cobertura, mediante la siguiente fórmula:

$$V = AB * h * Ff$$

Dónde:

AB: Área basal

h: Altura comercial o total del árbol

Ff: Factor forma (0,6)

Cálculo de Biomasa y Carbono

La Biomasa se calculó a partir del modelo alométrico de Overman *et al.*, (1990 en Hurtado *et al.*, 2017), estimando la biomasa aérea para árboles con DAP≥10.0cm.

$$B = \exp(-2.904 + (0.993 * \ln(\pi * DAP^2 * altura\ m)))$$

El cálculo del carbono almacenado se estimó con base en la fracción del 50% de la biomasa aérea.

$$C = B * 0.5$$

Dónde:

B: Biomasa

DAP: Diámetro a la altura del pecho en metros

C: Carbono

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Métodos para medir la biodiversidad, medición de riqueza, diversidad alfa

La mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, se dividen en dos grandes grupos:

Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); para lo cual se emplearán en el presente estudio los índices de Margalef y Menhinick.

Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (estructura horizontal: abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.), para tal fin se empleará el índice de Shannon.

Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad. En la Tabla 5-1 se presentan los diferentes índices alfa diversidad utilizados en el presente estudio.

Tabla 5-1. Índices Alfa-Biodiversidad analizados para el presente estudio

ÍNDICE	DEFINICIÓN	FORMULA Y/O RANGOS DE ANÁLISIS
Índice de Margalef (Dmg)	Es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos (Lamprecht, 1990), la cual indica que un índice con valores menores a 2,00 denota una baja riqueza de especies y por el contrario valores cercanos a 5,00 o superiores reflejan una riqueza de especies alta (Margalef, 1951).	$Dmg = S - 1 / \ln N$ Donde, N: número total de individuos. S: número de especies.
Índice de Menhinick (Dmn)	Al igual que el Índice de Margalef, se basa en la relación entre el número total de individuos observados que crece al aumentar el tamaño de la muestra.	$Dmn = S / \sqrt{N}$ Donde, N: número total de individuos. S: número de especies.
Índice de Berger-Parker (B)	Es una medida de dominancia que expresa la abundancia proporcional de la especie más abundante, siendo independiente de las especies, pero fuertemente influenciado por el tamaño de la muestra (Berger & Parker, 1970). Con este índice se tiene en cuenta la especie más abundante y el número total de individuos de la muestra de la comunidad analizada, y el resultado se define como 1/B (Lamprecht, 1990). Este es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 significa que mayor es la dominancia y menor la diversidad.	$B = n_{i_max} / N$ Donde, N: Número de individuos de la especie más abundante. S: Número total de individuos de la muestra.
Índice de Shannon (H')	Este índice se basa en la teoría de la Información. El resultado de este índice nos muestra el comportamiento de los individuos presentes en el bosque estudiado (Lamprecht, 1990). Este índice se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3, por lo cual, valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos (Shannon, 1948)	$H' = - \sum_{i=1}^n P_i * \ln P_i$ Donde, Pi: abundancia de cada una de las especies (ni/N). Ni: número de individuos muestreados para la especie i. N: número total de individuos muestreados. ln=:logaritmo neperiano.
Índice de Simpson (D)	Este índice muestra claramente la probabilidad de que si se saca dos muestras del universo sea la misma, el resultado se define como 1/Ds	$Dsi = 1 - \sum_{i=1}^n (Ni/Nt)^2$ Donde, Ni: número de individuos muestreados para la especie i. N: número total de individuos muestreados.

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Grado de agregación o de sociabilidad de las especies

Determina la distribución espacial de las especies y se calcula de la siguiente manera:

$$Ga = Do / De$$

Dónde:

Ga: Grado de agregación

Do: Densidad observada

Do: No. Total de árboles por especie / No. Total de parcelas muestreadas

De: Densidad esperada

La *De* se calcula de la siguiente manera:

$$De = -\ln(1 - Fa/100)$$

Dónde:

Fa: Frecuencia absoluta

Para la interpretación del grado de agregación o sociabilidad, teniendo en cuenta que determina la distribución espacial de las especies, se tienen los siguientes parámetros:

$Ga > 1$, indica tendencia al agrupamiento

$Ga > 2$, indica que la especie tiene distribución agrupada

$Ga < 1$, indica que la especie se encuentra dispersa

◇ Regeneración natural

Para evaluar la regeneración natural se delimitaron parcelas de 5 m * 5 m para la categoría de tamaño latizal (individuos con DAP inferior a 10 cm y alturas superiores a 1,5 m) y parcelas de 2 m * 2 m, para la categoría de tamaño brinzal (individuos con altura hasta de 1,5 m). Se consideraron todos los retoños de las especies arbóreas y/o palmas, dentro de las parcelas de fustales.

La evaluación incluye 3 parámetros: abundancia absoluta y relativa (*Ar%*), frecuencia absoluta y relativa (*Fr%*) y categoría de tamaño absoluta y relativa (*Ct%*).

La abundancia y la frecuencia relativas en la regeneración natural, se calcularon de la misma forma que se procedió para el cálculo del I.V.I en la categoría de tamaño fustal.

La categoría de tamaño relativo, se calculó con el mismo criterio fitosociológico establecido para el cálculo de la Estructura Vertical relativa en la categoría de tamaño fustal, teniendo en cuenta para este caso las categorías latizal y brinzal.

El parámetro de la regeneración natural relativo (*RN%*) para cada especie se obtuvo aplicando la siguiente ecuación:

$$RN\% = Ar\% + Fr\% + Ct\% / 3$$

Donde:

Para cada Categoría de Tamaño:

Ct: Categoría de tamaño absoluta

Ct%: Categoría de tamaño relativa

Ab: Abundancia absoluta

Ct 1 ... Ctn: son las diferentes categorías de tamaño identificadas en el muestreo

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

5.4.1.1.2 Provincias biogeográficas

La totalidad del área de influencia biótica se encuentra inmersa dentro de la provincia IX Norandina y el distrito de acuerdo al EIA (TCE, 2019) es Cordillera Oriental y según el Shapefile de distritos de orden nacional es Andino Oriental, pero para los dominios de la GDB corresponde a Cordillera Oriental (Homologación con otros sistemas de clasificación), como se puede ver en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2. Distritos biogeográficos identificados en el área de influencia

PROVINCIA/DISTRITO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
NorAndina E_Cordillera Oriental Orobiomas altos de los Andes	587,00	100
TOTAL	587,00	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La Provincia Norandina está conformada por la gran Cordillera de los Andes que recorre Suramérica en su segmento Norte, la cual se extiende desde la Cordillera Central de Ecuador en el sur, para luego dividirse en Colombia en tres Cordilleras: la Occidental, la Central y la Oriental (Hernández, 2007).

Se agrupan en esta Provincia un conjunto de Unidades correspondientes a las tres cordilleras con un relieve dominado por montañas y valles intercordilleranos de las cuencas altas de los ríos Magdalena y Cauca. El clima es variado, con gran diversidad en la distribución y cantidad de las lluvias, por lo cual, presenta desde condiciones húmedas hasta áridas. Además, se encuentran todos los pisos térmicos: Cálido, Templado, Frio, Muy Frio, Extremadamente Frio y Nival (SINAP, 2014).

La vegetación de la provincia puede dividirse en una de carácter andino en las tierras altas de las montañas y otra en las tierras bajas de los valles interandinos. En las montañas predominan la vegetación arbustiva y herbácea de los Paramos, los bosques húmedos altoandinos y subandinos, las zonas lacustres, así como enclaves de vegetación seca altoandina y de vegetación semiárida subandina y en las vertientes externas a los frentes de condensación o en condiciones climáticas más húmedas, se ha encontrado como tendencia menor transformación, de esta forma distritos asociados a los páramos, presentan predominio de condiciones naturales

En relación con el Distrito Cordillera Oriental, esta unidad tiene una connotación bioclimática en su definición, relacionada con su ubicación altitudinal en el clima frío. El distrito se encuentra localizada en la vertiente oriental de la cordillera oriental y cubre parcialmente los departamentos de: Arauca, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Huila, Meta, Norte de Santander y Santander. El distrito coincide, en general, con el frente de condensación exterior de la cordillera oriental, lo que asegura una humedad alta, por lo tanto, se asocia al llamado "bosque de niebla" o "Selvas nubladas occidentales Cordillera Oriental". La alta humedad atmosférica, y las lluvias que se presentan genera altos caudales en los sistemas de drenaje, situación que acelera los procesos de meteorización y disección; favoreciendo la inestabilidad de las laderas.

5.4.1.1.3 Biomias

Teniendo en cuenta diferentes definiciones, tales como las propuestas por Domínguez (1999), Hernández (1992) y Walter (1997) citados por IDEAM *et al.*(2007), se puede definir el término bioma como una superficie de la tierra amplia que posee uniformidad en lo relacionado con aspectos físicos y bióticos, así como también se puede considerar a un bioma como un conjunto de ecosistemas terrestres afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales. Por su parte, Hernández *et al.* (1992) citado por Rodríguez *et al.* (2006) presentan una propuesta de unidades biogeográficas y de biomias terrestres de Colombia donde agrupan grandes unidades bióticas denominadas «biomas», que se caracterizan por la uniformidad fisionómica del clímax vegetal y por la composición de la biota representada.

Rodríguez (2006), identifica cuatro tipos generales de biomias en los Andes colombianos, siendo el orobioma del zonobioma húmedo tropical el que contiene el mayor porcentaje en área de ecosistemas naturales (26,9%), seguido del zonobioma húmedo tropical (11,5%), del zonobioma alterno hídrico y/o subxerofítico tropical (0,84%)

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

y del orobioma Azonal del zonobioma húmedo tropical (0,27%). En total se diferenciaron 162 tipos de ecosistemas naturales que ocupan un 39,53% de la extensión de los Andes, el restante porcentaje, es decir 60,47%, corresponde a ecosistemas transformados localizados en los cuatro pisos bioclimáticos principalmente en la zona subandina y basal. Dentro del área de influencia biótica del presente proyecto, se identifica el bioma Orobioma Azonal subandino Altoandino Cordillera Oriental, con un área de **587,00 ha**, como se aprecia en la Tabla 5-3 y en la Figura 5-4

Tabla 5-3. Biomas identificados en el área de influencia biótica

PROVINCIA/DISTRITO	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	587,00	100
TOTAL	587,00	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

A continuación, se presenta una síntesis del bioma Orobioma Azonal subandino Alto Andino Cordillera Oriental, a partir de información secundaria.

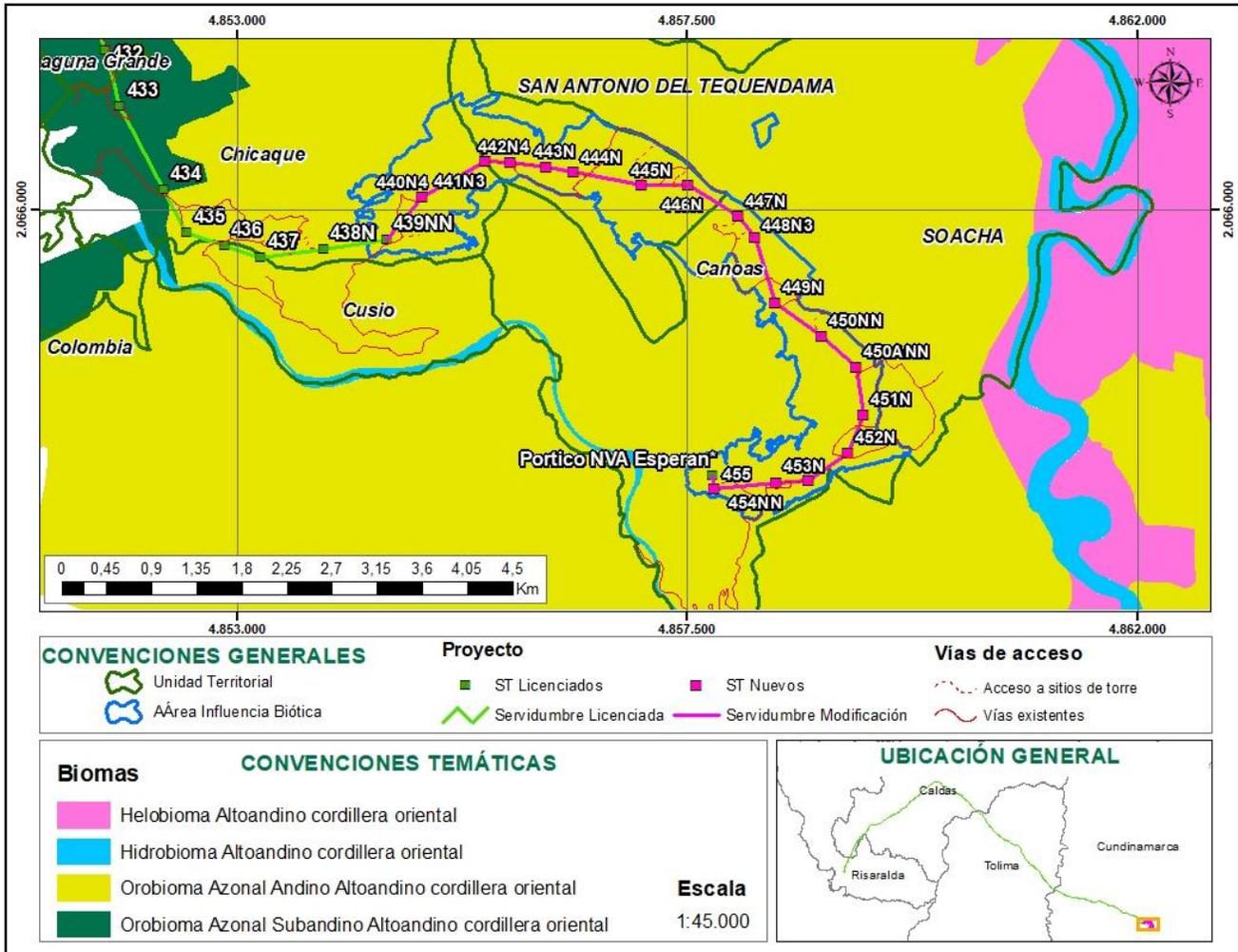
El Orobioma, es definido por la presencia de montañas que cambian el régimen hídrico y forman cinturones o fajas de vegetación de acuerdo con su incremento en altitud y la respectiva disminución de la temperatura (Walter, 1977).

El Orobioma Azonal Andino alto Andino Cordillera Oriental, hace referencia a zonas de montaña localizadas aproximadamente entre los 1800 y 2800 msnm del piso climático frío de Caldas y a las provincias de humedad (árido y semiárido), ocupando una de las menores extensiones de biomas en el país, donde se presentan temperaturas que fluctúan entre los 12° y 18°C y son conocidos como “piso andino”.

Estos orobiomas azonales han sufrido una acelerada destrucción y modificación de sus hábitats, por actividades antrópicas asociadas con la agricultura, la ganadería, el establecimiento de plantaciones forestales y la minería, entre otras.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-4. Biomas identificados en el área de influencia biótica



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.4.1.1.4 Coberturas de la tierra

Dando alcance al requerimiento No. 10 del Acta 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, en el cual la ANLA requiere ajustar la delimitación e interpretación de coberturas de la tierra identificadas en el área de influencia, de acuerdo con:

- Estado actual de intervención y la unidad mínima cartografiada aplicable.
- La interpretación aprobada en la Resolución 170 del 15 de enero de 2021, a través de la cual se otorgó licencia ambiental, justificando en caso que se requiera, los cambios sucesionales presentados en el área.

A continuación, se presenta la información actualizada con el ajuste realizado a la delimitación e interpretación de las coberturas de la tierra identificadas en el AI Biótica (Anexo A5.2.1.1 Flora / 7. Revisión interpretación de coberturas). La identificación de coberturas de la tierra en el área de influencia biótica, se realizó siguiendo la Leyenda Nacional de Cobertura de la Tierra Metodología CORINE Land Cover (CLC) adaptada para Colombia

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

escala 1:100.000 (IDEAM, 2010), con su correspondiente ajuste a escala 1:25.000, dando cumplimiento a los TdR-17 (MADS & ANLA, 2018). El área de influencia biótica del presente proyecto tiene una extensión de **587,00 hectáreas** que se distribuyen en territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales y superficies de agua.

a. Coberturas presentes en el área de influencia (AI) biótica

En el área de influencia (AI) biótica del proyecto, se identificaron 12 unidades de cobertura de la tierra, las cuales se presentan en Tabla 5-4, con su respectiva área y porcentaje de participación; en la Figura 5-5 se muestra la distribución espacial de las mismas. Las coberturas identificadas en el área de influencia biótica están distribuidas de la siguiente manera: dos (2) hacen parte de los territorios artificializados, cuatro (4) están inmersas dentro de los territorios agrícolas, cinco (5) corresponden a bosques y áreas seminaturales y una (1) corresponde a superficies de agua.

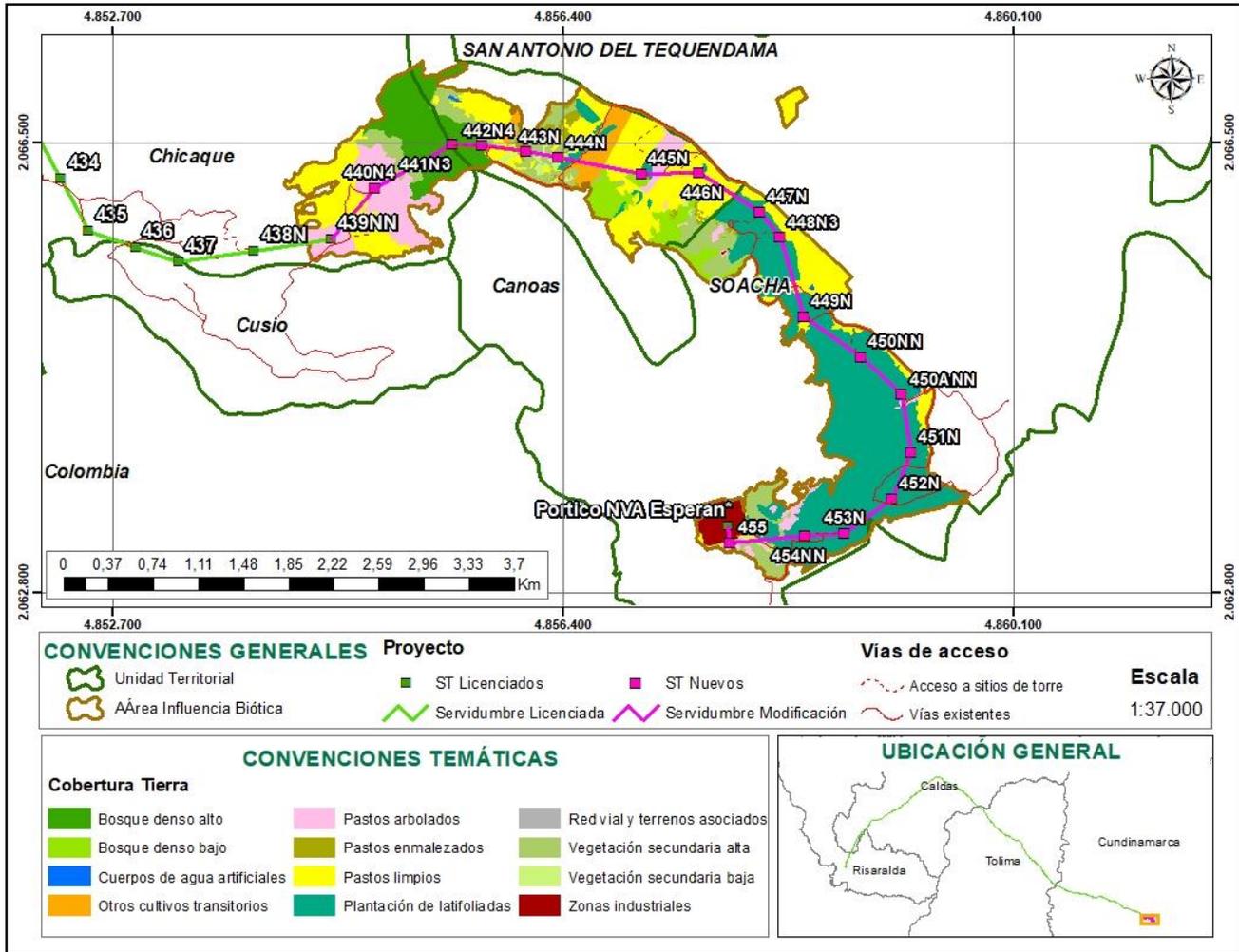
Tabla 5-4. Coberturas identificadas en el área de influencia biótica

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	CLC	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1. Territorios artificializados	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	1.2.1. Zonas industriales o comerciales	1.2.1.1. Zonas industriales	1211	Zonas industriales	12,68	2,16
		1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	1221	Red vial y terrenos asociados	0,51	0,09
2. Territorios agrícolas	2.1. Cultivos transitorios	2.1.1. Otros cultivos transitorios		211	Otros cultivos transitorios	15,58	2,65
	2.3. Pastos	2.3.1. Pastos limpios		231	Pastos limpios	152,95	26,06
		2.3.2. Pastos arbolados		232	Pastos arbolados	55,64	9,48
		2.3.3. Pastos enmalezados		233	Pastos enmalezados	9,17	1,56
3. Bosques y áreas seminaturales	3.1. Bosques	3.1.1. Bosque denso	3.1.1.1. Bosque denso alto	3111	Bosque denso alto	51,61	8,79
			3.1.1.2. Bosque denso bajo	3112	Bosque denso bajo	24,04	4,09
	3.1.5. Plantación forestal	3.1.5.2. Plantación de latifoliadas	3152	Plantación de latifoliadas	200,86	34,22	
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	3.2.3. Vegetación secundaria o en transición	3.2.3.1. Vegetación secundaria alta	3231	Vegetación secundaria alta	57,81	9,85
			3.2.3.2. Vegetación secundaria baja	3232	Vegetación secundaria baja	5,46	0,93
5. Superficies de agua	5.1. Aguas continentales	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales		514	Cuerpos de agua artificiales	0,69	0,12
Total						587,00	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-5. Coberturas identificadas en el área de influencia biótica



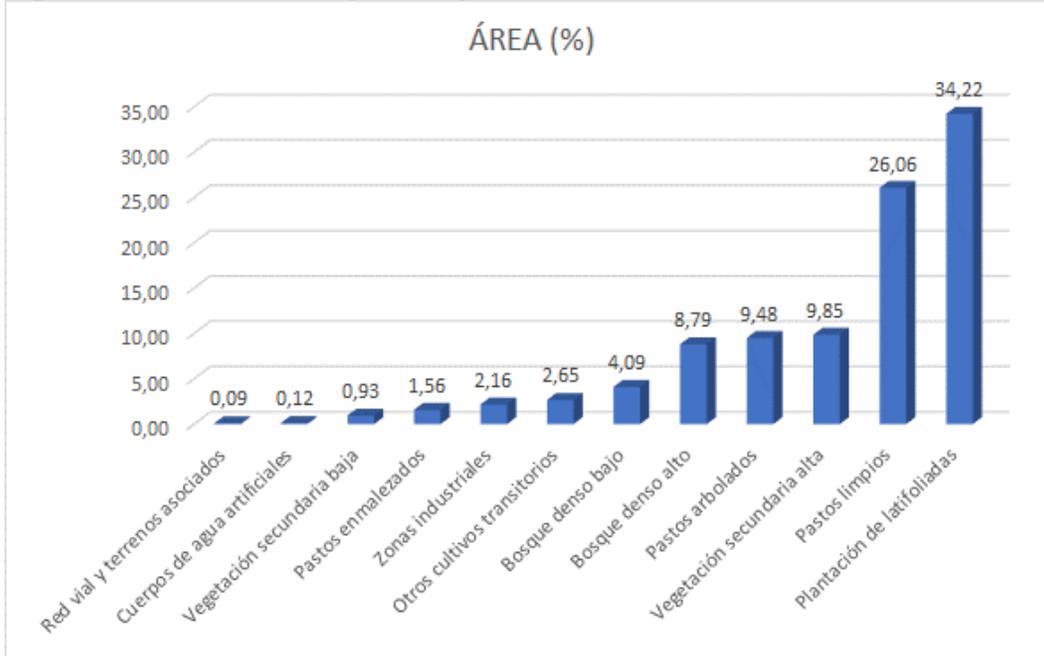
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como se puede observar en la Figura 5-6 y *Tabla 5-4*, la cobertura con mayor superficie dentro del área de influencia (AI) biótica del proyecto, corresponde a Plantación de latifoliadas con **200,86 ha** que representan **el 34,22%**. Seguidamente se localizan los Pastos limpios con **152,95 ha (26,06%)**; **Vegetación secundaria alta con 57,81Ha (9,85%)**, Pastos arbolados con **55,64 ha (9,48%)** y bosque denso alto con **51,61 ha (8,79%)**; las demás coberturas suman **68,13 ha** que representan **el 11,61%** del AI biótica, con porcentajes que oscilan entre **0,09%** y **4,09%**.

En términos generales, las coberturas naturales, que hacen parte de los bosques y áreas seminaturales suman un total de **339,78 ha** que representan **el 57,88%** del área de influencia biótica y los territorios agrícolas suman un total de **233,35 ha** que equivalen al **39,75%** del área de influencia biótica, por lo anterior, se puede inferir que en la zona de estudio, las coberturas han sido intervenidas debido a procesos de ampliación de la frontera agropecuaria, en donde se han desarrollado cultivos de gran y pequeña escala y áreas de pastos.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-6. Distribución de porcentajes de cobertura en el área de influencia biótica



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

b. Coberturas de la tierra en la servidumbre y en los sitios de infraestructura del proyecto

El área de servidumbre del proyecto tiene una longitud total de 8,37 km y un ancho de 65 metros, para un área total de **54,97ha** (incluyendo los accesos nuevos *y el sitio de enganche*). En la Tabla 5-5 se presentan las coberturas de la tierra identificadas en el área de la servidumbre del proyecto, reportándose las de mayor área, las coberturas de *Plantación de latifoliadas con el 50,19% (27,59 ha)* y los *pastos limpios con 18,29% (10,05 ha)*.

Tabla 5-5. Coberturas identificadas en el área de intervención del proyecto

CLC	COBERTURA	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
1211	Zonas industriales	0,82	1,49
1221	Red vial y terrenos asociados	0,05	0,09
211	Otros cultivos transitorios	1,49	2,72
231	Pastos limpios	10,05	18,29
232	Pastos arbolados	4,47	8,13
233	Pastos enmalezados	0,45	0,82
3111	Bosque denso alto	3,69	6,71
3112	Bosque denso bajo	0,73	1,33
3152	Plantación de latifoliadas	27,59	50,19
3231	Vegetación secundaria alta	4,17	7,58
3232	Vegetación secundaria baja	1,46	2,66
Total		54,97	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Tabla 5-6 se presentan las coberturas de la tierra identificadas en los sitios de intervención del proyecto como son: accesos a infraestructura, brecha de riego, plaza de tendido, sitios de enganche, sitios de torres y acercamientos al conductor. El área total de los sitios de intervención es de 6,11 ha, las brechas de riego para el tendido del cable las que ocupan mayor área (38,56%), seguido de los sitios de torre que ocupan el 23,86% del área. Se debe tener en cuenta que los accesos, brechas de riego, plaza de tendido y sitio de enganche serán de uso temporal (durante la etapa de construcción), mientras que los sitios de torre y el acercamiento al conductor

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

serán de uso permanente. Las brechas de riego para el tendido del cable por teleférico no generarán intervención en las coberturas.

Tabla 5-6. Coberturas identificadas en los sitios de infraestructura del proyecto

TIPO INFRAESTRUCTURA	CLC	COBERTURA	ÁREA (Ha)	ÁREA (%)	ÁREA (%) DEL TOTAL
				INFRAEST	
Acceso a infraestructura por brecha de riego	211	Otros cultivos transitorios	0,00007	0,02	5,72
	231	<i>Pastos limpios</i>	0,115	32,90	
	232	<i>Pastos arbolados</i>	0,002	0,45	
	233	<i>Pastos enmalezados</i>	0,010	2,78	
	3152	<i>Plantación de latifoliadas</i>	0,195	55,87	
	3231	<i>Vegetación secundaria alta</i>	0,006	1,63	
Total Acceso a infraestructura por brecha de riego			0,350	100,00	
Acceso a infraestructura tipo sendero	1221	Red vial y terrenos asociados	0,001	0,24	8,38
	231	Pastos limpios	0,280	54,56	
	232	Pastos arbolados	0,025	4,97	
	3112	Bosque denso bajo	0,001	0,26	
Total Acceso a infraestructura tipo sendero			0,512	100,00	
Brecha de riego para el tendido del conductor	1221	Red vial y terrenos asociados	0,001	0,05	38,56
	211	Otros cultivos transitorios	0,047	1,98	
	231	<i>Pastos limpios</i>	0,414	17,57	
	232	<i>Pastos arbolados</i>	0,214	9,07	
	3112	Bosque denso bajo	0,080	3,38	
	3152	<i>Plantación de latifoliadas</i>	1,513	64,19	
Total Brecha de riego para el tendido del conductor			2,358	100,00	
Brecha de riego para el tendido del conductor por teleférico	3111	<i>Bosque denso alto*</i>	0,103	68,49	2,46
	3231	<i>Vegetación secundaria alta*</i>	0,047	31,51	
Total Brecha de riego para el tendido del conductor por teleférico			0,150	100,00	
Plaza de Tendido	1211	Zonas industriales	0,150	21,19	11,57
	231	Pastos limpios	0,437	61,75	
	232	Pastos arbolados	0,100	14,07	
	3152	Plantación de latifoliadas	0,021	2,99	
Total Plaza de Tendido			0,708	100,00	
Sitio de Enganche SE 1	231	Pastos limpios	0,160	100,00	2,62
Total Sitio de Enganche SE 1			0,160	100,00	
Sitio de torre	1211	Zonas industriales	0,0002	0,02	23,86
	231	Pastos limpios	0,157	10,76	
	232	Pastos arbolados	0,207	14,16	
	233	<i>Pastos enmalezados</i>	0,018	1,25	
	3111	Bosque denso alto	0,104	7,10	
	3112	Bosque denso bajo	0,083	5,70	
	3152	Plantación de latifoliadas	0,699	47,87	
Total Sitio de torre			1,459	100,00	
Zonas de despeje para evitar acercamiento de la vegetación con el cable conductor	3152	Plantación de latifoliadas	0,418	100,00	6,83
Total Zonas de despeje para evitar acercamientos de la vegetación con el cable conductor			0,418	100,00	
Total general			6,114		100

*No generan intervención en la cobertura

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

c. Descripción de coberturas

A continuación, se hace una descripción de cada una de las coberturas identificadas en el área de influencia biótica del proyecto y área de intervención.

- **Territorios artificializados (1)**

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos (IDEAM, 2010). Para el presente estudio se identificaron las siguientes coberturas que hacen parte de este gran nivel denominado territorios artificializados: zonas industriales y Red vial y territorios asociados.

- **Zonas industriales (1211)**

Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales. Esta cobertura dentro del AI Biótica tiene una extensión de 12,68 ha que representan el **2,16%** del área de total y se encuentra representada principalmente por la Subestación eléctrica Nueva Esperanza, localizada en el predio de Emgesa (Fotografía 5-2).

Fotografía 5-2. Zonas Industriales



Coordenadas Este: 4857622 Norte: 2063386
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- **Red vial y territorios asociados (1221)**

Comprende las áreas cubiertas por la infraestructura vial, tales como carreteras, autopistas y puentes, así como las áreas asociadas como peajes, zonas verdes y zonas de estacionamiento (IDEAM, 2010).

En el área de influencia biótica se identifica como una vía terciaria de carácter privado, que corresponde a la vía de acceso a la subestación Nueva Esperanza que se localiza en el predio de EMGESA en la vereda Canoas (Fotografía 5-3).

La red vial y territorios asociados en el área de influencia biótica abarca una superficie de **0,51 ha** que representan en **0,09%**.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-3. Red vial y territorios asociados



Coordenadas Este: 4857943 Norte: 2063289
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Territorios agrícolas (2)

Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. (IDEAM, 2010).

- Otros cultivos transitorios (2.1.1)

Son aquellos que tienen como característica fundamental, que después de la cosecha deben volver a sembrarse para seguir produciendo, adicionalmente, el periodo vegetativo es tradicionalmente menor a un año, incluso en ocasiones sólo de unos pocos meses.

En el área de influencia biótica del presente estudio se identificaron y delimitaron cultivos transitorios de ciclo corto, con periodo vegetativo no mayor a seis (6), correspondiendo con cultivos de papa y zanahoria. Esta cobertura abarca el **2,65%** del área de influencia biótica, porcentaje dado por 15,58 ha, *en la vereda Cascajal*. La Fotografía 5-4 fue tomada desde la vía por no tener acceso al predio.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-4. Otros cultivos transitorios



Coordenadas Este: 4857124 Norte: 2066710
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o **Pastos limpios (2.3.1)**

Los pastos limpios son territorios agrícolas cuyo uso principal es la ganadería extensiva, por tal razón, se caracterizan por la presencia dominante de vegetación de tipo herbáceo (Poaceas), cuyas especies comúnmente han sido introducidas con el objetivo de mejorar la actividad ganadera, dado a que toleran las condiciones edafoclimáticas de la región, el pastoreo continuo y poseen alto valor nutricional para el ganado, es por ello que, para el surgimiento de esta cobertura ha sido necesaria la transformación de coberturas naturales, a través de actividades antrópicas tales como la mecanización, quemas y talas para la siembra de pastos mejorados; de igual forma, para su mantenimiento se requiere de prácticas pecuarias como rocería, esto limita la sobrevivencia de especies arbóreas o arbustivas.

Esta cobertura se encuentra en el área de influencia biótica con una extensión de **152,95 ha (26,06%)** del área total (Fotografía 5-5), localizada principalmente en la vereda Cascajal y en algunos sectores de la vereda Chicaque.

Fotografía 5-5. Pastos limpios



Coordenadas Este: 4858301 Norte: 2065277
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Pastos arbolados (2.3.2)

Al igual que los pastos limpios, esta unidad de origen antrópico se caracteriza por presentar terrenos cubiertos por pastos introducidos, en su mayoría; la principal diferencia entre estas dos coberturas está dada por la densidad de elementos arbóreos presentes su interior; la densidad de estos individuos en los pastos arbolados de acuerdo con la metodología Corine Land Cover es mayor a 30% y menor a 50% del total de la cobertura, son individuos que lograron sobrevivir a los procesos de tala de bosques debido a que son especies de interés por la calidad de su madera o potencial como sombrío, o simplemente han sido establecidos con el propósito de brindar sombrío al ganado o con fines forrajeros. En párrafos posteriores, se presenta la composición y estructura de los Pastos arbolados.

Dentro del área de influencia biótica del proyecto, representan un área de **55,64 ha** que representa el **9,48%** (Fotografía 5-6), localizados principalmente en la vereda Chicaque y en pequeños sectores de las veredas Canoas y Cascajal.

Fotografía 5-6. Pastos arbolados



Coordenadas Este: 4854597 Norte: 2065816
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Pastos enmalezados (233)

Esta unidad de cobertura presenta pastos (principalmente introducidos) asociados con herbáceas conocidas localmente como malezas, las cuales no superan 1,5 m de altura, con algunas excepciones. De igual forma, en algunos pastos enmalezados se encuentran algunos individuos de tipo arbóreo distribuidos de manera aislada, ya que los polígonos que conforman esta cobertura inicialmente correspondían a pastos limpios o arbolados y debido a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono, han sido colonizados por especies pioneras que conforman asociaciones de vegetación secundaria baja. En el área de influencia biótica, presenta una extensión de **9,17 ha** que representan el **1,56%** (Fotografía 5-7), y se localizan en pequeños sectores de las veredas Cascajal y Canoas.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-7. Pastos enmalezados



Coordenadas Este: 4858114 Norte: 20631677
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Bosques y áreas seminaturales (3)

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundaria o en transición (IDEAM, 2010). Para el área de estudio biótica del presente proyecto, se identificaron las siguientes coberturas dentro de este gran nivel: Bosque denso alto, bosque denso bajo, plantación de latifoliadas, vegetación secundaria alta y baja.

- Bosque denso alto (3.1.1.1)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros (IDEAM,2010). Dentro del AI Biótica, se encuentra esta cobertura representada por un área de **51,61 ha** que corresponde al **8,79%** (Fotografía 5-8) y se localiza principalmente en la parte alta de las veredas Chicaque y Cascajal.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-8. Bosque denso alto



Coordenadas Este: 4855249 Norte: 20663327
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Bosque denso bajo (3.1.1.2)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a 5 metros, pero inferior a 15 metros (IDEAM, 2010). Dentro del AI Biótica, se encuentra esta cobertura representada por un área de **24,04 ha** que corresponde al **4,09%** (**Fotografía 5-9**), localizados en la vereda Cascajal.

Fotografía 5-9. Bosque denso bajo



Coordenadas Este: 4857216 Norte: 2065908
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Plantación de latifoliadas (3.1.5.2)

Esta cobertura se caracteriza por presentar especies forestales introducidas, en diferentes estados de crecimiento, surge de la actividad humana, con el objetivo de lograr un lucro o beneficio determinado. La composición florística de esta unidad de cobertura es homogénea, por estar conformada por Acacia negra (*Acacia melanoxillum*) y Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) en su mayoría, las cuales no presentan adecuadas prácticas de manejo silvicultural y el desarrollo de los individuos no es uniforme. Estas áreas de plantación tienen una extensión de **200,86 ha** que representan el **34,22%** (Fotografía 5-10) y se localizan principalmente en los predios de CIEMCO y EMGESA en la vereda Canoas y en algunos sectores de la vereda Cascajal.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-10. Plantación de latifoliadas



Coordenadas Este: 4858297 Norte: 2065055
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Vegetación secundaria alta (3.2.3.1)

Esta cobertura está conformada principalmente por vegetación arbórea con dosel irregular y presencia de arbustos y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios y avanzados de la sucesión vegetal, luego de haberse presentado procesos de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales (IDEAM, 2010).

La vegetación secundaria alta, se caracteriza por evidenciar una estratificación vertical no muy definida, producto de las actividades agropecuarias que afectan significativamente a este tipo de vegetación; de igual forma, la composición florística es menor si se compara con otras coberturas boscosas como el bosque de galería, con predominio de especies heliófilas o pioneras. Esta cobertura fue identificada en el área de influencia biótica del presente proyecto, con una superficie de **57,81 ha (9,85%)** (Fotografía 5-11), principalmente en la vereda Cascajal y en algunos sectores de la vereda Chicaque.

Fotografía 5-11. Vegetación secundaria alta



Coordenadas Este: 4855002 Norte: 2066228
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ **Vegetación secundaria baja (3.2.3.2)**

Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. La vegetación secundaria baja comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores pre climáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger (IDEAM, 2010). Teniendo en cuenta la información obtenida se tiene que en el AI Biótica del proyecto se encuentra esta cobertura en una extensión de **5,46 ha (0,93%)** (Fotografía 5-12), principalmente en la vereda Cascajal.

Fotografía 5-12. Vegetación secundaria baja



Coordenadas Este: 4855249 Norte: 20663327
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

▪ **Cuerpos de agua (5)**

Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares (IDEAM, 2010). Para el área de influencia del presente proyecto, se identifican cuerpos de aguas artificiales (Estanques para acuicultura continental y Jagüeyes reservorios).

○ **Cuerpos de agua artificiales (5.1.4)**

Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos (IDEAM, 2010). En el AI Biótica se encuentra presente esta cobertura con un área de **0,69 ha** que representa el **0,12%** (Fotografía 5-13), en la vereda Cascajal.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Fotografía 5-13. Cuerpos de agua artificiales



Coordenadas Este: 4857311 Norte: 2066377
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

5.4.1.1.5 Ecosistemas

Pese a ser de origen europeo, el concepto de ecosistema se ha desarrollado primordialmente en el contexto americano. En los Estados Unidos, en cambio, el concepto de ecosistema se desarrolló y modernizó, apoyándose en la teoría sistémica, de la información, la informática y el modelamiento.

El ecosistema se define como una unidad relativamente homogénea (distinguible a la escala de funcionamiento) de organismos que obran recíprocamente, de procesos ecológicos, y de elementos geofísicos tales como suelo, clima, y régimen del agua. Está definido principalmente por el aspecto físico (geoforma) y la estructura (fisionomía) del estrato dominante, donde operan procesos ecológicos particulares (Rodríguez, Armenteras, Morales, & Romero, 2006).

El modelo funcional del ecosistema contempla la cobertura terrestre, el clima y los aspectos geomorfológicos y de suelos, que son el resultado del material parental, la geo génesis, el tiempo, y tiene asociado el desarrollo edáfico; estos tres elementos considerados simultáneamente, integran varios de los componentes del ecosistema y reflejan su funcionamiento (Rodríguez, Armenteras, Morales, & Romero, 2006).

En consecuencia, la tipología de ecosistemas terrestres para el Mapa de Ecosistemas de Colombia a escala 1:100.000 partió de los ecosistemas terrestres propuestos en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) (Minambiente, 2012), que corresponden a los identificados en el mapa nacional de ecosistemas a escala 1:500.000, del año 2007.

a. Ecosistemas en el área de influencia biótica

Con la referencia base de los ecosistemas existentes en el Mapa de Ecosistemas Colombianos (MEC) a escala 1:100.000 (IAvH, 2017), se describen los ecosistemas terrestres presentes en el área de influencia biótica con su respectiva área y porcentaje de participación (Tabla 5-7) y en la Figura 5-7 se observa la distribución espacial de los mismos.

Los ecosistemas presentes en el área de influencia del presente proyecto corresponden a 12; siendo el más representativo Plantación de latifoliadas del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental (OAAACO), el cual se encontró con una superficie de **200,86 ha** que equivalen al **34,22%** del área de influencia biótica; seguido de Pastos limpios del OAAACO con **152,95 ha** que representa el **26,06%**, *la Vegetación Secundaria Alta del*



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

OAAACO con 57,81 ha (9,85%), Pastos arbolados del OAAACO con 55,64 ha (9,48%) y el Bosque Denso alto del OAAACO con 51,61 ha (8,79%). Los ecosistemas restantes suman el 11,6% del área de influencia (68,13 ha).

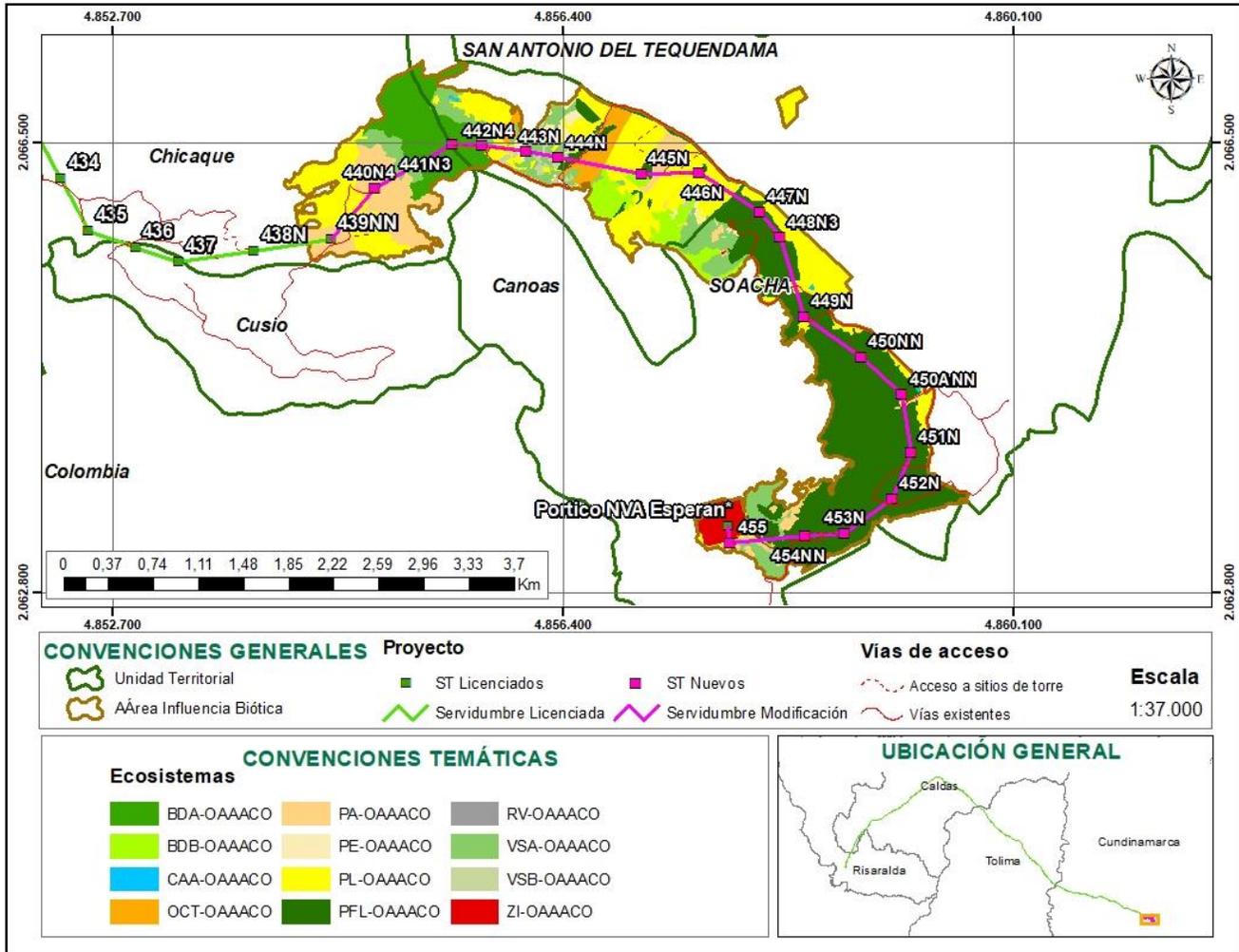
Tabla 5-7. Ecosistemas identificados en el área de influencia biótica

BIOMA	ECOSISTEMA	SÍMBOLO	ÁREA (ha)	%
Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	BDA-OAAACO	51,61	8,79
	Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	BDB-OAAACO	24,04	4,09
	Cuerpos de agua artificiales del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	CAA-OAAACO	0,69	0,12
	Otros cultivos transitorios del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	OCT-OAAACO	15,58	2,65
	Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	PA-OAAACO	55,64	9,48
	Pastos enmalezados del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	PE-OAAACO	9,17	1,56
	Pastos limpios del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	PL-OAAACO	152,95	26,06
	Plantación de latifoliadas del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	PFL-OAAACO	200,86	34,22
	Red vial y territorios asociados del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	RV-OAAACO	0,51	0,09
	Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	VSA-OAAACO	57,81	9,85
	Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	VSB-OAAACO	5,46	0,93
	Zonas industriales del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera oriental	ZI-OAAACO	12,68	2,16
	TOTAL GENERAL			587,00

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-7. Ecosistemas identificados en el área de influencia biótica

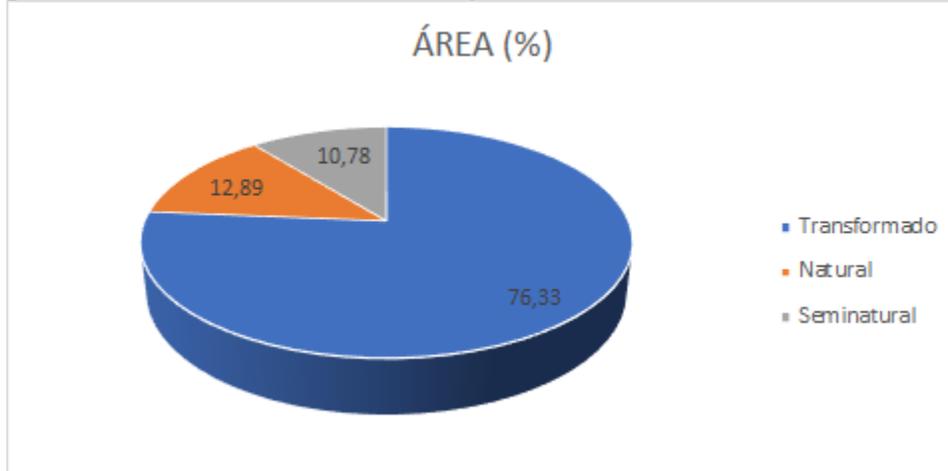


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Los ecosistemas presentes en el área de influencia biótica de la modificación 2, se distribuyen de la siguiente manera: ocho (8) corresponden a ecosistemas transformados, con un área de **448,08 ha**, que representan el **76,33%** del AI biótica, dentro de los cuales se encuentran los agroecosistemas y territorios artificializados; dos (2) ecosistemas son naturales, representados por bosques densos altos y bajos con un área de **75,64 ha**, que corresponden al **12,89%** y por último, el ecosistema seminatural (vegetación secundaria alta y baja), representado por dos (2) ecosistemas los cuales corresponden al **10,78%** con **63,28 ha** (Ver Figura 5-8).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-8. Estado de los ecosistemas presentes en el área de influencia biótica



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

5.4.1.1.6 Caracterización florística de los ecosistemas en el área de influencia biótica

Dando alcance al requerimiento 11 del Acta No. 69 del 4 y 5 de agosto de 2022, en el cual ANLA solicita “Complementar la información utilizada para la caracterización florística de los ecosistemas presentes en el área de influencia biótica, considerando los requerimientos 5 y 10”, a continuación se presenta la información solicitada.

En la Figura 5-9 se presenta la distribución espacial de los puntos de muestreo de flora dentro del AI biótica y en la Tabla 5-8, se enlistan los puntos de muestreo en cada ecosistema con sus coordenadas. En total se establecieron *42 parcelas de muestreo, distribuidas así: ocho (8) para el ecosistema de bosque denso alto, ocho (8) para el ecosistema de bosque denso bajo, seis (6) en el ecosistema de pastos arbolados, 15 para el ecosistema de vegetación secundaria alta y cinco (5) para el ecosistema de Vegetación secundaria baja.*

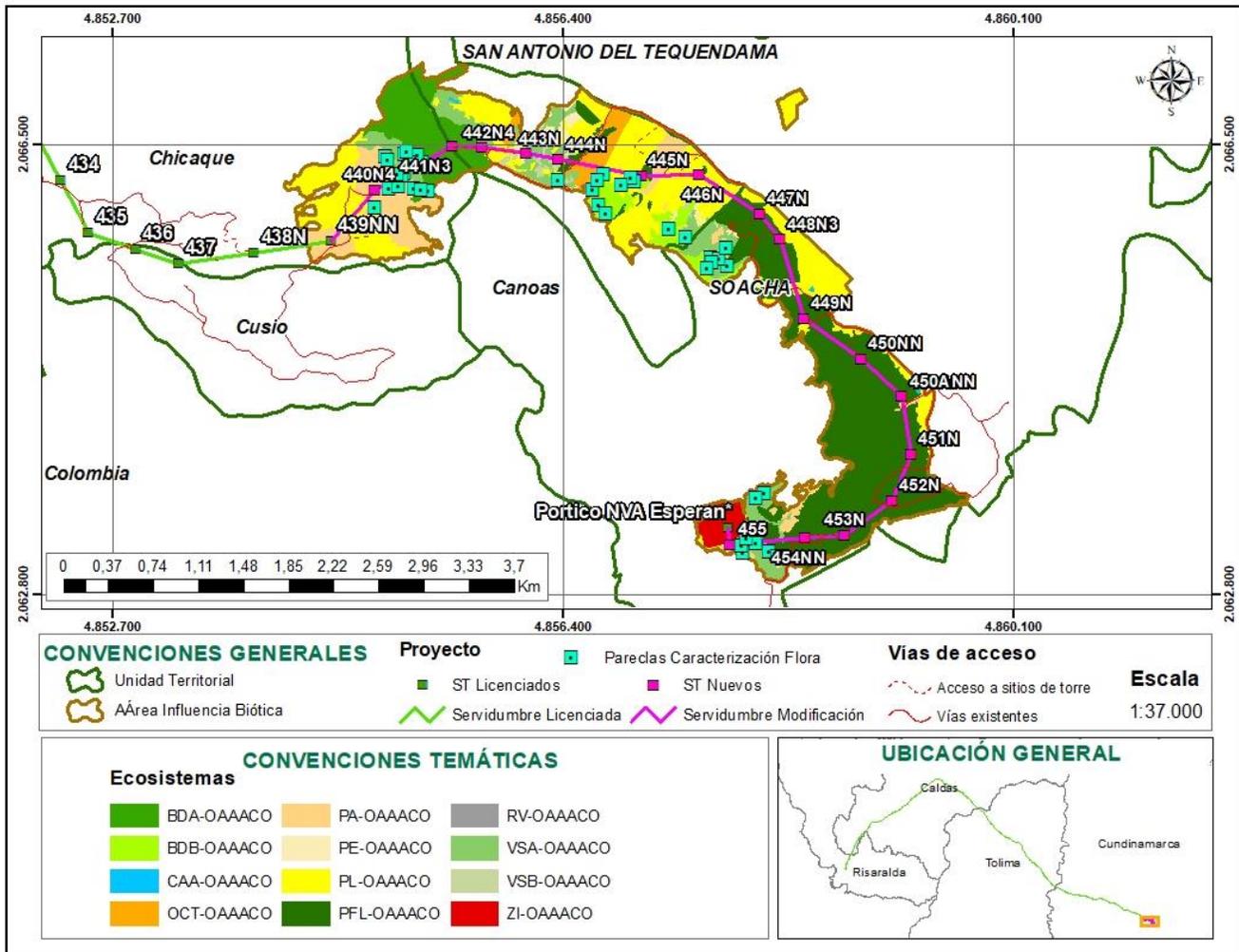
Tabla 5-8. Puntos de muestreo realizados en cada cobertura

ECOSISTEMA	PARCELA	VEREDA	MUNICIPIO	COTA	ESTE	NORTE
BDA-OAAACO	BDA P05	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2279,526	4855093,991	2066420,055
BDA-OAAACO	BDA P06	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2343,136	4855239,990	2066352,124
BDA-OAAACO	BDA P07	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2362,140	4855203,769	2066406,589
BDA-OAAACO	BDA P08	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2308,433	4855136,199	2066355,062
BDA-OAAACO	BDA P09	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2332,511	4855115,332	2066444,102
BDA-OAAACO	BDA P10	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2297,358	4855286,118	2066115,450
BDA-OAAACO	BDA P11	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2297,358	4855230,097	2066127,912
BDA-OAAACO	BDA P12	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2288,512	4855169,770	2066134,534
BDB-OAAACO	BD6-SS	Cascajal	Soacha	2730,922	4857270,365	2065798,724
BDB-OAAACO	BDB 1R	Cascajal	Soacha	2679,000	4856724,000	2066250,000
BDB-OAAACO	BDB P01	Cascajal	Soacha	2641,715	4856984,516	2066190,673
BDB-OAAACO	BDB P02	Cascajal	Soacha	2653,020	4856949,615	2066221,817
BDB-OAAACO	P4-RA	Canoas	Soacha	2759,606	4857604,894	2065563,262
BDB-OAAACO	P6-RA	Cascajal	Soacha	2731,620	4856693,013	2065994,211
BDB-OAAACO	P7-RA	Cascajal	Soacha	2709,525	4856745,930	2065932,827
BDB-OAAACO	VS3- KC	Cascajal	Soacha	2731,292	4856640,096	2066129,678
PA-OAACO	Pa 1O	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2190,065	4854970,457	2066136,960
PA-OAACO	PA P6	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2178,000	4854935,000	2066404,000
PA-OAACO	PA P7	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2219,000	4854959,000	2066370,000
PA-OAACO	PA2-GS	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2214,928	4855047,667	2066153,603
PA-OAACO	PA4-SS	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2160,779	4854845,922	2065978,316
PA-OAACO	PARB	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2207,916	4855025,663	2066168,739
VSA-OAAACO	P1-RA	Canoas	Soacha	2730,954	4857746,798	2065497,240
VSA-OAAACO	P5-RA	Cascajal	Soacha	2782,877	4857407,858	2065729,552
VSA-OAAACO	VSA P1	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2255,491	4855092,827	2066266,317
VSA-OAAACO	VSA P2	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2249,172	4855069,276	2066244,808
VSA-OAAACO	VSA P3	Chicaque	San Antonio del Tequendama	2230,346	4855033,902	2066248,834
VSA-OAAACO	VSA P03A	Canoas	Soacha	2562,606	4857872,691	2063142,343
VSA-OAAACO	VSA P04A	Canoas	Soacha	2571,952	4857865,795	2063202,580
VSA-OAAACO	VSA P05	Cascajal	Soacha	2677,848	4856681,714	2066202,308
VSA-OAAACO	VSA P06	Cascajal	Soacha	2662,678	4856873,075	2066167,823
VSA-OAAACO	VSA P07	Canoas	Soacha	2733,325	4857677,253	2065559,745
VSA-OAAACO	VSA P08	Canoas	Soacha	2742,427	4857623,751	2065532,552
VSA-OAAACO	VSA P09	Canoas	Soacha	2765,681	4857580,817	2065483,721
VSA-OAAACO	VSA P10	Canoas	Soacha	2724,284	4857737,092	2065649,235
VSA-OAAACO	VSA P11	Canoas	Soacha	2648,750	4858050,126	2063624,667
VSA-OAAACO	VSA P12	Canoas	Soacha	2627,363	4857980,360	2063593,393
VS3-OAAACO	VS3 P01	Canoas	Soacha	2545,696	4857902,433	2063253,988
VS3-OAAACO	VS3 P02	Canoas	Soacha	2579,695	4857979,811	2063222,020
VS3-OAAACO	VS3 P06	Canoas	Soacha	2593,252	4858090,741	2063147,425
VS3-OAAACO	VS3 P07	Canoas	Soacha	2577,406	4858162,172	2063107,006
VS3-OAAACO	VS3- KC	Cascajal	Soacha	2708,543	4856354,713	2066200,762

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-9. Distribución espacial los puntos de muestreo de flora



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental
 - Muestreo estadístico

Los muestreos forestales fueron desarrollados bajo la implementación del método matemático y técnicas apropiadas definidos, para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Subandino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de realizar la caracterización florística y evaluar su composición y estructura.

Durante la fase de campo, se determinó el pre-muestreo con las primeras seis (6) parcelas realizadas, con el objeto de conocer la variabilidad del ecosistema y efectuar análisis estadístico para identificar el número de unidades de muestreo mínimo a implementar para cumplir con el error de muestreo establecido en los términos de referencia. Los principales estadígrafos utilizados se presentan en la Tabla 5-9, a través de los cuales se identificó que se necesitan mínimo el levantamiento de ocho (8) parcelas para lograr un error de muestreo igual o menor al 15%.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-9. Estadígrafos de premuestreo para Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,8
Media Aritmética (Y)	28,20
Desviación Estándar (S)	4,41
Error Estándar (Sy)	1.79
T de Student	2,571
Coefficiente de Variación (CV)%	15,64%
Error absoluto	4,60
Error relativo	16.31
Número de parcelas premuestreo	6
Número de parcelas a muestrear	8

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó control estadístico tal como lo expone el CATIE (2002). En la Tabla 5-10 se pueden observar los diferentes estadígrafos obtenidos para el Bosque denso alto en la etapa de muestreo, donde se utilizaron las 6 parcelas del premuestreo y se adicionaron dos parcelas, para que el error de muestreo (con el 95% de probabilidad) esté dentro de lo permitido en los términos de referencia TdR 17, para este caso el error de muestreo fue de 14,62%.

Tabla 5-10. Estadígrafos de muestreo para Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,80
Media Aritmética (Y)	27,48
Desviación Estándar (S)	4,80
Error Estándar (Sy)	1,70
T de Student	2,365
Coefficiente de Variación (CV)%	17,49%
Error absoluto	4,02
Error relativo	14,62
Parcelas muestreadas	8

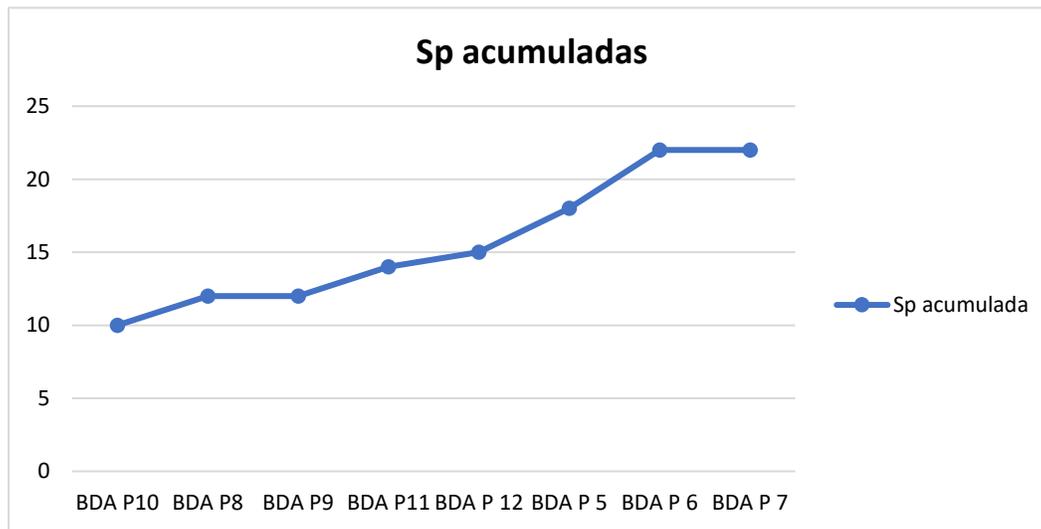
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Curva de acumulación de especies Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La relación entre el número de especies y el área muestreada, puede ser graficada, dando como resultado la llamada curva de especies/área. El área mínima, es el área muestreada a la cual el fuerte incremento inicial de la curva llega a ser casi horizontal. Se supone que el número de muestras (tamaño de la muestra) es adecuado cuando este excede un poco el punto en el cual la curva se endereza en forma acusada (Caín, 1959). Teniendo en cuenta lo mencionado, la Figura 5-10 permite visualizar la representatividad del muestreo (esfuerzo) y cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo.

Como se mencionó, la curva de acumulación de especies permite corroborar la representatividad del muestreo calculado a través del método matemático, en este orden de ideas, se identificó que el tamaño adecuado de muestra fue de ocho (8) parcelas y es válido estadísticamente considerando el error de muestreo. En este sentido, la acumulación de especies nuevas en las diferentes parcelas de muestreo disminuye considerablemente y por tal razón, la tendencia de la curva se estabiliza en forma acusada. En este orden de ideas, se concluye que a pesar de aumentar el esfuerzo de muestreo será más difícil registrar nuevas especies en el inventario.

Figura 5-10. Curva de acumulación de especies estimadas en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Composición Florística

La composición florística de los bosques está determinada principalmente por las interacciones que se presentan en el medio. Dichas interacciones, están influenciadas por las condiciones ambientales de la zona (precipitación, temperatura, humedad, etc.), sus componentes físicos, (geología, suelo, posición geográfica, etc.), y la ecología de sus especies (CATIE, 2001).

En la cobertura Bosque denso alto (BDA), se registraron 219 individuos de tamaño fustal, los cuales se encuentran distribuidos en 27 especies taxonómicas y 19 familias botánicas, como se observa en la Tabla 5-11.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-11. Composición florística del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

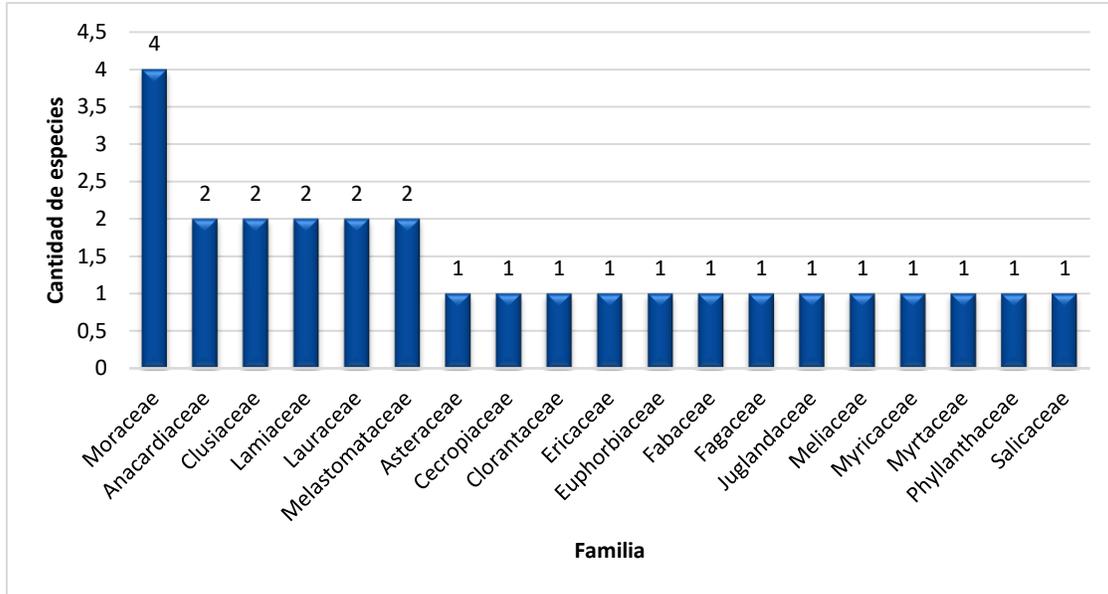
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD INDIVIDUOS	%
Moraceae	<i>Ficus insipida</i> (Willd)	Caucho	1	0,46%
	<i>Ficus</i> sp	Lechoso	1	0,46%
	<i>Ficus tequendamae</i> (Dugand)	Caucho tequendama	1	0,46%
	<i>Morus insignis</i> Bureau	Arracacho	2	0,91%
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> (Bonpl.)	Roble	62	28,31%
Salicaceae	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	Chirlobirlo	1	0,46%
Lamiaceae	<i>Aegiphila truncata</i> Moldenke	Mantequillo	1	0,46%
	<i>Cornutia odorata</i> Poepp. ex Schau	Salvio	1	0,46%
Ericaceae	<i>Cavendishia angustifolia</i> Mansf.	Uvito	3	1,37%
Cecropiaceae	<i>Cecropia</i> sp	Yarumo	3	1,37%
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	Cedro	5	2,28%
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	Gaque	38	17,35%
	<i>Clusia</i> sp	Gaque Blanco	1	0,46%
Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i> (Müll.Arg.)	Sangregado	6	2,74%
Asteraceae	<i>Gynoxys</i> sp	Palo blanco	2	0,91%
Cloranthaceae	<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> (Occhioni)	Canelón	2	0,91%
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i> (Müll.Arg.)	Chuguacá	14	6,39%
Fabaceae	<i>Inga</i> sp	Guamo	2	0,91%
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Dels	Nogal	3	1,37%
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	Tuno	12	5,48%
	<i>Miconia</i> sp2	Tuno maderable	3	1,37%
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.)	Laurel cruz de mayo	1	0,46%
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp	Arrayan	1	0,46%
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp	Amarillo	42	19,18%
	<i>Ocotea calophylla</i> (Mez)	Susca	1	0,46%
Anacardiaceae	<i>Spondias purpurea</i> (L)	Ciruelo	1	0,46%
	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	Pedro Hernández	9	4,11%
TOTAL			219	100%

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-11 se presentan las 19 familias con mayor número de especies en la cobertura evaluada, de las que se destacan, Moraceae con (4) especies, Anacardiaceae, Clusiaceae, Lamiaceae, Lauraceae y Melastomataceae cada una con (2) especies y las demás familias registran solamente una (1) especie. Estos resultados indican que en este tipo de bosque presente en el área de estudio, no se presenta diversidad respecto a número de familias identificadas, por lo tanto, se presentan similitudes en cuanto a su abundancia.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

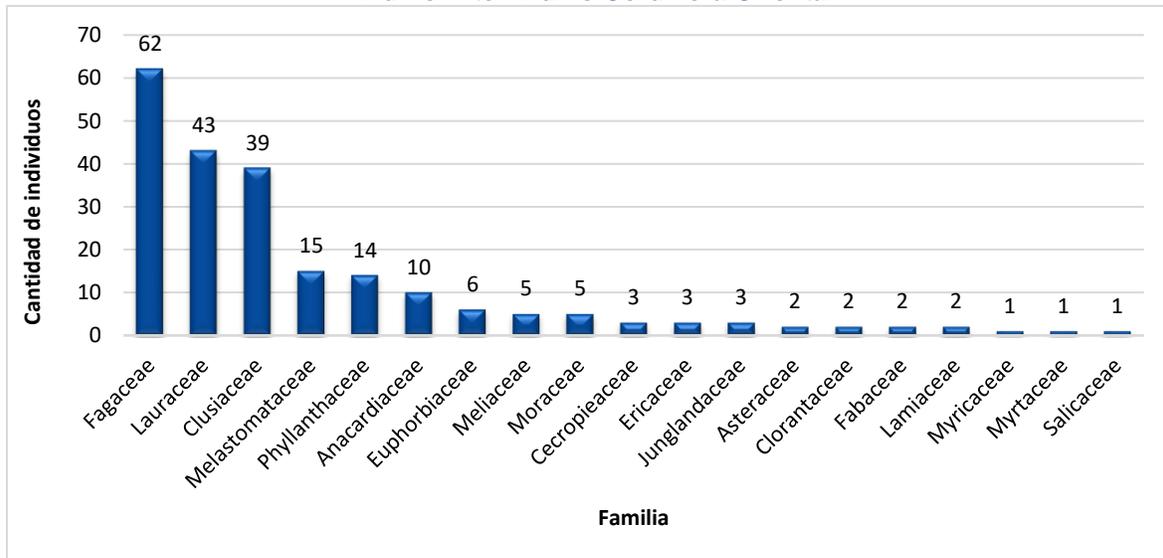
Figura 5-11. Distribución de especies por familia en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-12 se puede observar la distribución de abundancia por familia, evidenciándose que la familia con mayor número de individuos corresponde a Fagaceae (62 individuos), seguido de la familia Lauraceae (43 individuos) y Clusiaceae (39 individuos); seguidamente aparecen Melastomataceae, Phyllanthaceae, Anacardiaceae y Euphorbiaceae con valores de abundancia de 15, 14, 10, y 6, respectivamente.

Figura 5-12. Distribución de individuos por familia en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Estructura Horizontal Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

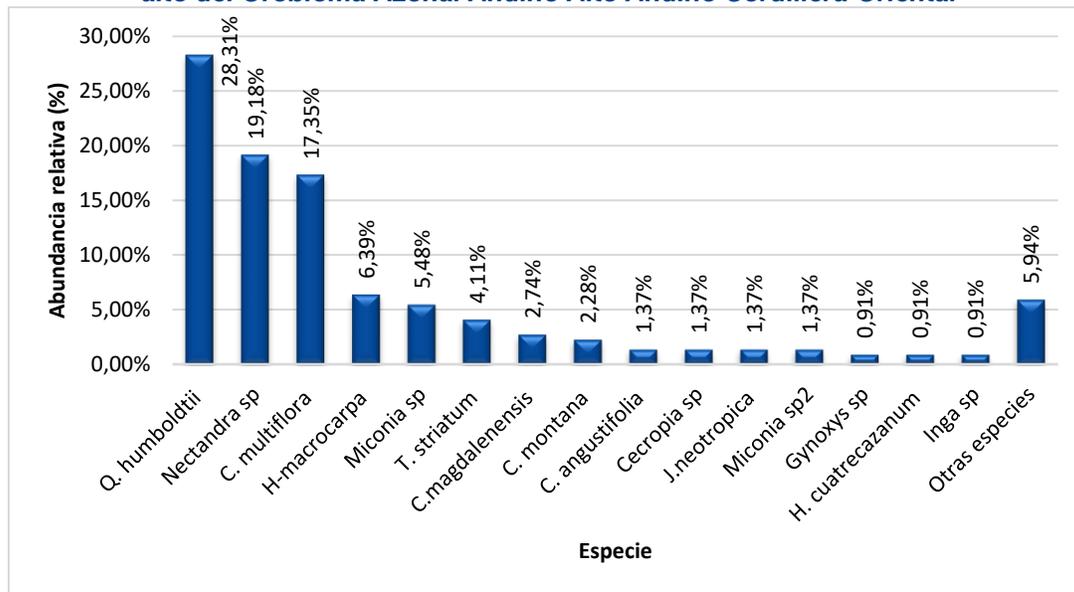
La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies y su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). En este sentido, la abundancia, frecuencia y dominancia relativa, de cada una de las especies presentes conforman el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Para analizar la estructura horizontal se empleó el IVI, el cociente de mezcla, la densidad y el grado de agregación de las especies encontradas en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

- ◇ Abundancia (AB%)

De acuerdo con la metodología planteada se encontró que en este ecosistema solo existen 27 especies, cuya abundancia se caracteriza por ser escasa. Por otro lado, la abundancia relativa indica que las especies *Quercus humboldtii* (28,31%), *Nectandra sp* (19,18%) y *Clusia multiflora* (17,35%) tienen una distribución más amplia dentro del ecosistema; probablemente en los primeros estadios de la sucesión jugaron un papel muy importante para la recuperación del Bosque, debido a que son especies de carácter heliófilo durable y presentes en zonas perturbadas (Figura 5-13).

Figura 5-13. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

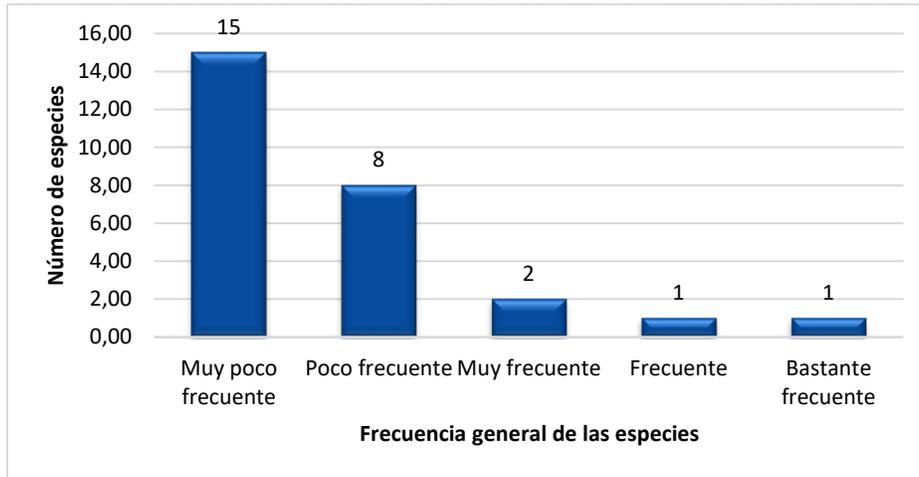
- ◇ Frecuencia (FR%)

En el ecosistema bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se encontró un total de 219 individuos pertenecientes a 27 especies. De acuerdo con la metodología planteada, se estimó la frecuencia relativa de las especies presentes en este ecosistema, en la categoría de muy poco frecuentes se encuentran 15 especies. Las siguientes dos categorías registraron un menor número de especies, donde ocho (8) de ellas son poco frecuentes y dos (2) son muy frecuentes. Por último, dentro de este análisis realizado, se

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

identificó que *H. macrocarpa* y *Miconia sp.* hacen parte de las categorías bastante frecuente y frecuente, respectivamente. (Figura 5-14).

Figura 5-14. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

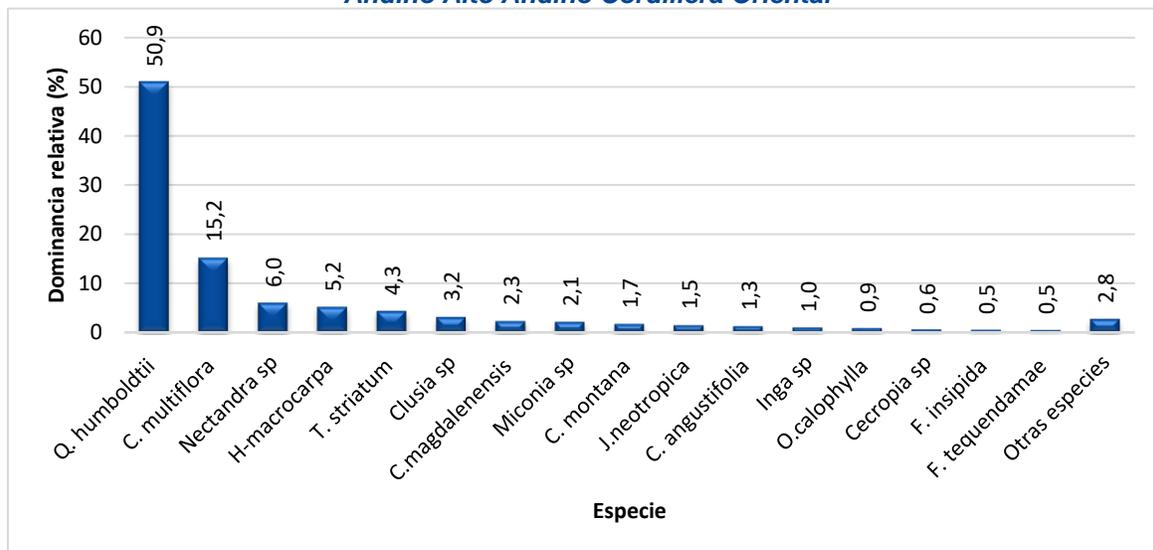


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Dominancia Relativa (DO%)

En la Figura 5-15 se observa la dominancia relativa por especies, siendo las principales: *Quercus humboldtii* con 50,9% (62 individuos) la más dominante, seguida de la especie *Clusia multiflora* con 15,2% (38 individuos), *Nectandra sp* con 6% (42 individuos) y *Hyeronima macrocarpa* con valores de 5,2% (14 individuos)

Figura 5-15. Distribución de Dominancia Relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Índice de valor de importancia (I.V.I)

De acuerdo con la Tabla 5-12 y la

Figura 5-16 se encontró que las especies de mayor importancia dentro del ecosistema fueron *Quercus humboldtii*, *Clusia multiflora* y *Nectandra sp* con un IVI de 92,6%, 44,2% y 30,2% respectivamente; las demás especies se encuentran entre los rangos de 2,2 % a 18,3% como se observa a continuación.

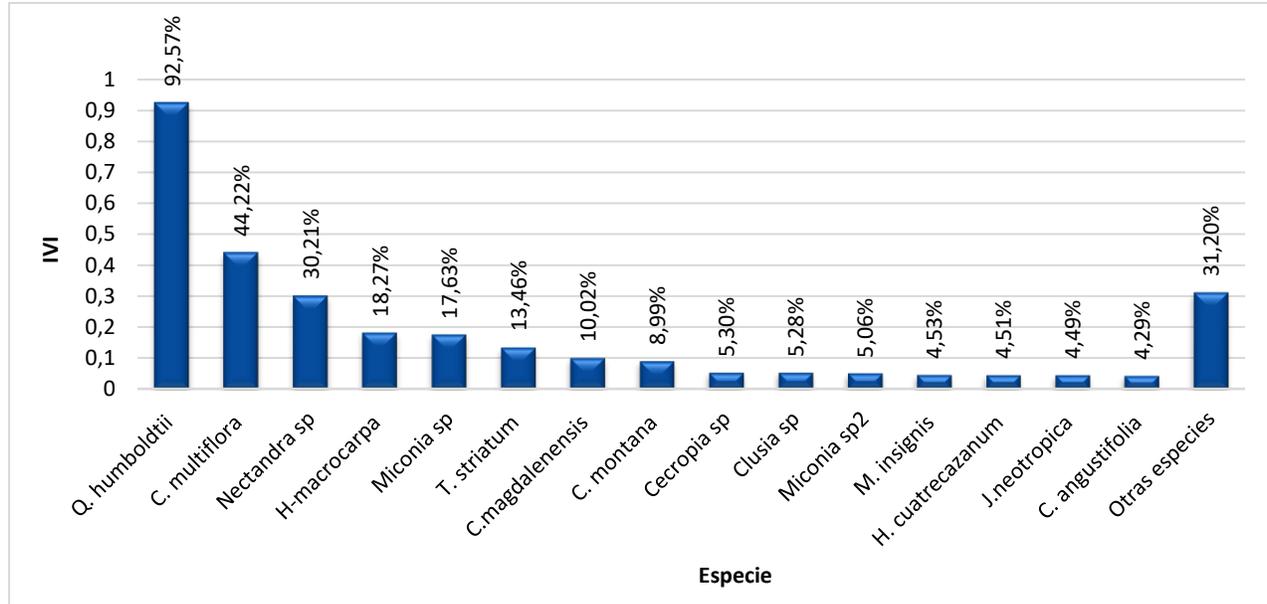
Tabla 5-12. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	NI	AB%	FR%	DM%	IVI (%)
<i>Quercus humboldtii</i> (Bonpl.)	62	28,31%	13,30%	50,92%	92,60%
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	38	17,35%	11,70%	15,20%	44,20%
<i>Nectandra sp</i>	42	19,18%	5,00%	6,03%	30,20%
<i>Hieronyma macrocarpa</i> (Müll.Arg.)	14	6,39%	6,70%	5,21%	18,30%
<i>Miconia sp</i>	12	5,48%	10,00%	2,15%	17,60%
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	9	4,11%	5,00%	4,35%	13,50%
<i>Croton magdalenensis</i> (Müll.Arg.)	6	2,74%	5,00%	2,28%	10,00%
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	5	2,28%	5,00%	1,71%	9,00%
<i>Cecropia sp</i>	3	1,37%	3,30%	0,59%	5,30%
<i>Clusia sp</i>	1	0,46%	1,70%	3,16%	5,30%
<i>Miconia sp2</i>	3	1,37%	3,30%	0,36%	5,10%
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> (Occhioni)	2	0,91%	3,30%	0,26%	4,50%
<i>Juglans neotropica</i> Dels	3	1,37%	1,70%	1,45%	4,50%
<i>Morus insignis</i> Bureau	2	0,91%	3,30%	0,28%	4,50%
<i>Cavendishia angustifolia</i> Mansf.	3	1,37%	1,70%	1,26%	4,30%
<i>Inga sp</i>	2	0,91%	1,70%	1,01%	3,60%
<i>Gynoxys sp</i>	2	0,91%	1,70%	0,39%	3,00%
<i>Ocotea calophylla</i> (Mez)	1	0,46%	1,70%	0,90%	3,00%
<i>Ficus insipida</i> (Willd)	1	0,46%	1,70%	0,52%	2,60%
<i>Ficus tequendamae</i> (Dugand)	1	0,46%	1,70%	0,50%	2,60%
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,46%	1,70%	0,37%	2,50%
<i>Spondias purpurea</i> (L)	1	0,46%	1,70%	0,39%	2,50%
<i>Aegiphila truncata</i> Moldenke	1	0,46%	1,70%	0,17%	2,30%
<i>Ficus sp</i>	1	0,46%	1,70%	0,14%	2,30%
<i>Myrcia sp</i>	1	0,46%	1,70%	0,19%	2,30%
<i>Cornutia odorata</i> Poepp. ex Schau	1	0,46%	1,70%	0,09%	2,20%
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.)	1	0,46%	1,70%	0,11%	2,20%

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-16. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Cociente de mezcla

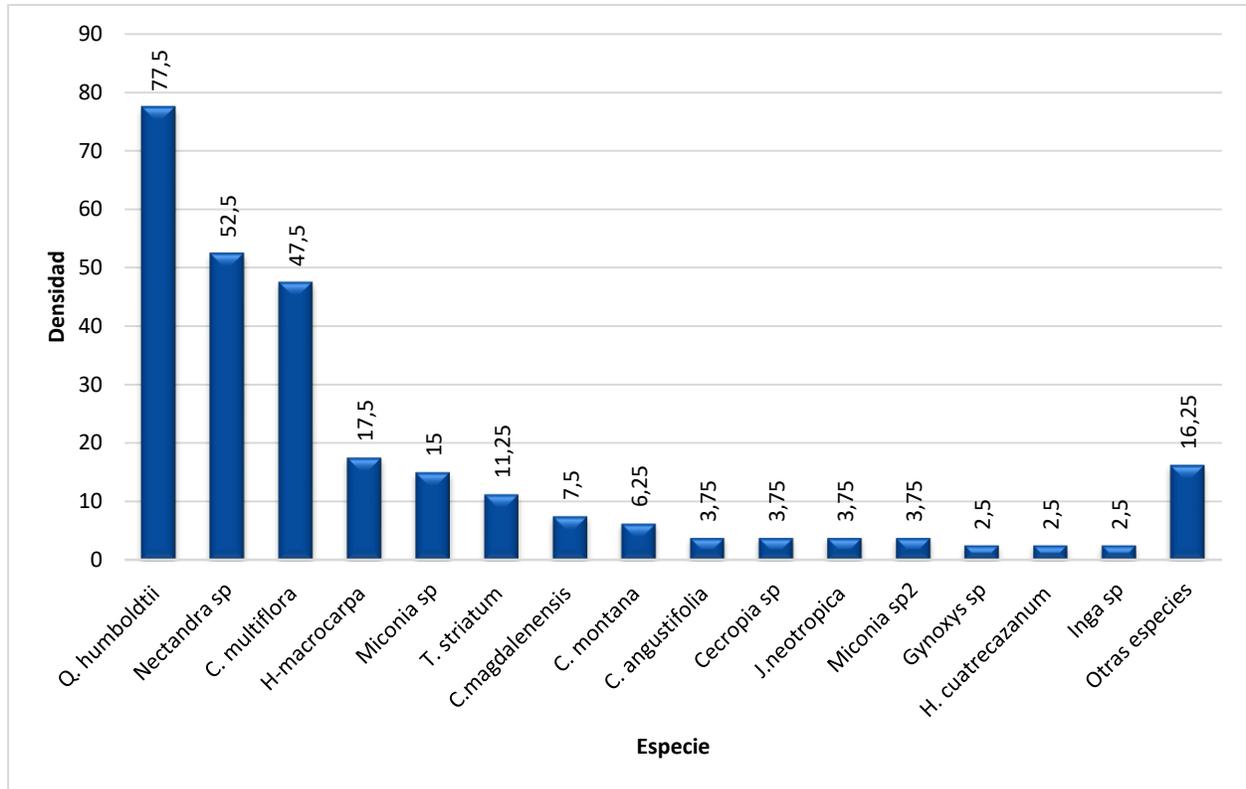
Este indicador representa la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. Para el ecosistema en análisis, este índice alcanzó un valor de 0,12 lo cual representa una relación 1:8 que indica una mezcla sumamente intensiva, ya que en promedio cada especie está representada tan solo por ocho (8) individuos, valor que es bajo con cierta proporción de mezcla con tendencia a ser heterogéneo.

◇ Densidad

La densidad de individuos calculada para el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 274 ind/ha. Este cálculo se determinó a partir del número de individuos por unidad de área. Dicho cálculo guarda una relación directa con la abundancia de individuos dentro del ecosistema. El comportamiento de la abundancia para el BDA se observa en la Figura 5-17, allí se aprecia que las especies con mayor número de individuos por hectárea son Quercus humboldtii y Nectandra sp.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-17. Densidad del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Grado de agregación

El grado de agregación de las especies determina la distribución espacial de las especies. (Hernández, et al., 2018), es decir, permite identificar aquellas especies que tienden a crecer formando aglomeraciones o grupos dentro de la unidad muestreada. Según el Ministerio de ambiente (2002), cuando el GA < 1, indica que la especie se encuentra dispersa, cuando el GA es >1 y <2 hay tendencia al agrupamiento y cuando el GA > 2, indica que las especies tienen una distribución agrupada. Este índice permitió determinar que, dentro de las 27 especies existentes en el ecosistema analizado, predominaron 13 especies que tienen una distribución dispersa (48,1%); con hábitos de tendencia al agrupamiento, se reportan 8 especies (29,6%) y finalmente, 6 especies indican tendencia a la distribución agrupada (22,2%) (Ver Tabla 5-13 y Figura 5-18).



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

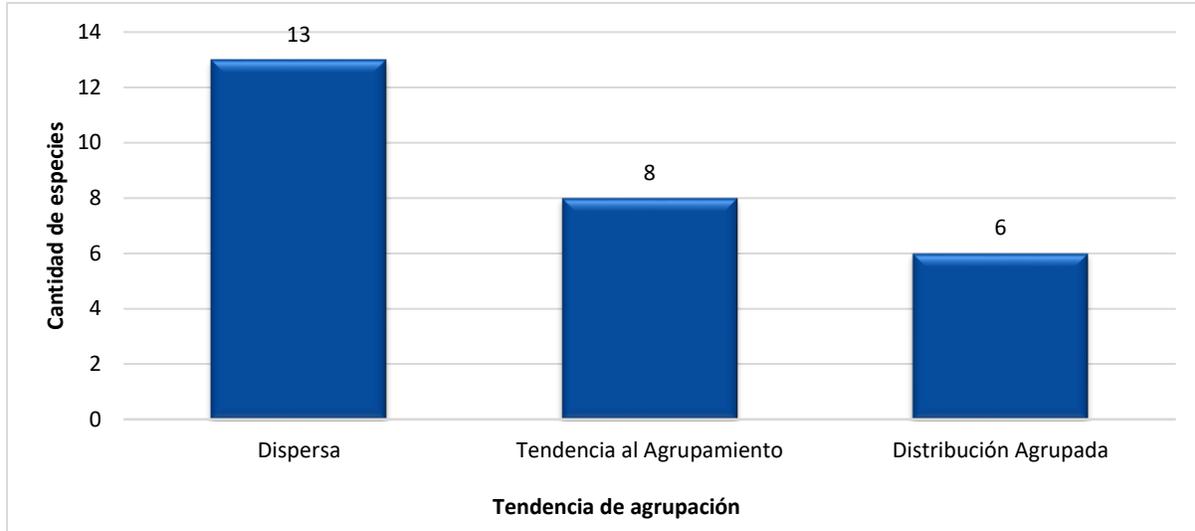
Tabla 5-13. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso alto del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	GA	INTERPRETACIÓN
<i>Ficus insipida</i> (Willd)	0,94	Dispersa
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	0,94	Dispersa
<i>Aegiphila truncata</i> Moldenke	0,94	Dispersa
<i>Clusia</i> sp	0,94	Dispersa
<i>Cornutia odorata</i> Poepp. ex Schau	0,94	Dispersa
<i>Ficus</i> sp	0,94	Dispersa
<i>Ficus tequendamae</i> (Dugand)	0,94	Dispersa
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> (Occhioni)	0,87	Dispersa
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.)	0,94	Dispersa
<i>Morus insignis</i> Bureau	0,87	Dispersa
<i>Myrcia</i> sp	0,94	Dispersa
<i>Ocotea calophylla</i> (Mez)	0,94	Dispersa
<i>Spondias puerpurea</i> (L)	0,94	Dispersa
<i>Cavendishia angustifolia</i> Mansf.	2,83	Distribución Agrupada
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	2,29	Distribución Agrupada
<i>Hieronyma macrocarpa</i> (Müll.Arg.)	2,53	Distribución Agrupada
<i>Juglans neotropica</i> Diels	2,83	Distribución Agrupada
<i>Nectandra</i> sp	11,21	Distribución Agrupada
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	2,4	Distribución Agrupada
<i>Cecropia</i> sp	1,31	Tendencia al Agrupamiento
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	1,33	Tendencia al Agrupamiento
<i>Croton magdalenensis</i> (Müll.Arg.)	1,6	Tendencia al Agrupamiento
<i>Gynoxys</i> sp	1,89	Tendencia al Agrupamiento
<i>Inga</i> sp	1,89	Tendencia al Agrupamiento
<i>Miconia</i> sp	1,09	Tendencia al Agrupamiento
<i>Miconia</i> sp2	1,31	Tendencia al Agrupamiento
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	1,12	Tendencia al Agrupamiento

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-18. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura vertical
- ◇ Estratificación vertical

El inventario forestal realizado a través de un muestreo estadístico en la cobertura Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, permite caracterizar y establecer tres (3) categorías de estrato de acuerdo con la altura total de los árboles.

Para este caso se encontró que el intervalo de clase de alturas con mayor número de individuos fue el superior, el cual agrupa los individuos con alturas superiores a 15 m, seguido por el estrato medio con individuos cuyas alturas zona mayores a 7 m hasta 15 m; finalmente el estrato inferior que no presenta individuos con alturas inferiores a 7 m (ver Tabla 5-14).

Tabla 5-14. Distribución de las clases altimétricas en el ecosistema Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

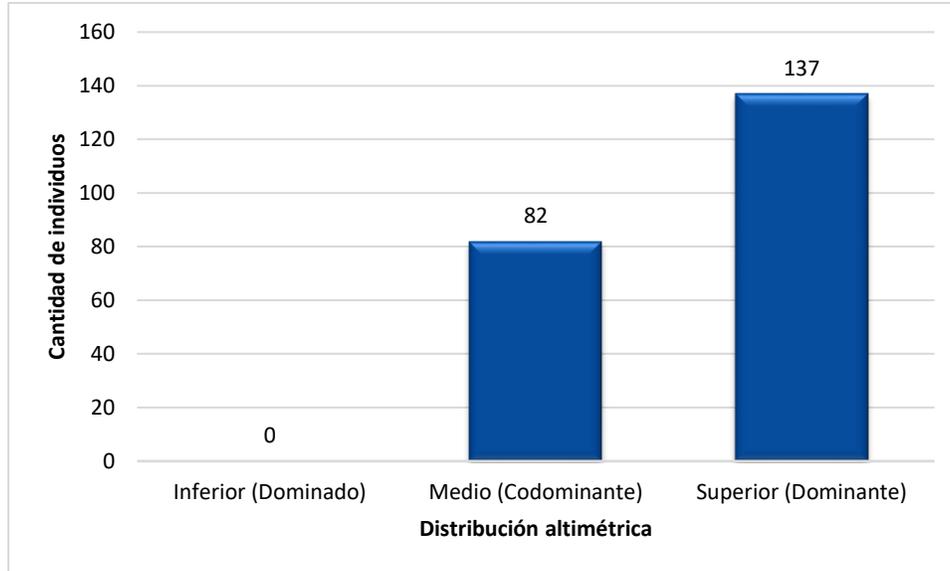
DISTRIBUCIÓN ALTIMÉTRICA	LÍMITE DE ALTURA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE
Inferior (Dominado)	≤ 7	0	0,0
Medio (Codominante)	> 7 m - ≤ 15	82	37,4
Superior (Dominante)	> 15 m	137	62,6
TOTAL		219	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

En esta cobertura, predominan los estratos medio y superior, donde la mayoría de los individuos presentan alturas superiores a los 15m, con una representación del 62,6%, dado por 137 individuos; seguido de 82 individuos que representan el 37,4%. Por último, el estrato inferior no reporta individuos (0%)(ver Figura 5-19).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-19. Distribución altimétrica del Bosque denso alto Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Distribución altimétrica por clases

El bosque denso alto presentó valores mínimos de 8 m y valores máximos de hasta 32 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-15. La clase altimétrica III es predominante considerando que reporta el mayor número de individuos (57); seguida de las clases II y IV, con 40 y 30 individuos respectivamente; mientras que las clases VIII y IX son las de menor abundancia con 7 y 9 individuos.

Tabla 5-15. Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

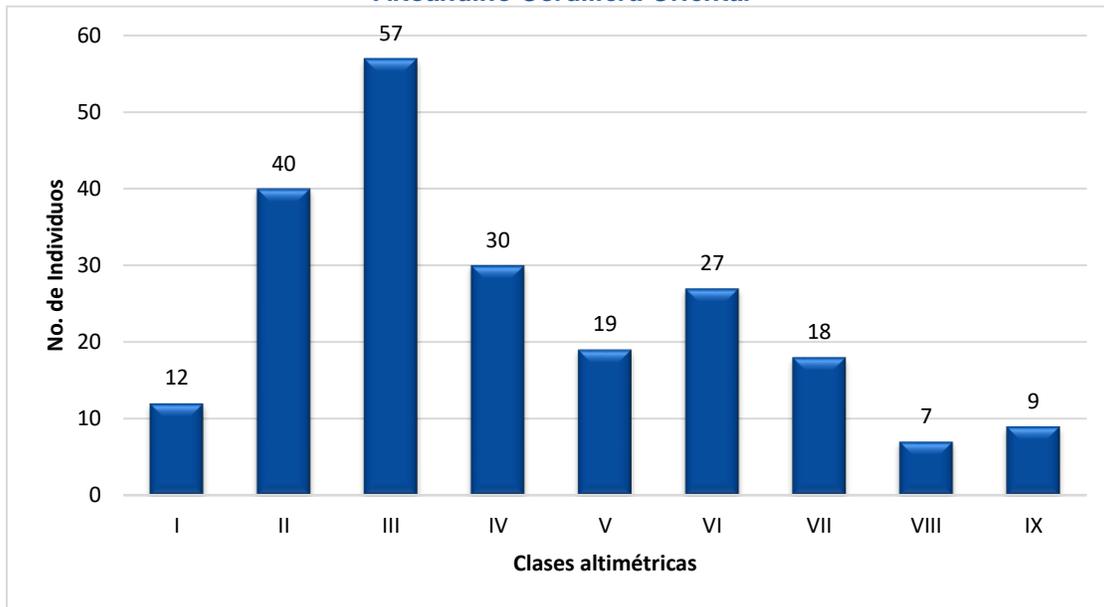
CLASE	INTERVALOS		No. IND	%
	MÍN	MÁX		
<i>I</i>	8,00	10,74	12	5,48
<i>II</i>	10,75	13,48	40	18,26
<i>III</i>	13,49	16,23	57	26,03
<i>IV</i>	16,24	18,98	30	13,70
<i>V</i>	18,99	21,72	19	8,68
<i>VI</i>	21,73	24,47	27	12,33
<i>VII</i>	24,48	27,22	18	8,22
<i>VIII</i>	27,23	29,96	7	3,20
<i>IX</i>	29,97	32,71	9	4,11
TOTAL			219	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

En la Figura 5-20 se puede observar que el Bosque denso evaluado, corresponde a una figura de tipo normal “irregular”, es decir, que presenta cierta deformación o “Skewnss” que deforma levemente una distribución normal o distribución Gaussiana (también llamada campana de Gauss), permitiendo inferir que esta cobertura tiene alto grado de intervención, puesto que en términos altimétricos no ha mantenido su estructura vertical en consecuencia a la presión antrópica. Lo anterior se expresa gráficamente con los picos que se observan en las clases III y IV.

Figura 5-20. Distribución altimétrica por clases en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

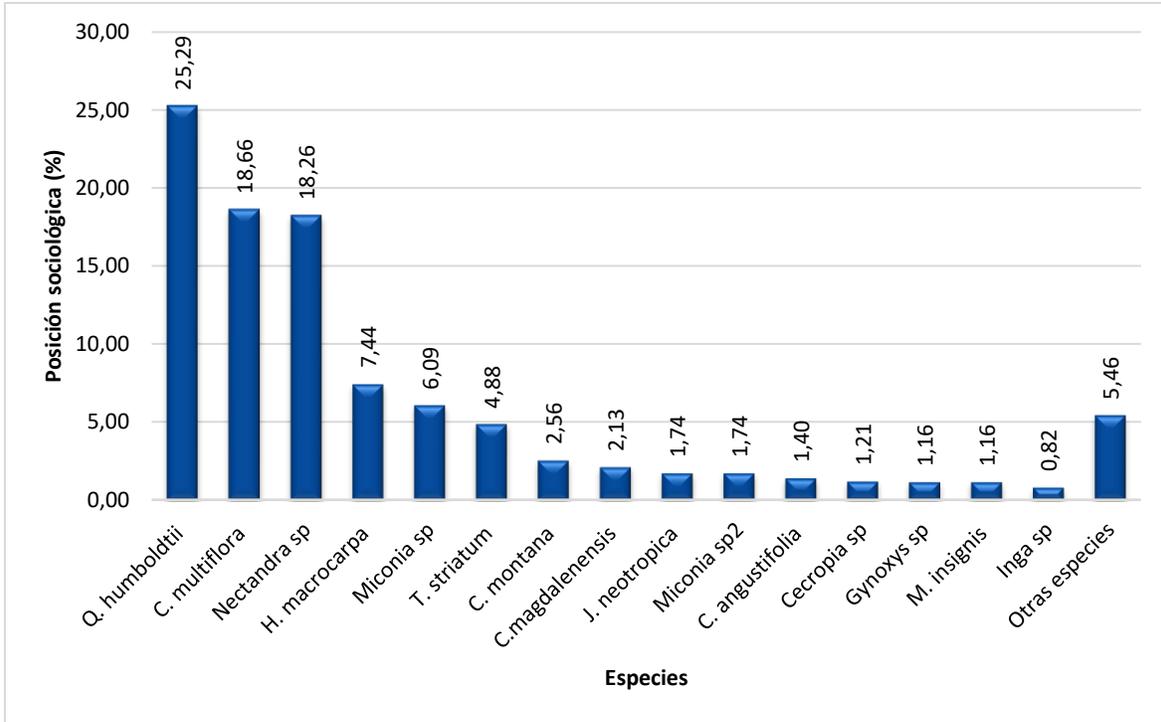
◇ Posición sociológica

La posición sociológica, indica el valor de importancia de las especies en los diferentes estratos que componen el bosque, especialmente si se trata de bosques irregulares y heterogéneos. La posición sociológica que ocupan las especies que integran la comunidad forestal, es uno de los parámetros de mayor peso fitosociológico, por cuanto designan el dinamismo y las tendencias de la comunidad estudiada y el inventario forestal permite caracterizar y establecer tres categorías de estrato.

En la Figura 5-21 se puede observar que las especies con mayor peso sociológico (PS%) son *Quercus humboldtii* (Roble) y *Clusia multiflora* (Gaque), con 25,29% y 18,66% respectivamente, por cuanto estas especies poseen individuos dentro de los tres (3) estratos definidos (Inferior, medio y superior). Por otro lado, también se puede apreciar que la sumatoria de las 10 especies más representativas es del 88,79%, y las especies restantes es de 11,21%. Lo anterior está relacionado con el Índice de Valor de Importancia, puesto que, aquellas especies que tiene predominio en el Bosque denso alto (altos valores en Abundancia, Dominancia y Frecuencia), también presentan los mayores valores en posición sociológica, sin embargo, no se identifican especies con valores amplios respecto a las demás, lo cual permite concluir que el bosque evaluado es heterogéneo tanto en diversidad como en estructura vertical.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-21. Posición sociológica para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Estructura Total o Distribuciones diamétricas

La diversidad de un bosque se caracteriza no solo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes para la práctica forestal son el diámetro a la altura del pecho y la altura. El análisis de la estructura diamétrica de este ecosistema identifica nueve (9) clases diamétricas (Ver Tabla 5-16).

Tabla 5-16. Estructura diamétrica del Bosque denso alto Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

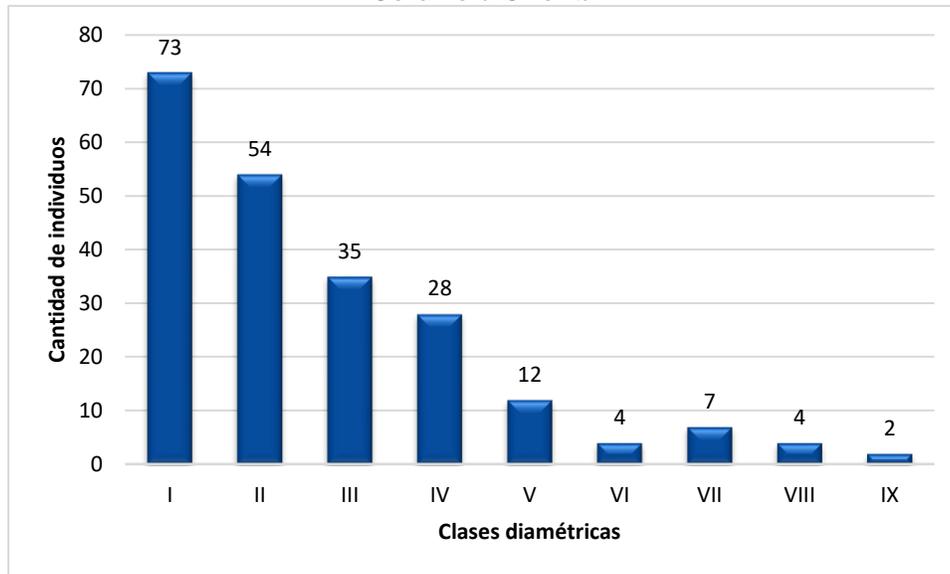
CLASE	INTERVALOS		No. IND	(%)
	MÍN	MÁX		
I	0,10	0,18	73	33,33
II	0,18	0,27	54	24,66
III	0,27	0,35	35	15,98
IV	0,35	0,43	28	12,79
V	0,43	0,52	12	5,48
VI	0,52	0,60	4	1,83
VII	0,60	0,68	7	3,20
VIII	0,68	0,76	4	1,83
IX	0,76	0,85	2	0,91
TOTAL			219	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Los resultados indican que el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental analizado, presenta una buena dinámica sucesional, ya que cuenta con una gran cantidad de individuos en sus estadios iniciales y va disminuyendo a medida que aumentan las clases diamétricas. Sin embargo, estadísticamente presenta una distribución en J invertida interrumpida en la clase VI (ver Figura 5-22).

Figura 5-22. Estructura diamétrica del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la Figura 5-22, se observa que la tendencia de los fustales asociados al ecosistema corresponde a J-invertida, la cual se obtiene en sitios que presentan un alto número de individuos presentes en las clases más pequeñas, en este caso las clases I y II recogen el 58% de los individuos inventariados, esto indica una edad temprana para el ecosistema y de procesos de regeneración activos; lo que implica que es un ecosistema tendiente a la heterogeneidad (Melo & Vargas , 2002), este resultado concuerda con lo encontrado en cálculo del cociente de mezcla.

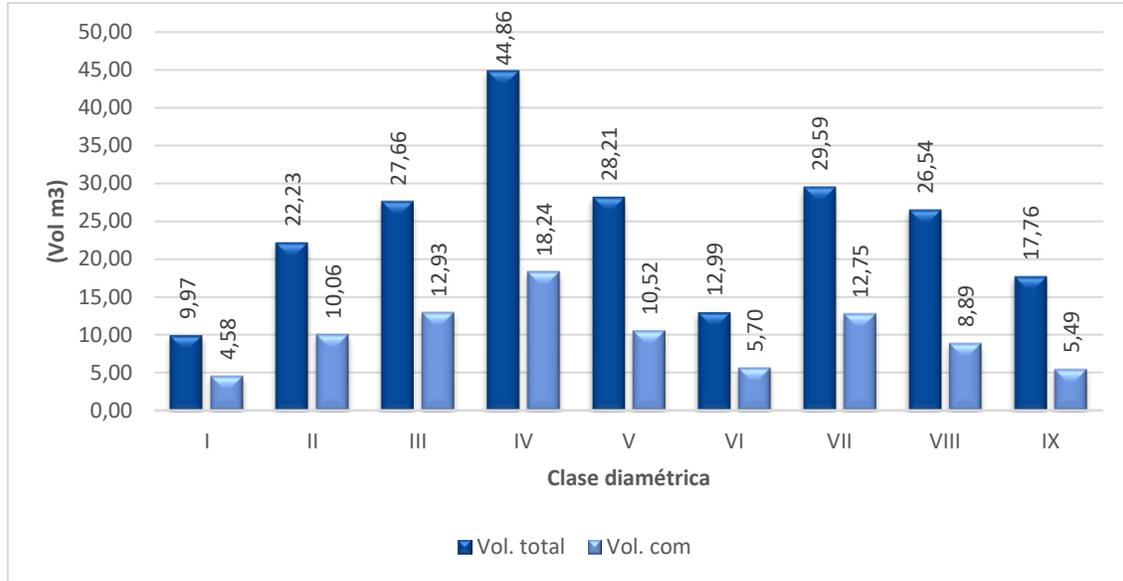
◇ Volumen por clase diamétrica

En la Figura 5-23 y Tabla 5-17 se presentan los volúmenes totales y comerciales cuantificados para cada una de las clases diamétricas establecidas para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

La distribución de volumen en las clases diamétricas de esta cobertura, evidenció una distribución con tendencia menos marcada que en la estructura diamétrica, al obtener valores significativos en las clases III, IV, V y VIII, este comportamiento está relacionado a un bosque con presencia de individuos en primeras etapas de estado sucesional y con pocos árboles muy maduros que aportan volúmenes altos en categorías diamétricas mayores, lo cual permite inferir, que el Bosque denso alto ha estado sujeto a procesos de intervención antrópica.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-23. Volúmenes por clase diamétrica en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Tabla 5-17. Volúmenes por especie en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

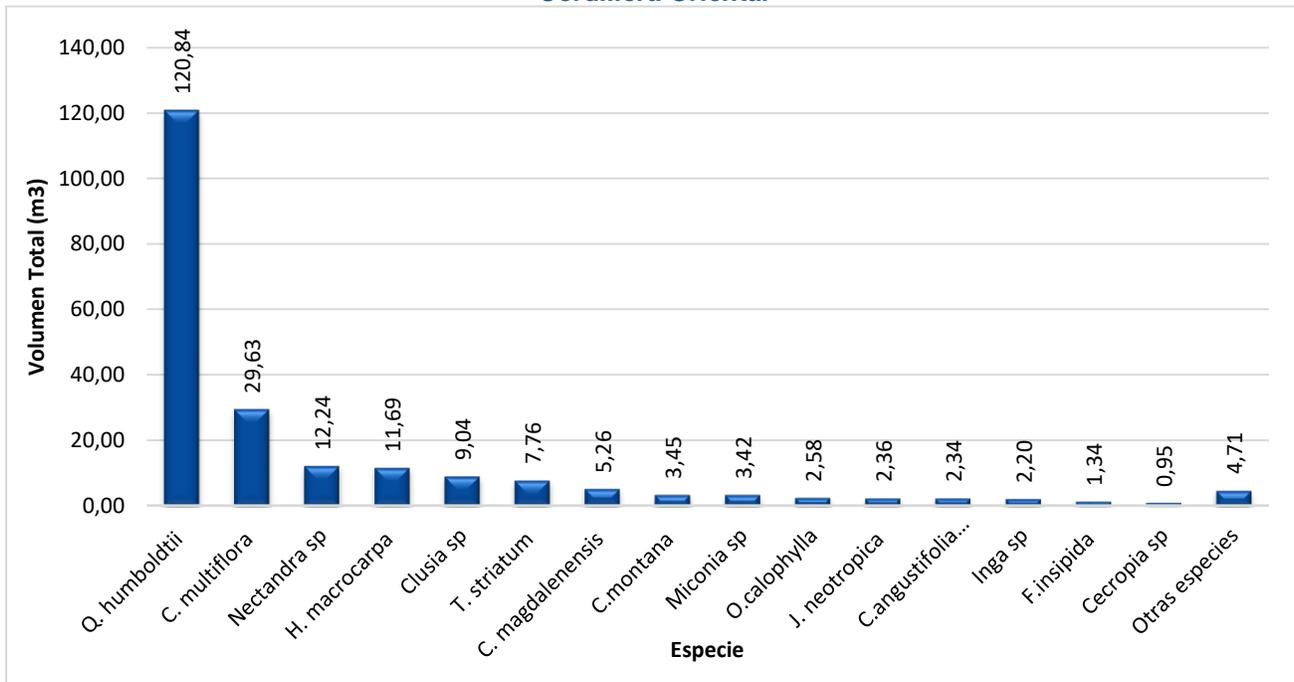
Especie	NA	VT (m3)	VC (m3)
<i>Quercus humboldtii</i> (Bonpl.)	62	120,84	47,09
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	38	29,63	12,44
<i>Nectandra</i> sp	42	12,24	5,46
<i>Hieronyma macrocarpa</i> (Müll.Arg.)	14	11,69	5,07
<i>Clusia</i> sp	1	9,04	3,55
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	9	7,76	3,16
<i>Croton magdalenensis</i> (Müll.Arg.)	6	5,26	2,85
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	5	3,45	1,26
<i>Miconia</i> sp	12	3,42	1,48
<i>Ocotea calophylla</i> (Mez)	1	2,58	0,92
<i>Juglans neotropica</i> Dels	3	2,36	1,06
<i>Cavendishia angustifolia</i> Mansf.	3	2,34	0,82
<i>Inga</i> sp	2	2,20	0,76
<i>Ficus insipida</i> (Willd)	1	1,34	0,38
<i>Cecropia</i> sp	3	0,95	0,63
<i>Ficus tequendamae</i> (Dugand)	1	0,91	0,35
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,61	0,34
<i>Gynoxys</i> sp	2	0,59	0,41
<i>Miconia</i> sp2	3	0,57	0,20
<i>Spondias purpurea</i> (L)	1	0,43	0,24
<i>Morus insignis</i> Bureau	2	0,39	0,14
<i>Hedyosmum cuatrecazanum</i> (Occhioni)	2	0,33	0,12
<i>Ficus</i> sp	1	0,23	0,16
<i>Aegiphila truncata</i> Moldenke	1	0,21	0,09
<i>Myrcia</i> sp	1	0,18	0,12
<i>Cornutia odorata</i> Poepp. ex Schau	1	0,13	0,02
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.)	1	0,13	0,07
TOTAL	219	219,81	89,17

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Para esta cobertura se obtuvo un volumen total de 219.81 m³ y 89,17 m³ de volumen comercial; el volumen total promedio por hectárea es de 274,77 m³/ha. Con relación al aporte de volumen por especie, la de mayor representación es *Quercus humboldtii*, con 120,84 m³ debido a que reportó individuos de gran porte, tanto en altura como en DAP; seguidamente aparecen, *Clusia multiflora*, *Nectandra sp* y *Hieronyma macrocarpa*, con volúmenes totales de 29,63 m³, 12,24 m³ y 11,69 m³ respectivamente; las demás especies aportan volúmenes que oscilan entre 0,13 m³ y 9,04 m³. (Figura 5-24).

Figura 5-24. Volúmenes por especie en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Índices Alfa-diversidad en para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La importancia del análisis de diversidad en coberturas boscosas radica en que se pueden reconocer las zonas de alta biodiversidad o 'hot spot'. Los resultados de los diferentes índices utilizados para la caracterización del Bosque denso alto se pueden observar en la

Tabla 5-18.

Las medidas de este nivel de diversidad, se puede dividir en dos categorías: Índices de riqueza de especies (Margalef y Menhinick) e Índices basados en la abundancia relativa de especies (Shannon, Simpson y Berger Parker).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-18. Índices alfa-diversidad para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ÍNDICE	TIPO	VALOR
Índice de Margalef (Dmg)	Riqueza específica	4,82
Índice de Menhinick (Dmn)	Riqueza específica	1,82
Índice de Berger Parker (B)	Abundancia	0,29
Índice de Shannon (H')	Abundancia	2,31
Índice de Simpson (D)	Abundancia	0,84

Fuente: SMAYD LTDA., 2022

◇ Índices de riqueza de especies

Son esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como una medida de densidad, es decir, número de especies por unidad de área específica de colección.

Estos índices de diversidad se calculan como una combinación entre el número de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N) y a estos pertenecen Margalef y Menhinick.

Estos índices, intentan medir la diversidad en función de la densidad, es decir, el número de especies/ha y de acuerdo a los resultados descritos en la

Tabla 5-18, se observa que la riqueza de especies determinada a través de Margalef y Menhinick, es relativamente alta para la zona.

◇ Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa y de acuerdo al resultado contenido en la



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-18, se puede concluir lo siguiente:

El valor de Berger & Parker varía entre 0 y 1, cuando se acerca más a 1 existe mayor dominancia y es menor la diversidad. De acuerdo al resultado obtenido de 0,29, se considera alta en diversidad el ecosistema.

El valor normal de Shannon está entre 2 a 3 y cuando es menor a 2, se considera bajo en diversidad y cuando es mayor a 3, son altos en diversidad de especies. De acuerdo al resultado obtenido de 2.31, se puede inferir que el bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta una diversidad de especies relativamente alta.

En relación con el índice Simpson, es un indicador de dominancia más que de diversidad y su inverso es un buen indicador de diversidad de hábitat. El valor de 0,84 reportado, por ser cercano a 1, indica mayor dominancia en este ecosistema.

- Análisis de Regeneración natural

La caracterización de la vegetación según la fisonomía, se basa en la arquitectura común de la vegetación, constituida a partir de la configuración espacial en sentido horizontal y vertical de sus diferentes componentes (Rangel & Velásquez, 1997). Para el análisis de la regeneración natural debido a su posición sociológica en el bosque, se usa el Índice de regeneración natural (%RG), el cual determina la importancia de una especie en las categorías de tamaño inferiores (renuevos, brinzales y latizales). Las variables en este índice son la abundancia relativa, frecuencia relativa y categorías de tamaño (Cantillo, 2001).

- ◇ Composición florística

En la Tabla 5-19 se presenta la composición florística de la regeneración natural para el Bosque denso alto, registrándose 100 individuos distribuidos en las diferentes categorías de tamaño definidas, las cuales se agrupan en 9 especies y 9 familias.

Tabla 5-19. Composición florística de regeneración natural del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR CATEGORÍA			TOTAL
			R	B	L	
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	Pedro Hernández	1	2	5	8
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	Gaque	2	3	16	21
Euphorbiaceae	<i>Croton magdalenensis</i> (Müll.Arg.)	Sangregado	1		5	6
Fabaceae	<i>Inga</i> sp	Guamo			2	2
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> (Bonpl.)	Roble	3	1	18	22
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp	Amarillo	2	2	9	13
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp	Tuno	7	5	7	19
Metteniusaceae	<i>Calatola costaricensis</i> standl	Chulo			1	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i> (Müll.Arg.)	Chuguacá		3	5	8
TOTAL			16	16	68	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de los individuos por categoría corresponde a: 16 renuevos que representan el 16%, los brinzales inventariados fueron 16 que corresponden al 16% y los latizales con 68 individuos, que corresponden al 68%. La

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

familia con mayor representación en número de individuos (abundancia) en las tres (3) categorías, corresponden a la familia *Fagaceae* con 22 individuos.

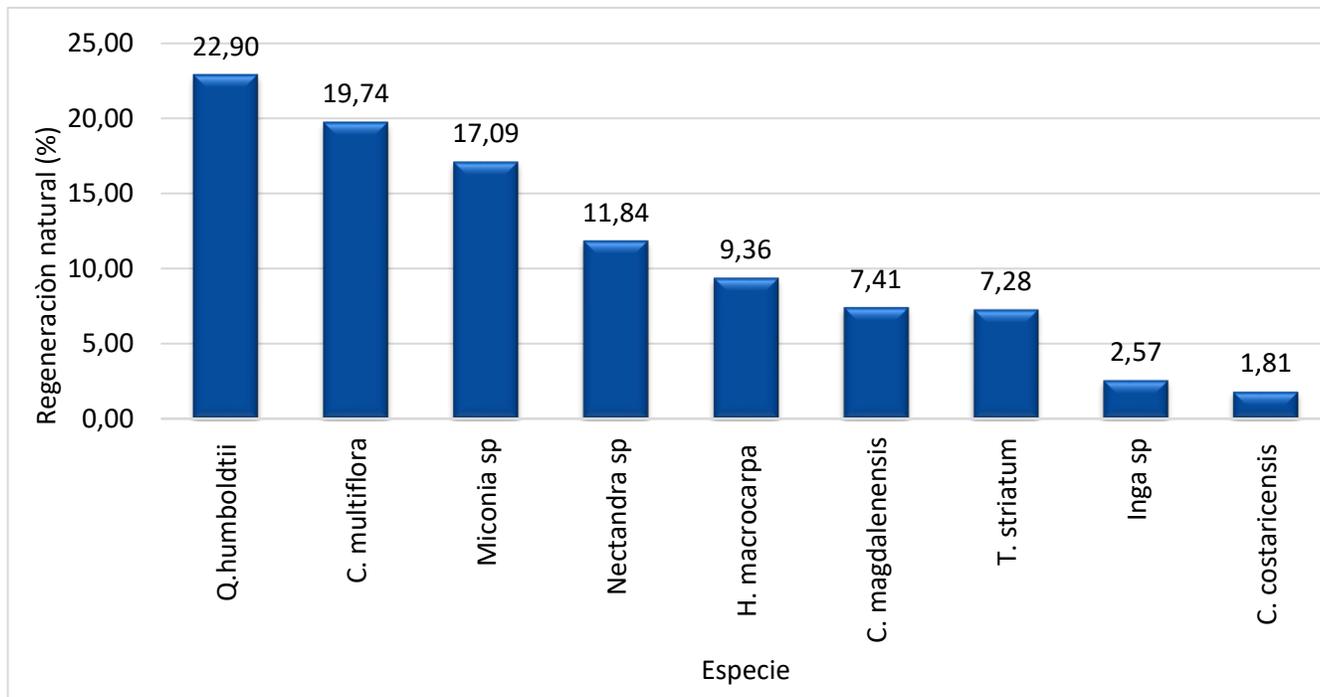
En relación con las especies, *Quercus humboldtii* de la familia *Fagaceae*, presenta la mayor abundancia para la regeneración natural; le sigue la especie *Clusia multiflora* con 21 individuos y la familia *Melastomataceae* con 19 individuos reportados en las tres categorías.

◇ Análisis de la regeneración natural del Bosque denso alto

En la Figura 5-25, se presenta la distribución de la regeneración natural relativa en el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera Oriental.

Las especies con mayor porcentaje de regeneración natural en la cobertura analizada son *Quercus humboldtii* (Roble), *Clusia multiflora* (Gaque) y *Miconia sp* (Tuno), con porcentajes de 22,90%, 19,74% y 17,09% respectivamente, estos valores se deben principalmente a las abundancias y frecuencias que presentan, producto de su presencia en la mayoría de unidades de muestreo. Las demás especies suman el 40,58%, con porcentajes que varían entre el 1,81% y 11,84%.

Figura 5-25. Regeneración natural relativa del Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Índice de Importancia Ecológica Ampliado (IVIA)

El IVI analiza solo la estructura horizontal y no refleja la heterogeneidad e irregularidad que puede existir entre los estratos. Para complementar los análisis de la estructura horizontal y vertical, se cuantifica para cada especie



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

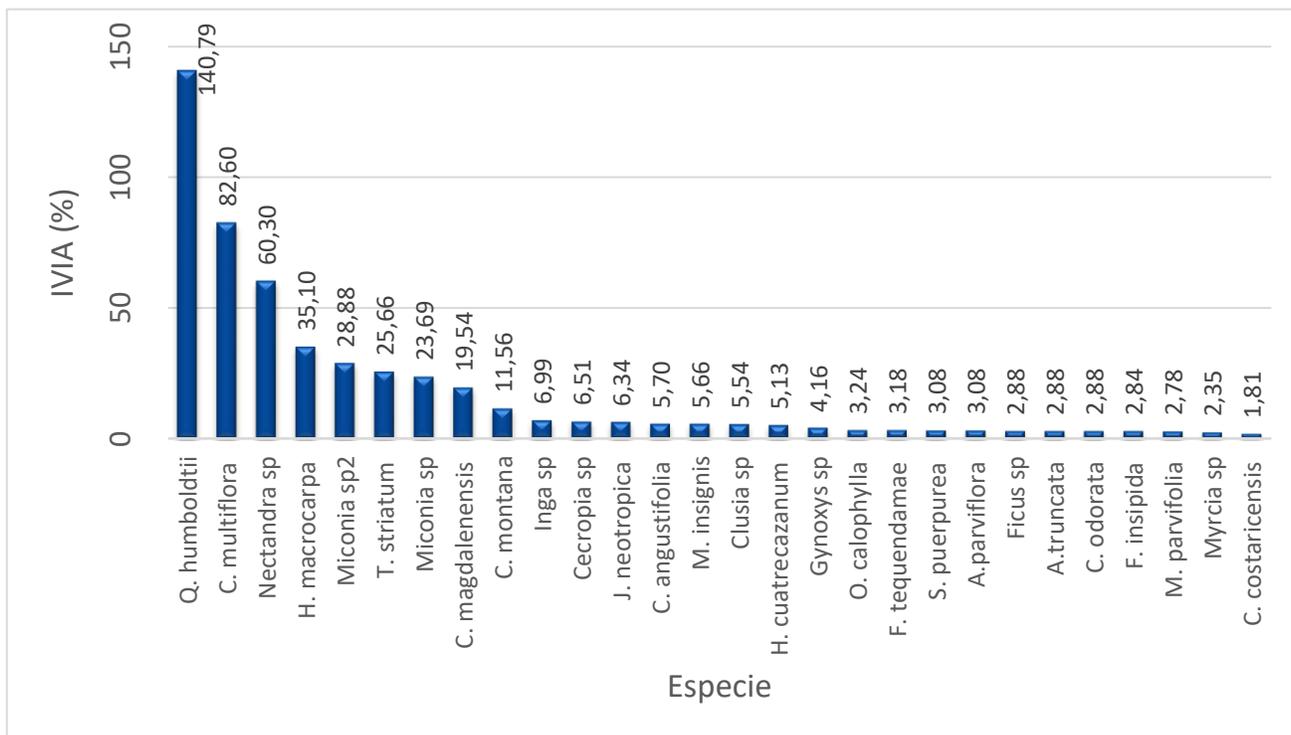
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

un nuevo índice, denominado Índice de Valor de Importancia Ampliado que reúne los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de la regeneración natural. De esta manera la importancia fitosociológica de cada especie queda mejor explicada.

El índice corresponde a la sumatoria de PS% (Posición sociológica), IVI% (Índice de valor de importancia) y la regeneración natural relativa (RN%), con el fin de complementar los análisis de la estructura del bosque evaluado, analizando en conjunto los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de regeneración natural.

En la Figura 5-26 se puede observar la distribución del IVIA, reportado dentro de la cobertura evaluada, evidenciándose que *Quercus humboldtii* (Roble) y *Clusia multiflora* (Gaque), con valores de 140,79% y 82,60% respectivamente, son las de mayor importancia fitosociológica en la cobertura bosque denso alto. La primera especie se muestra como la más importante, debido a que posee la mayor representación en regeneración natural, posición sociológica e Índice de Valor de Importancia. Estos resultados nos indican que estas especies tienen asegurada su permanencia en el bosque, gracias a que han encontrado buenas condiciones de luz solar; la especie *Nectandra sp* presenta un valor representativo a nivel del IVI%, PS% y RN% (tercer lugar), la especie *H. macrocarpa* es la cuarta especie de mayor peso ecológico, posición sociológica y regeneración natural presenta un valor importante al ser especie nativa.

Figura 5-26. Distribución del IVIA para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Otras especies importantes son *Toxicodendron striatum* (Pedro hernández) y *Croton magdalenensis* (Sangregado), con valores significativos en la regeneración natural, estas especies también obtuvieron valores significativos en la estructura horizontal del bosque, lo cual permite inferir que tienen un buen potencial de regeneración natural.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Por último, es importante resaltar que, si bien existen algunas especies de mayor peso ecológico, no se encuentra determinada una diferencia significativa en los diferentes índices analizados, en consecuencia, se puede inferir que en el Bosque denso alto existe una buena diversidad florística, pese a las intervenciones antrópicas a las que está expuesto. Así mismo, es de tener en cuenta el descrito por Lamprecht (1990), cuando manifiesta que la abundancia de plántulas no significa el establecimiento definitivo de la regeneración, la cual desaparece generalmente por la carencia de luz y otros factores edafológicos y climáticos.

- Análisis sucesional

De acuerdo con Gallegos et al (2008), los grupos ecológicos permiten en cualquier bosque, reconocer y clasificar especies que poseen características biológicas y ecológicas afines y son conjuntos de individuos que utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en forma similar. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

El término gremio se define como un grupo de especies que explota la misma clase de recursos del medioambiente de una manera similar. El gremio agrupa especies que solapan significativamente en sus requerimientos de nicho, sin considerar la posición taxonómica.

En el Bosque denso alto, gran parte de las especies hacen parte de las esciófitas parciales, las cuales requieren de sombra en sus estadios iniciales, pero requieren de luz para pasar a la etapa final de desarrollo, dentro de estas especies se destacan Quercus humboldtii, Nectandra sp, Clusia multiflora entre otras.

También se identificó un considerable número de especies que hacen parte de las heliófitas durables, las cuales han colonizado áreas abiertas, conformando bosques secundarios maduros. De otra parte, en las categorías inferiores y en claros del bosque, se identificaron especies heliófilas efímeras, que han aprovechado los claros generados por intervenciones antrópicas o por procesos naturales, dado a que estas cuentan con diversos mecanismos de dispersión. Lo expresado anteriormente coincide con lo señalado por Hartshorn (1980) citado por Sánchez et al (2007), quien considera que, por lo general las heliófitas durables se establecen bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros, para que la luz llegue al piso en la selva a fin de favorecer su crecimiento, por lo que su abundancia en la selva madura es común y algunas de ellas llegan a ser dominantes en esta fase, pudiendo alcanzar la edad reproductiva aproximadamente entre los 5 y 15 años, su fructificación es anual y el tamaño de la semilla es de pequeño a mediano.

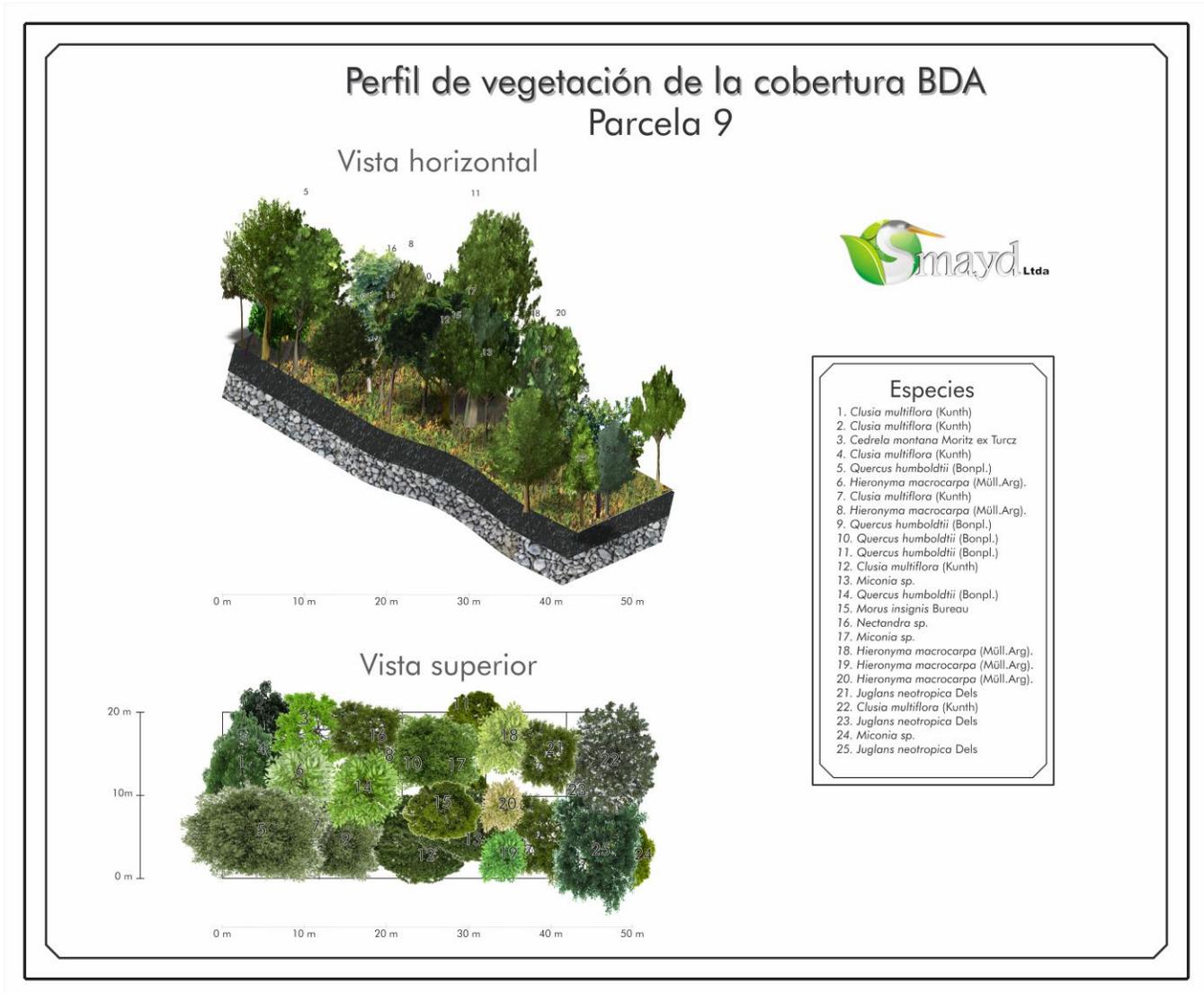
- Perfil de vegetación

En la Figura 5-27, se presenta el perfil de vegetación para la cobertura de Bosque Denso Alto Andino donde se observa la distribución de individuos vertical y horizontalmente para una de las parcelas propuestas.

Las especies dominantes son Roble (Quercus humboldtii), Amarillo (Nectandra sp) y Gaque (Clusia multiflora), las cuales fueron las que presentaron mayor valor de IVI y las más frecuentes en toda la zona, adicionalmente las copas se entrecruzan y se sobrepone formando condiciones en el bosque relacionadas con humedad y sombrío, que permiten el crecimiento de especies propias del sotobosque.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-27. Perfil de la vegetación de Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental
 - Muestreo estadístico - Inventario forestal

Se realizó la ejecución de los muestreos forestales, implementando el método matemático y técnicas apropiadas definidos para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de realizar la caracterización florística y evaluar su composición y estructura.

En la fase de campo, con las primeras seis (6) parcelas muestreadas se realizó un premuestreo, con el objeto de conocer la variabilidad del ecosistema y efectuar análisis estadístico para conocer el posible número de unidades de muestreo a implementar, de manera que se cumpliera con el error de muestreo establecido en los términos de referencia. Los principales estadígrafos utilizados se presentan en la Tabla 5-20, obteniendo como resultado que para esta cobertura se requería el levantamiento de ocho (8) parcelas para lograr un error de muestreo igual o menor al 15%.

Tabla 5-20. Estadígrafos de premuestreo para Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,60
Media Aritmética (Y)	5,57
Desviación Estándar (S)	0,82
Error Estándar (Sy)	0,33
T de Student	2,571
Coefficiente de Variación (CV)%	14,69
Error absoluto	0,86
Error relativo	15,42%
Número de parcelas premuestreo	6
Número de parcelas requeridas	8

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó control estadístico tal como lo expone el CATIE (2002). En la Tabla 5-21 se pueden observar los diferentes estadígrafos obtenidos para el Bosque denso bajo en la etapa de muestreo, donde se utilizaron las 6 parcelas del premuestreo y se adicionaron dos parcelas, para que el error de muestreo (con el 95% de probabilidad) esté dentro de lo permitido en los términos de referencia TdR 17, para este caso el error de muestreo fue de 13,25%.

Tabla 5-21. Estadígrafos de muestreo para Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,80
Media Aritmética (Y)	5,40
Desviación Estándar (S)	0,86
Error Estándar (Sy)	0,30
T de Student	2,365
Coefficiente de Variación (CV)%	15,85
Error absoluto	0,72
Error relativo	13,25%
Parcelas muestreadas	8

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

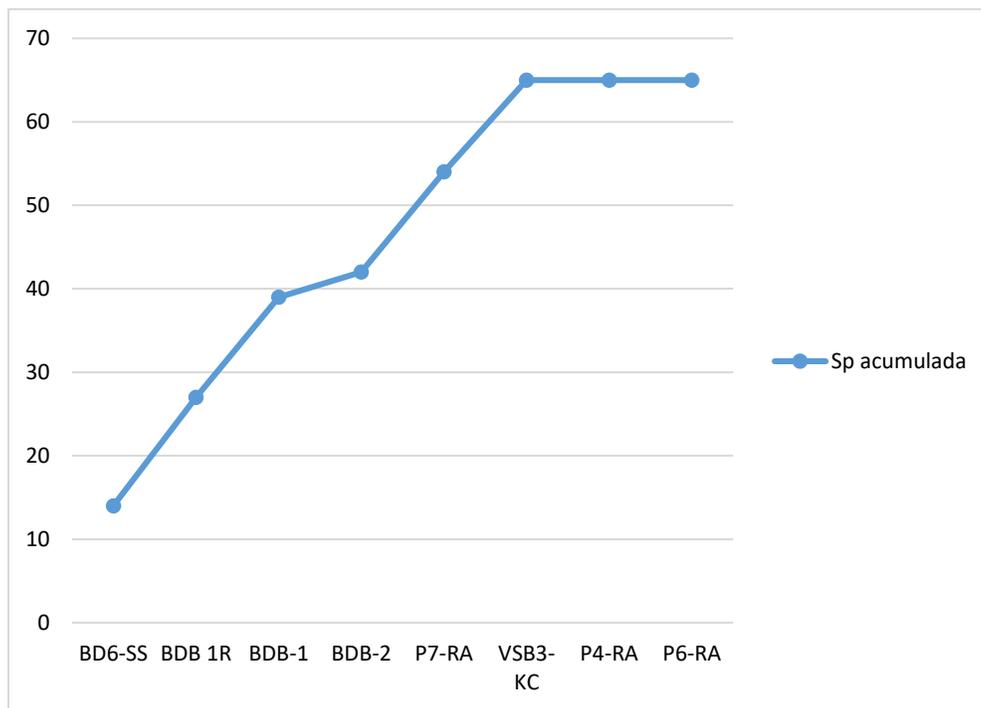
- Curva de acumulación de especies Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La relación entre el número de especies y el área muestreada, puede ser graficada, dando como resultado la llamada curva de especies/área. El área mínima, es el área muestreada a la cual el fuerte incremento inicial de la curva llega a ser casi horizontal. Se supone que el número de muestras (tamaño de la muestra) es adecuado cuando este excede un poco al correspondiente al punto en el cual la curva se endereza en forma acusada (Caín, 1959).

Teniendo en cuenta lo mencionado, la Figura 5-28 permite visualizar la representatividad del muestreo (esfuerzo) y cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo.

Como se mencionó, la curva de acumulación de especies nos permite corroborar la representatividad del muestreo calculado a través del método matemático, esto quiere decir que con las ocho (8) parcelas, el tamaño de la muestra es adecuado y el proceso para el cálculo del error de muestreo calculado es válido estadísticamente.

Figura 5-28. Curva de acumulación de especies estimadas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Composición florística

La composición florística de los bosques está determinada principalmente por las interacciones que se presentan en el medio. Dichas interacciones, están influenciadas por las condiciones ambientales de la zona (precipitación, temperatura, humedad, etc.), sus componentes físicos, (geología, suelo, posición geográfica, etc.), y la ecología de sus especies (CATIE, 2001). En la cobertura Bosque denso bajo (BDB), se inventariaron 366 individuos de tamaño fustal, los cuales se encuentran distribuidos en 51 especies taxonómicas y 31 familias botánicas, como se observa en la Tabla 5-22.

Tabla 5-22. Composición florística del Bosque denso bajo del Oroboma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NA	%
Apocynaceae	<i>Forsteronia</i> sp.	Sanjuanera	1	0,27
Aquifoliaceae	<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	Palo blanco	10	2,73
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.	Mano de oso	8	2,19
Asteraceae	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Amarguero amarillo	3	0,82
	<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	Amargo	7	1,91
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	10	2,73
Boraginaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	Guásimo	1	0,27
	<i>Tournefortia scacrida</i> Kunth.	Viravira	3	0,82
Capparaceae	<i>Capparidastrum</i> sp.	Naranjito	1	0,27
Celastraceae	<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	Mayton	4	1,09
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	Gaque	4	1,09
Cordiaceae	<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & Pav.	Salvio	1	0,27
Cunoniaceae	<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav.	Encenillo 1	1	0,27
	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo	110	30,05
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Raque	6	1,64
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	Uvo	6	1,64
Lamiaceae	<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	Salvia blanca	13	3,55
Lauraceae	<i>Aiouea</i> sp.	Yema de huevo	2	0,55
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Tagua	10	2,73
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Olivo	4	1,09
Myrtaceae	<i>Eugenia foliosa</i> (Kunth) DC.	Arrayán 7	1	0,27
	<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	Arrayán 3	1	0,27
	<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	Arrayán 5	1	0,27
	<i>Myrcia popayanensis</i> Hierón.	Arrayán 4	1	0,27
	<i>Myrcia</i> sp.	Arrayán	2	0,55
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	Arrayán 1	13	3,55
	<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo	Arrayán 6	4	1,09
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	Arrayán negro	8	2,19
Phyllanthaceae	<i>Myrcianthes</i> Sp.	Arrayán sp 4	6	1,64
	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	Chuguacá	4	1,09
Piperaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	Cedrillo	4	1,09
	<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Cordoncillo	11	3,01
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Espadero	17	4,64
Rhamnaceae	<i>Frangula sphaerosperma</i> (sueco) Kartesz y Gandhi	Ojo de perdiz	12	3,28
	<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	Ojo de perdiz	3	0,82
Rosaceae	<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	Mortiño	5	1,37
	<i>Prunus</i> sp.	Prunus	5	1,37
Rubiaceae	<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	Tinto	2	0,55
	<i>Randia aculeata</i> L.	Espino 1	1	0,27
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	Tachuelo	2	0,55

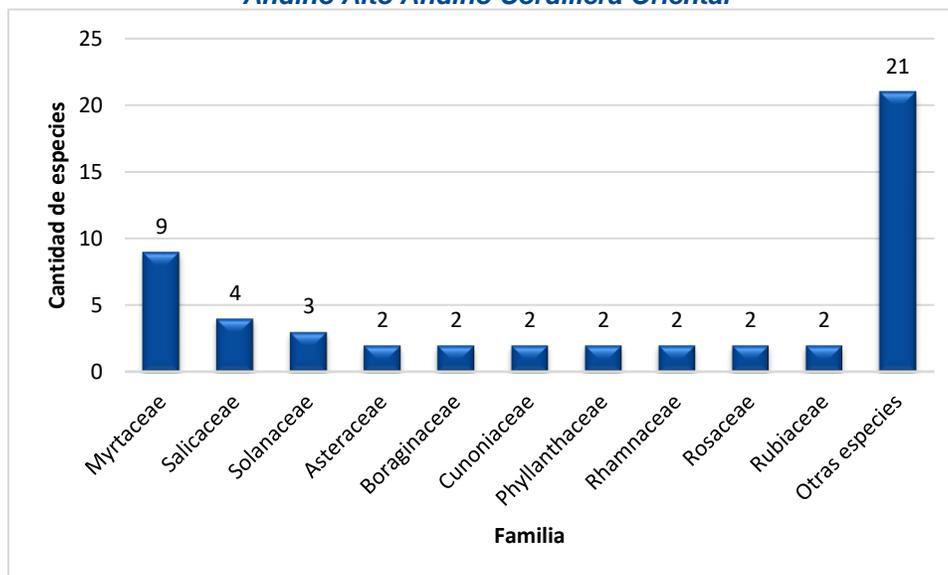
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NA	%
Salicaceae	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	Chirlobirto	1	0,27
	<i>Casearia</i> sp.	Casearia	1	0,27
	<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	Espino	1	0,27
	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	corono	16	4,37
Solanaceae	<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	Uvito	1	0,27
	<i>Solanum arboreum</i> Dunal	Juanajuana negra	12	3,28
	<i>Solanum</i> sp.	Solanum	7	1,91
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	Rodillón	2	0,55
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	Mote	1	0,27
Verbenaceae	<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	Cajeto	14	3,82
Viburnaceae	<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	Garrocho	2	0,54
TOTAL			366	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-29 se presentan las 10 familias con mayor número de especies en la cobertura evaluada, dentro de las que se destacan Myrtaceae (9), Salicaceae (4), Solanaceae (3), continúa la familia Asteraceae, Boraginaceae, Cunoniaceae, Phyllanthaceae, Rhamnaceae, Rosaceae y Rubiaceae, con dos (2) especies cada una, y las otras 21 familias con una (1) especie. Estos resultados indican que, en este tipo de bosque en el área de estudio, no se presentan familias muy diversificadas, por lo tanto, hay una equitatividad similar en cuanto a su abundancia.

Figura 5-29. Distribución de especies por familia en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

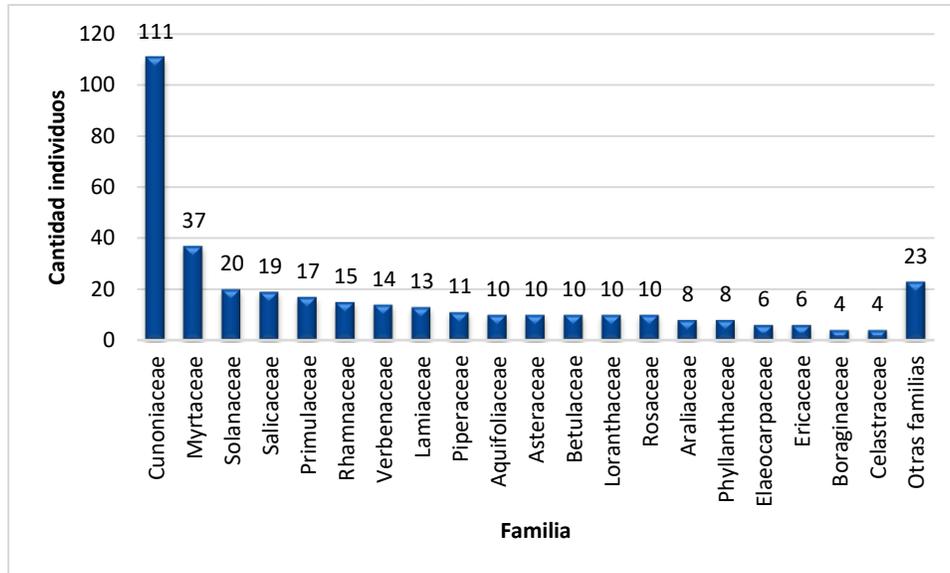


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Con respecto a la abundancia por familia, en la Figura 5-30 se puede observar la distribución de los individuos, evidenciándose que la Cunoniaceae con 111 individuos, seguido de la Myrtaceae con 37 individuos, la Solanaceae con 20 individuos, son las de mayor abundancia; seguidamente aparecen Salicaceae, Primulaceae, Rhamnaceae, Verbenaceae y Lamiaceae, con 19, 17, 15, 14 y 13 individuos respectivamente.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-30. Distribución de individuos por familia en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura horizontal Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino bajo Andino Cordillera Oriental

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias relativas, que conforman el Índice de Valor de Importancia (IVI).

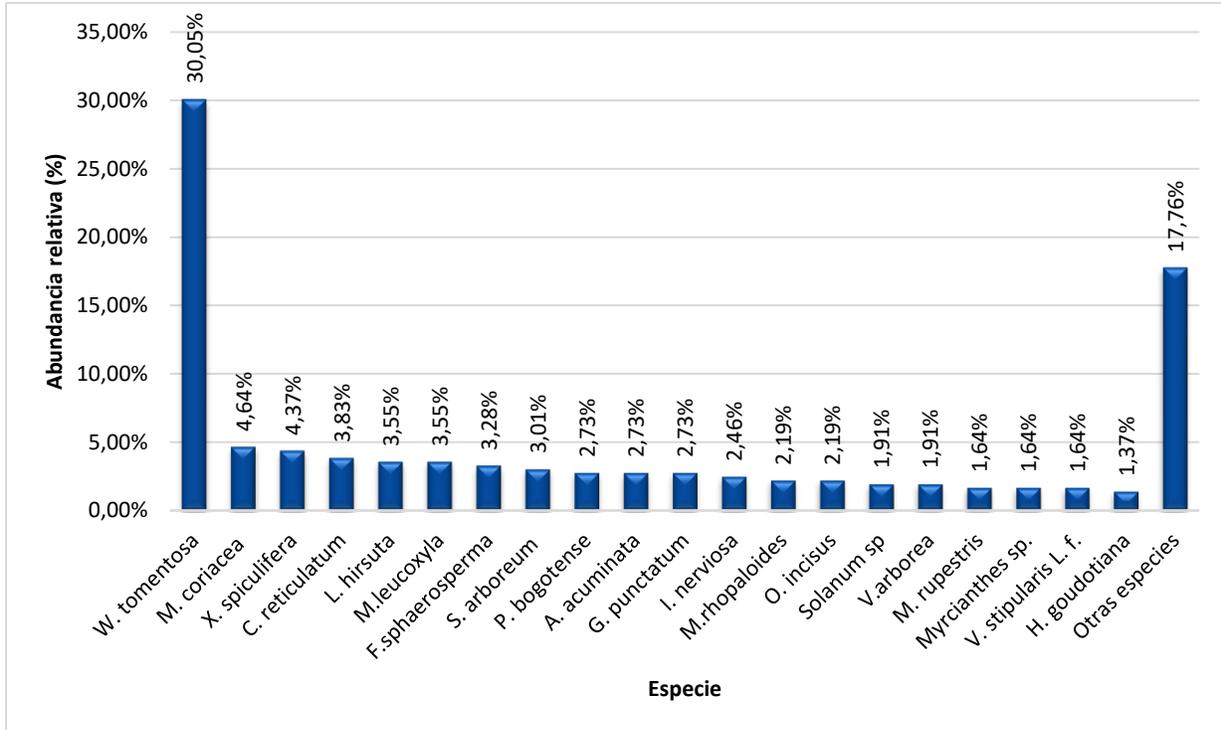
Para analizar la estructura horizontal se empleó el IVI, el cociente de mezcla, la densidad y el grado de agregación de las especies encontradas en el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

- ◇ Abundancia (AB%)

En la cobertura de bosque denso bajo, se encontraron 51 especies taxonómicas y 31 familias botánicas. Las especies con mayor abundancia para la cobertura de bosque denso bajo son *Weinmannia tomentosa* y *Myrsine coriacea*, tienen una distribución más amplia dentro del ecosistema y probablemente, en los primeros estadios de la sucesión jugaron un papel muy importante para la recuperación del Bosque, ya que ambas son especies de carácter heliófilo y presentes en zonas perturbadas.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-31. Distribución de Abundancia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



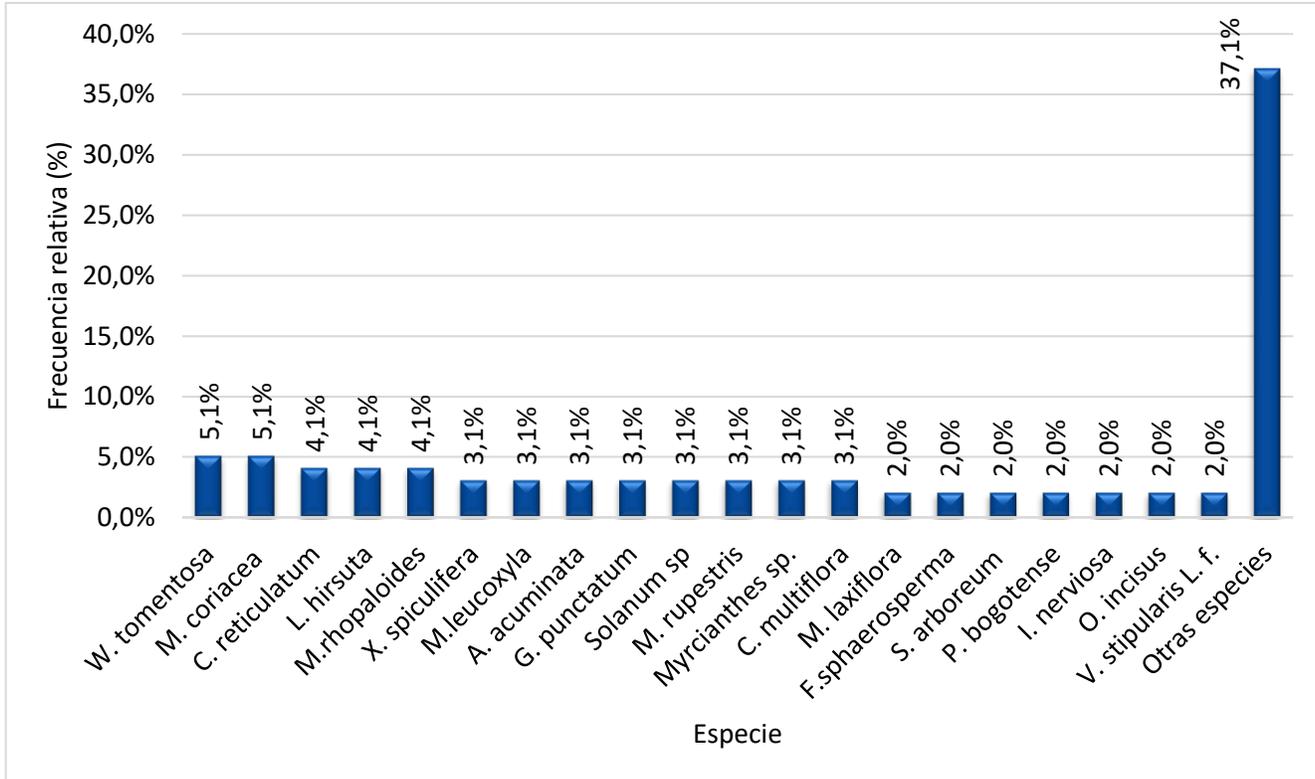
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Frecuencia (FR%)

En la Figura 5-32 se presenta la distribución de la frecuencia relativa de las especies registradas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental dentro de las cuales se destacan *Weinmannia tomentosa* y *Myrsine coriacea* como las más frecuentes, con porcentajes de 5,1% cada una. Seguido se encuentran las especies *C. reticulatum*, *L. hirsuta*, *M.rhopaloides*, cada una con 4,1%. Las especies restantes registran porcentajes entre 1,0% y 3,1%.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-32. Distribución de Frecuencia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

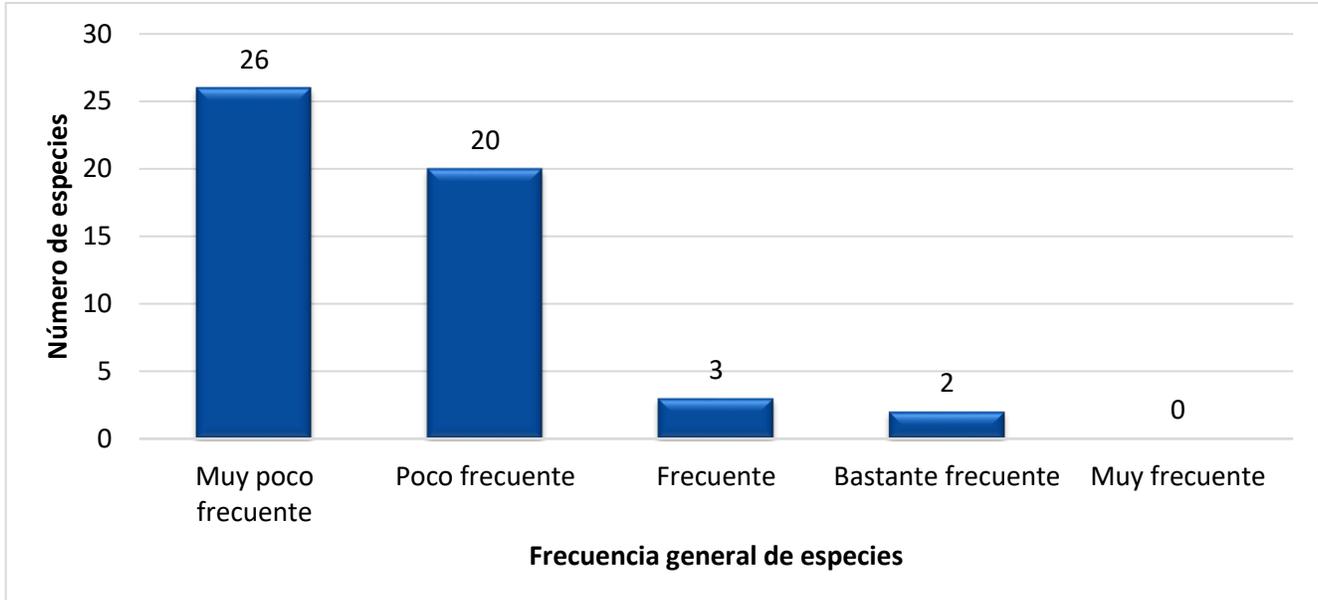


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la información presentada en la Figura 5-33 en el ecosistema bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se encontró un total de 366 individuos pertenecientes a 51 especies. De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema existen 26 especies que corresponden a la categoría de muy poco frecuentes, 20 especies son poco frecuentes, 3 especies son frecuentes y dos (2) bastante frecuentes.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-33. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



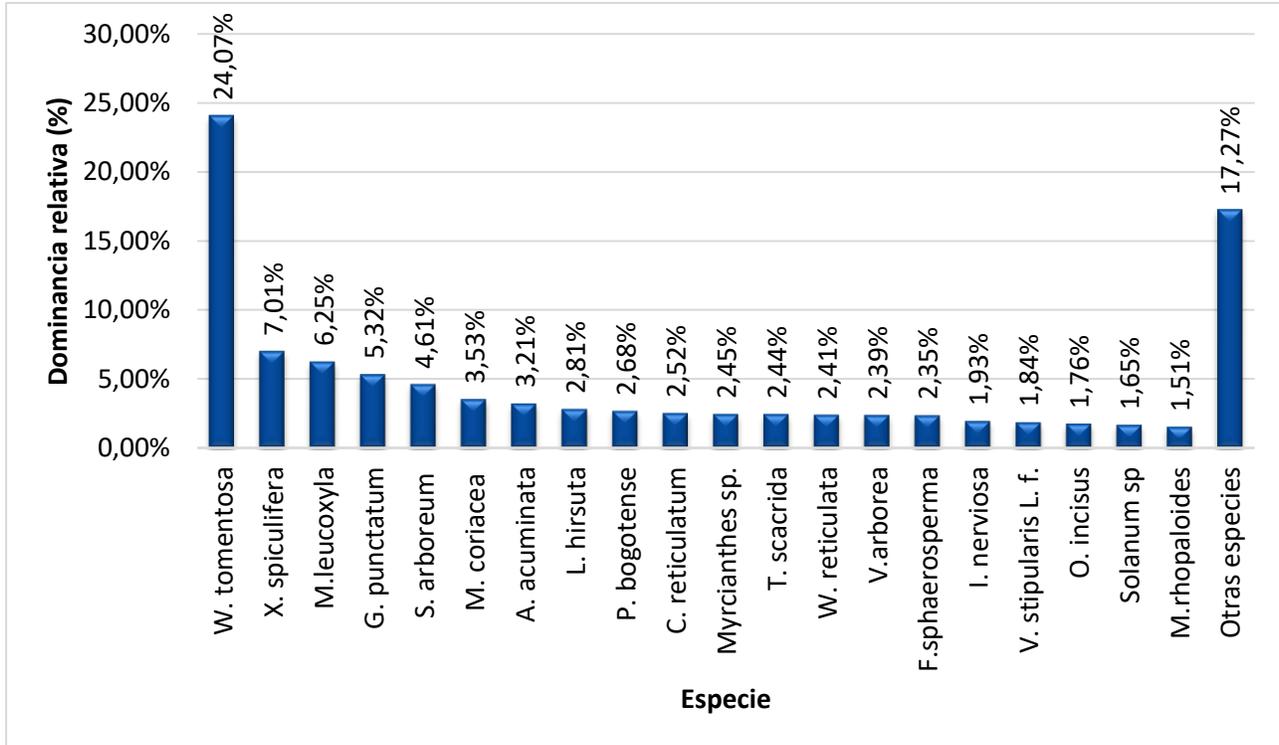
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Dominancia Relativa (DO%)

Teniendo en cuenta que la Dominancia, también denominada “Grado de cobertura de las especies”, que es la expresión del espacio ocupado por ellas y corresponde a la proyección horizontal de las copas de los árboles o individuos de una especie sobre el suelo, en la Figura 5-34 se observa la dominancia relativa por especies, siendo las principales: *Weinmania tomentosa* con 24,07% (110 individuos) la más dominante, seguida de la *Xylosma spiculifera* con 7,01% (16 individuos); continúan las especies *M. leucoxylla* con 6,25% (13 individuos), *Gaiadendron punctatum* con 5,32% (10 individuos) y *Solanum arboreum* con 4,61% (12 individuos).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-34. Distribución de Dominancia Relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Índice de valor de importancia (I.V.I)

A partir de los parámetros de estructura calculados anteriormente de frecuencia, abundancia y dominancia relativa de las especies encontradas, se estimó el Índice de Valor de Importancia (IVI) de las respectivas especies, dicho índice (IVI) permite comparar el peso ecológico de las especies dentro de la comunidad vegetal. A continuación, se presentan los resultados para la cobertura de bosque denso bajo.

Tabla 5-23. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESPECIE	NI	AB (%)	FR (%)	DR (%)	IVI %
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	110	30,05%	5,15%	24,07%	59,3%
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	16	4,37%	3,09%	7,01%	14,5%
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	17	4,64%	5,15%	3,53%	13,33%
<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	13	3,55%	3,09%	6,25%	12,90%
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	10	2,73%	3,09%	5,32%	11,14%
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	13	3,55%	4,12%	2,81%	10,49%
<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	14	3,83%	4,12%	2,52%	10,47%
<i>Solanum arboreum</i> Dunal	12	3,28%	2,06%	4,61%	9,95%
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	10	2,73%	3,09%	3,21%	9,04%
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.	8	2,19%	4,12%	1,51%	7,82%
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	11	3,01%	2,06%	2,68%	7,75%
<i>Fragula sphaerosperma</i> (sueco) Kartesz y Gandhi	12	3,28%	2,06%	2,35%	7,70%

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

ESPECIE	NI	AB (%)	FR (%)	DR (%)	IVI %
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	6	1,64%	3,09%	2,45%	7,18%
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	10	2,73%	2,06%	1,93%	6,72%
<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	7	1,91%	3,09%	1,65%	6,65%
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	8	2,19%	2,06%	1,76%	6,00%
<i>Myrcianthes</i> sp.	6	1,64%	3,09%	1,09%	5,82%
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	4	1,09%	3,09%	1,45%	5,63%
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	6	1,64%	2,06%	1,84%	5,54%
<i>Solanum</i> sp.	7	1,91%	1,03%	2,39%	5,33%
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	4	1,09%	3,09%	0,80%	4,98%
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	4	1,09%	2,06%	1,24%	4,40%
<i>Tournefortia scacrida</i> Kunth.	3	0,82%	1,03%	2,44%	4,29%
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne) Killip	5	1,37%	2,06%	0,71%	4,14%
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav.	1	0,27%	1,03%	2,41%	3,71%
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	3	0,82%	2,06%	0,70%	3,58%
<i>Prunus</i> sp.	5	1,37%	1,03%	0,70%	3,09%
<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo	4	1,09%	1,03%	0,76%	2,88%
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	2	0,55%	2,06%	0,21%	2,82%
<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	2	0,55%	2,06%	0,19%	2,80%
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	4	1,09%	1,03%	0,66%	2,78%
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	4	1,09%	1,03%	0,59%	2,71%
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,27%	1,03%	1,32%	2,63%
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	2	0,55%	1,03%	1,05%	2,63%
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	2	0,55%	1,03%	0,92%	2,50%
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	1	0,27%	1,03%	1,14%	2,45%
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	3	0,82%	1,03%	0,31%	2,16%
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	1	0,27%	1,03%	0,75%	2,05%
<i>Myrcia</i> sp.	2	0,55%	1,03%	0,28%	1,86%
<i>Aiouea</i> sp.	2	0,55%	1,03%	0,26%	1,83%
<i>Eugenia foliosa</i> (Kunth) DC.	1	0,27%	1,03%	0,40%	1,71%
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	1	0,27%	1,03%	0,27%	1,57%
<i>Capparidastrum</i> sp.	1	0,27%	1,03%	0,26%	1,56%
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	1	0,27%	1,03%	0,20%	1,50%
<i>Casearia</i> sp.	1	0,27%	1,03%	0,19%	1,49%
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	1	0,27%	1,03%	0,19%	1,49%
<i>Forsteronia</i> sp.	1	0,27%	1,03%	0,18%	1,48%
<i>Randia aculeata</i> L.	1	0,27%	1,03%	0,14%	1,45%
<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & pav.	1	0,27%	1,03%	0,13%	1,44%
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	1	0,27%	1,03%	0,10%	1,41%
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	1	0,27%	1,03%	0,10%	1,41%

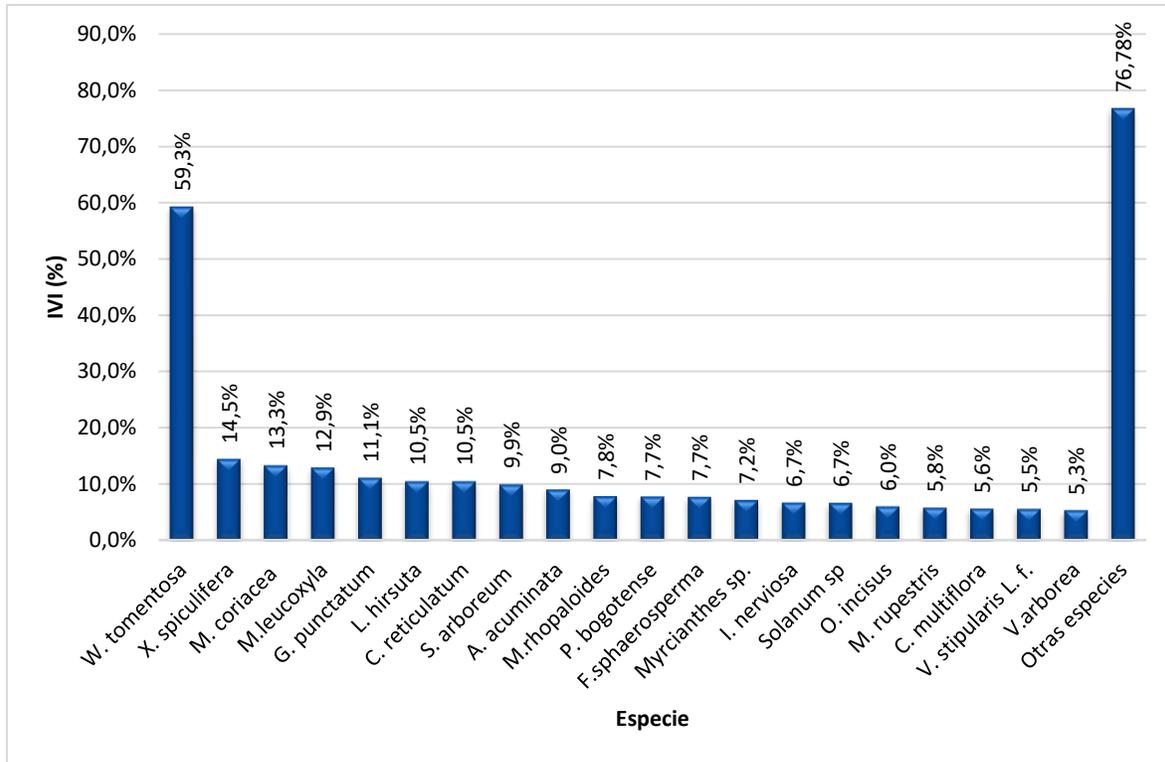
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la

Tabla 5-23 y la Figura 5-35 se encontró que las especies de mayor importancia dentro del ecosistema fueron las especies *Weinmannia tomentosa* y *Xylosma spiculifera* con un IVI de 59,3% y 14,5% respectivamente; las demás especies se encuentran entre los rangos de 1,395% a 13,3% como se observa a continuación.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-35. Índice de Valor de Importancia del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Cociente de mezcla

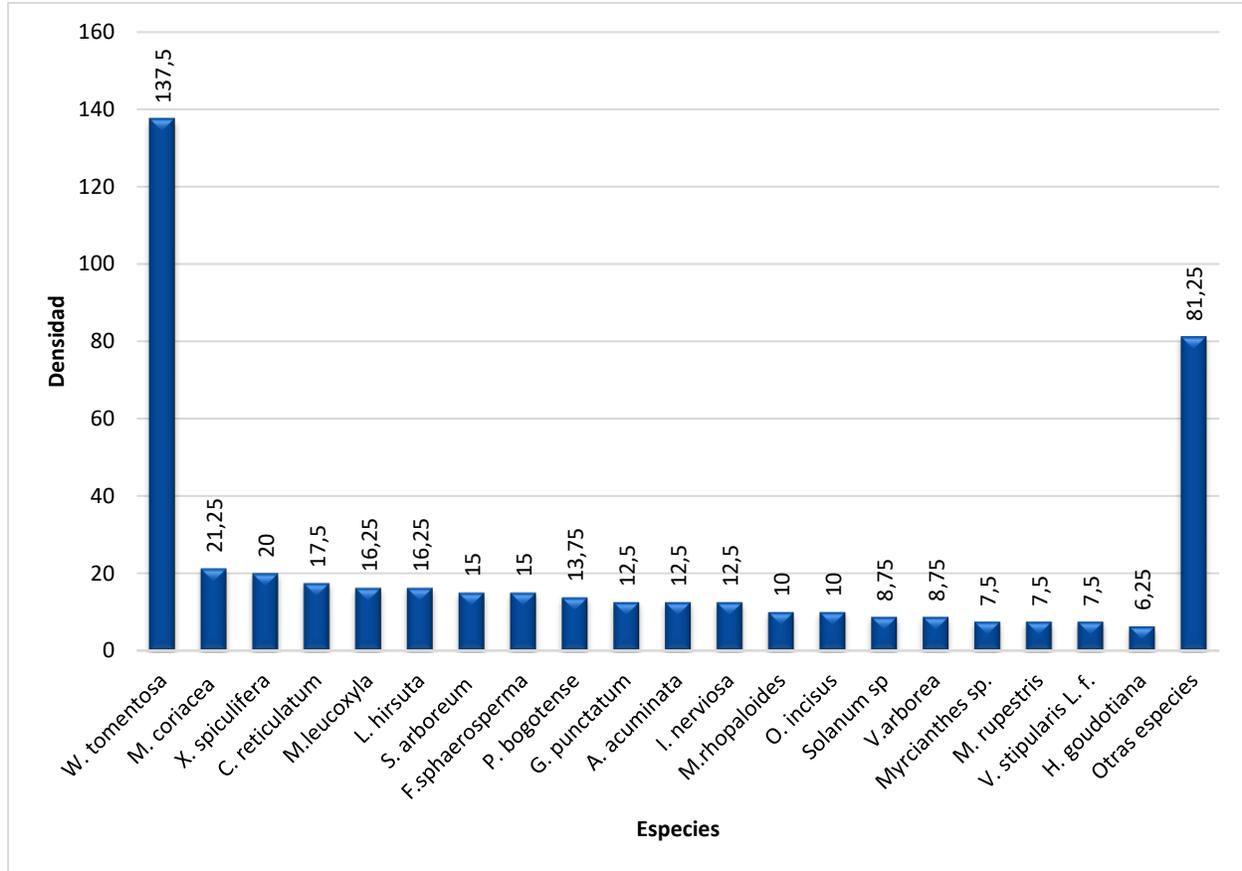
Este indicador representa la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. Para el ecosistema en análisis, este índice alcanzó un valor de 0,14, lo cual representa una relación 1:7 que indica una mezcla sumamente intensiva, ya que en el promedio cada especie está representada tan solo por siete (7) individuos, valor que es bajo con cierta proporción de mezcla con tendencia a ser heterogéneo.

◇ Densidad

La densidad de individuos calculada para el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 458 ind/ha. Este cálculo se determinó a partir del número de individuos por unidad de área. Dicho cálculo guarda una relación directa con la abundancia de individuos dentro del ecosistema. El comportamiento de la misma se observa en la Figura 5-36, en la que se aprecia que las especies con mayor número de individuos por hectárea son *Weinmannia tomentosa* y *Myrsine coriacea*.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-36. Densidad del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Grado de agregación

El grado de agregación de las especies determina la distribución espacial de las especies. (Hernández, et al., 2018), es decir, permite identificar aquellas especies que tienden a crecer formando aglomeraciones o grupos dentro de la unidad muestreada. Según el Ministerio de ambiente (2002), cuando el GA < 1, indica que la especie se encuentra dispersa, cuando el GA es >1 y <2 hay tendencia al agrupamiento y cuando el GA > 2, indica que las especie tiene una distribución agrupada. A continuación, se presenta el grado de agregación para las especies del bosque denso bajo.

Tabla 5-24. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	GA	INTERPRETACIÓN
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	0,944	Dispersa
<i>Capparidastrum</i> sp.	0,944	Dispersa
<i>Casearia</i> sp.	0,944	Dispersa
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	0,944	Dispersa
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	0,944	Dispersa
<i>Eugenia foliosa</i> (Kunth) DC.	0,944	Dispersa
<i>Forsteronia</i> sp.	0,944	Dispersa

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

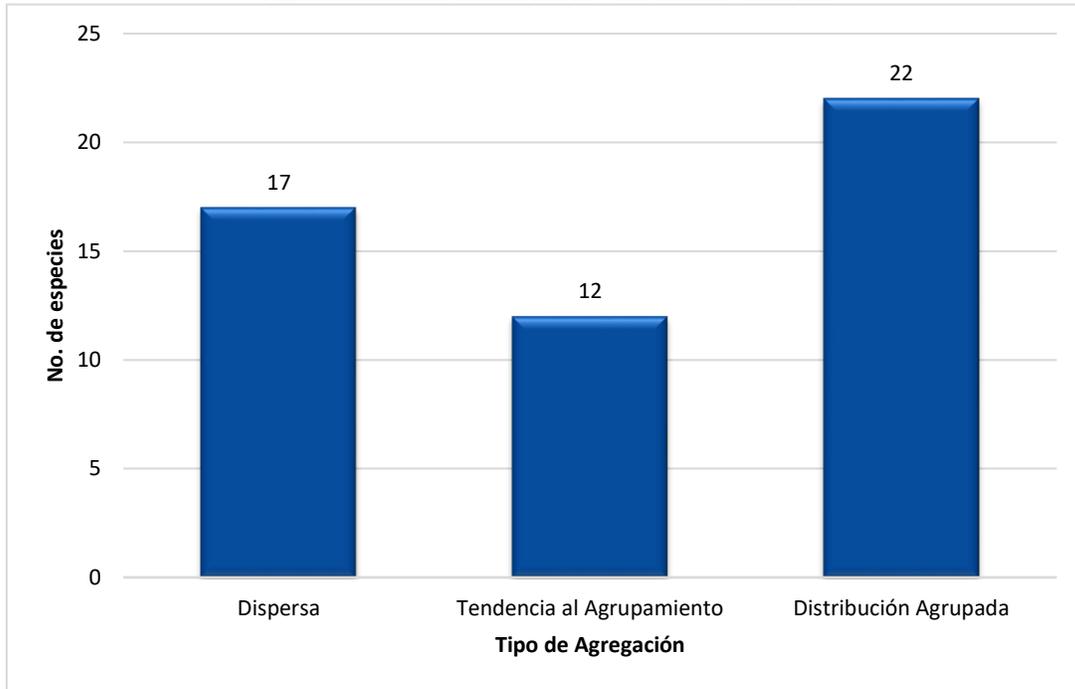
NOMBRE CIENTÍFICO	GA	INTERPRETACIÓN
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	0,944	Dispersa
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	0,944	Dispersa
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	0,944	Dispersa
<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	0,873	Dispersa
<i>Randia aculeata</i> L.	0,944	Dispersa
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	0,944	Dispersa
<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & Pav.	0,944	Dispersa
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav.	0,944	Dispersa
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	0,944	Dispersa
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	0,873	Dispersa
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2,669	Distribución Agrupada
<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	2,532	Distribución Agrupada
<i>Frangula sphaerosperma</i> (sueco) Kartesz y Gandhi	5,238	Distribución Agrupada
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	2,669	Distribución Agrupada
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (diciembre) Killip	2,183	Distribución Agrupada
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	3,777	Distribución Agrupada
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	4,365	Distribución Agrupada
<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	3,469	Distribución Agrupada
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	2,619	Distribución Agrupada
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	2,351	Distribución Agrupada
<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo	3,777	Distribución Agrupada
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	3,492	Distribución Agrupada
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	2,172	Distribución Agrupada
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	3,777	Distribución Agrupada
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	4,802	Distribución Agrupada
<i>Prunus</i> sp.	4,721	Distribución Agrupada
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	2,833	Distribución Agrupada
<i>Solanum arboreum</i> Dunal	5,238	Distribución Agrupada
<i>Solanum</i> sp.	6,609	Distribución Agrupada
<i>Tournefortia scacrida</i> Kunth.	2,833	Distribución Agrupada
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	14,057	Distribución Agrupada
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	4,270	Distribución Agrupada
<i>Aiouea</i> sp.	1,888	Tendencia al Agrupamiento
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	1,067	Tendencia al Agrupamiento
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	1,310	Tendencia al Agrupamiento
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	1,067	Tendencia al Agrupamiento
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1,746	Tendencia al Agrupamiento
<i>Myrcia</i> sp.	1,888	Tendencia al Agrupamiento
<i>Myrcianthes</i> sp.	1,601	Tendencia al Agrupamiento
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.	1,447	Tendencia al Agrupamiento
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	1,888	Tendencia al Agrupamiento
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	1,601	Tendencia al Agrupamiento
<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	1,868	Tendencia al Agrupamiento
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	1,888	Tendencia al Agrupamiento

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Este índice permite determinar que, dentro de las 51 especies existentes en el ecosistema analizado, predominaron 17 especies que tienen una distribución dispersa (33,3%); con tendencia agrupada, se reportan 12 especies (23,5%) y finalmente, en distribución agrupada se encontraron 22 especies, que representan el 43,1% (Ver Tabla 5-24 y Figura 5-37). Para el BDB, se encontró que las especies con mayor grado de agregación fueron *Weinmannia tomentosa* que alcanza 14,05, seguido de *Solanum* sp con 6,60 y *Frangula sphaerosperma* con 5,23.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-37. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura vertical
- ◇ Estratificación vertical

El inventario forestal realizado a través de un muestreo estadístico en la cobertura Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, permite caracterizar y establecer tres (3) categorías de estrato de acuerdo con la altura total de los árboles.

Para este caso se encontró que el intervalo de clase de alturas con mayor número de individuos fue el medio con un porcentaje del 61,36%, el cual agrupa los individuos con alturas entre 7 y 15 m, seguido por el estrato inferior con el 38,64% de los individuos cuyas alturas son menores a 7 m; en el estrato superior, no se reportan individuos con alturas superiores a 15 m (ver Tabla 5-25).

Tabla 5-25. Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

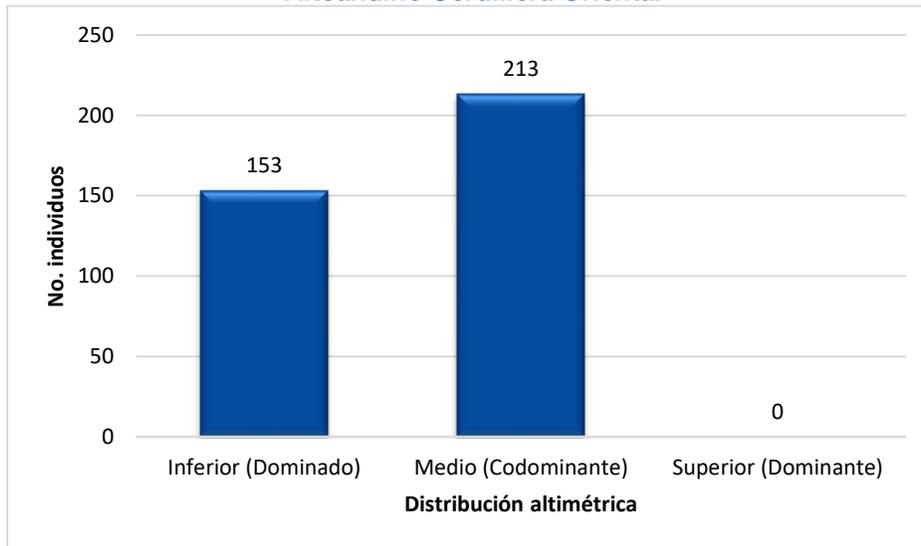
DISTRIBUCIÓN ALTIMÉTRICA	LÍMITE DE ALTURA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE
<i>Inferior (Dominado)</i>	≤ 7	153	41,80
<i>Medio (Codominante)</i>	> 7 m - ≤ 15	213	58,20
<i>Superior (Dominante)</i>	> 15 m	0	0
TOTAL		366	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Para esta cobertura, la mayoría de individuos se encuentran en el estrato medio o codominante (alturas mayores a 7 m y hasta 15m), con el 58,20%, porcentaje dado por 213 individuos; en el estrato inferior se reportan 153 individuos (41,80%) y en el estrato superior, cero (0) individuos (ver Figura 5-38)

Figura 5-38. Estratificación altimétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Distribución altimétrica por clases

El Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presentó valores mínimos de 4 m y valores máximos de 13 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-26. La clase altimétrica V es la que mayor número de individuos reporta (88); seguidamente aparecen las clases IV y VI, con 83 y 62 individuos respectivamente; mientras que las clases I y X son las de menor abundancia de individuos con 2 y 5 individuos respectivamente.

Tabla 5-26. Distribución de las clases altimétricas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

CLASE	INTERVALOS		NI
	MIN	MAX	
I	4,00	4,95	2
II	4,96	5,89	22
III	5,90	6,84	55
IV	6,85	7,78	83
V	7,79	8,73	88
VI	8,74	9,68	62
VII	9,69	10,62	26
VIII	10,63	11,57	14
IX	11,58	12,51	9
X	12,52	13,46	5
TOTAL			366

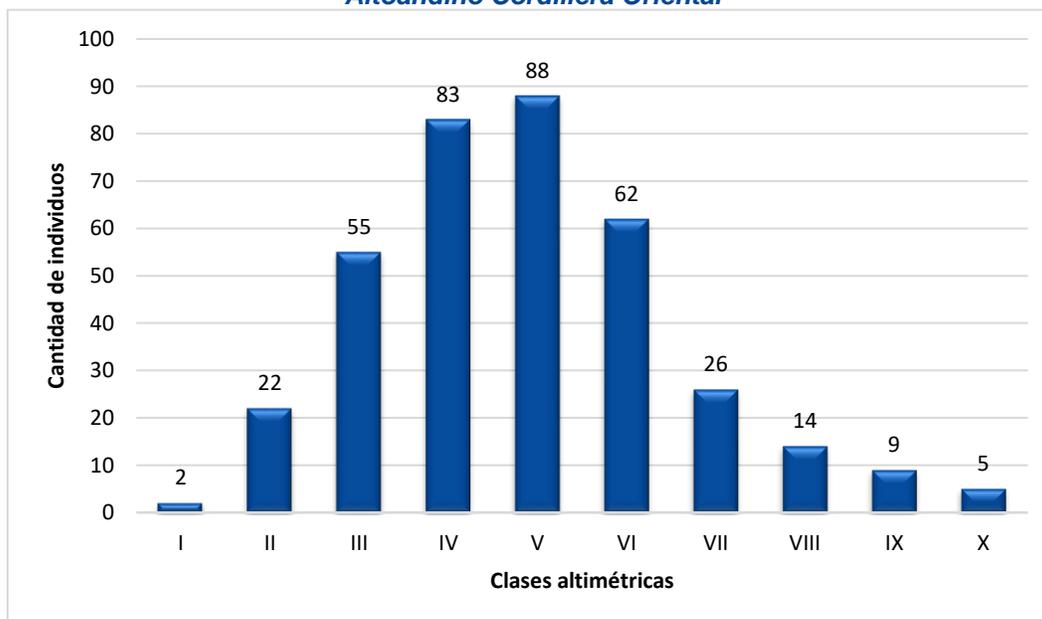
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

En la Figura 5-39 se puede observar que el Bosque denso bajo evaluado, corresponde a una figura de distribución normal o distribución Gaussiana (también llamada campana de Gauss), consiste en una representación gráfica de la distribución normal de un conjunto de datos, los cuales se reparten en tres familias: bajos, medianos y altos. De esta manera, se crea un gráfico de forma acampanada y simétrica.

Con los resultados de la Figura 5-39, permite inferir que la distribución prácticamente aleatoria de las alturas totales, presenta distribución uniforme de los estratos o posiciones sociológicas de los árboles en los que solo algunos alcanzan a ser dominantes, la mayor parte se encuentran entre los estratos intermedios y en menor número en los estratos bajos y altos.

Figura 5-39. Distribución altimétrica por clases en el Bosque denso bajo del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

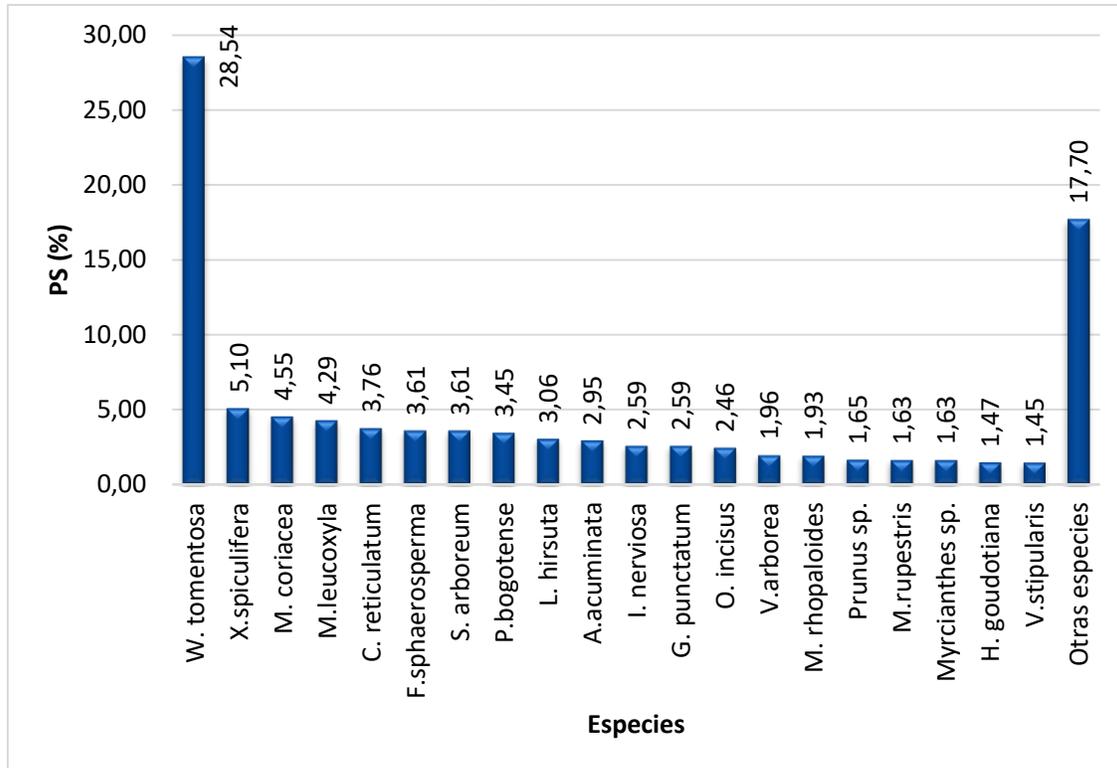
◇ Posición sociológica

La posición sociológica, indica el valor de importancia de las especies en los diferentes estratos que componen el bosque, especialmente si se trata de bosques irregulares y heterogéneos. La posición sociológica que ocupan las especies que integran la comunidad forestal, es uno de los parámetros de mayor peso fitosociológico, por cuanto designan el dinamismo y las tendencias de la comunidad estudiada y el inventario forestal permite caracterizar y establecer tres categorías de estrato.

En la Figura 5-40 se puede observar que las especies con mayor peso sociológico (PS%) son *Weinmannia tomentosa* (encenillo) y *Xylosma spculifera* (Corono D3), con 28,54% y 5,10% respectivamente, por cuanto estas especies poseen individuos en los estratos dominado y codominante; también se puede apreciar que el 47,84% corresponde a 18 especies cuyo valor se encuentra entre 1,45 a 4,55% de la PS%, y las especies restantes (graficadas como otras especies) es de 17,70%. Lo anterior está relacionado con el Índice de Valor de Importancia, puesto que, aquellas especies que tiene predominio en el Bosque denso bajo (altos valores en Abundancia, Dominancia y Frecuencia), también presentan los mayores valores en posición sociológica.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-40. Posición sociológica de las especies en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura total o dinámica

La diversidad de un bosque se caracteriza no solo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes para la práctica forestal son el diámetro a la altura de pecho y la altura. El análisis de la estructura diamétrica de este ecosistema muestra X clases diamétricas (Ver Tabla 5-27)

Tabla 5-27. Estructura diamétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

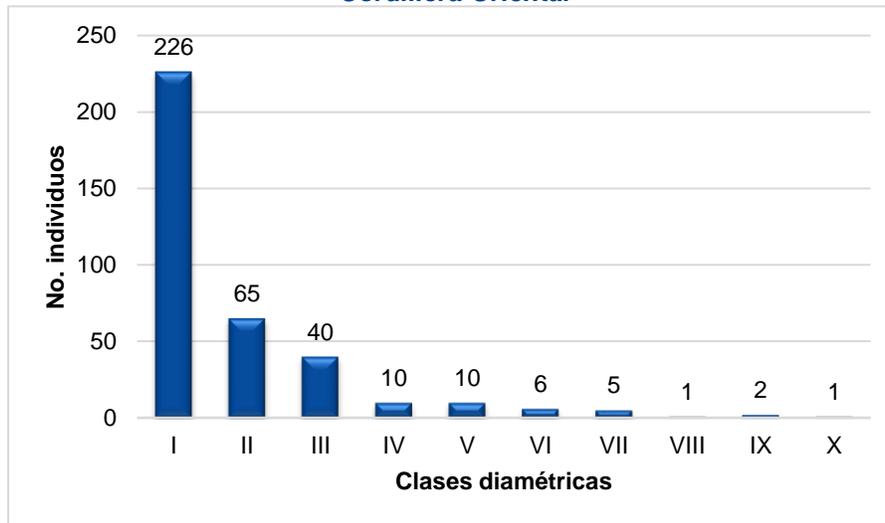
CLASE	INTERVALO		NI	%
	MIN	MAX		
I	0,102	0,143	226	61,7
II	0,144	0,186	65	17,8
III	0,187	0,229	40	10,9
IV	0,230	0,272	10	2,7
V	0,273	0,315	10	2,7
VI	0,316	0,358	6	1,6
VII	0,359	0,401	5	1,4
VIII	0,402	0,444	1	0,3
IX	0,445	0,487	2	0,5
X	0,488	0,530	1	0,3
TOTAL			366	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Los resultados indican que el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental analizado, presenta una buena dinámica sucesional, ya que cuenta con una gran cantidad de individuos en sus estadios iniciales y va disminuyendo a medida que aumentan las clases diamétricas. (ver Figura 5-41).

Figura 5-41. Estructura diamétrica del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la Figura 5-41, se observa que la tendencia de los fustales asociados al ecosistema en análisis corresponde a J-invertida, la cual se obtiene en sitios que presentan un alto número de individuos presentes en las clases más pequeñas, en este caso las clase I, II y III con el 90,4% equivalente a 331 de los individuos inventariados, esto da cuenta de una edad temprana del ecosistemas y de procesos de regeneración activos, lo que implica que son ecosistemas tendientes a la heterogeneidad.

◇ Volumen por clase diamétrica

La Tabla 5-28 contiene los volúmenes totales y comerciales de las especies inventariadas en el bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, en la cual la especie *Weinmannia tomentosa* L. presenta los mayores volúmenes con 10,93 m³ de volumen total y 5,83 m³ de volumen comercial, seguido de la especie *Lippia hirsuta* L.f con 2,98 m³ correspondiente a volumen total y 1,25 m³ de volumen comercial.

Tabla 5-28. Volúmenes totales y comercial por especie del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ESPECIE	NA	VT (M3)	VC (M3)
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	110	10,93	5,83
<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	13	2,98	1,25
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	16	2,66	1,22
<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	10	2,30	1,58
<i>Solanum arboreum</i> Dunal	12	1,86	0,76
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	17	1,47	0,78
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	10	1,41	0,47
<i>Vallea stipularis</i> L. f.	6	1,23	0,51

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

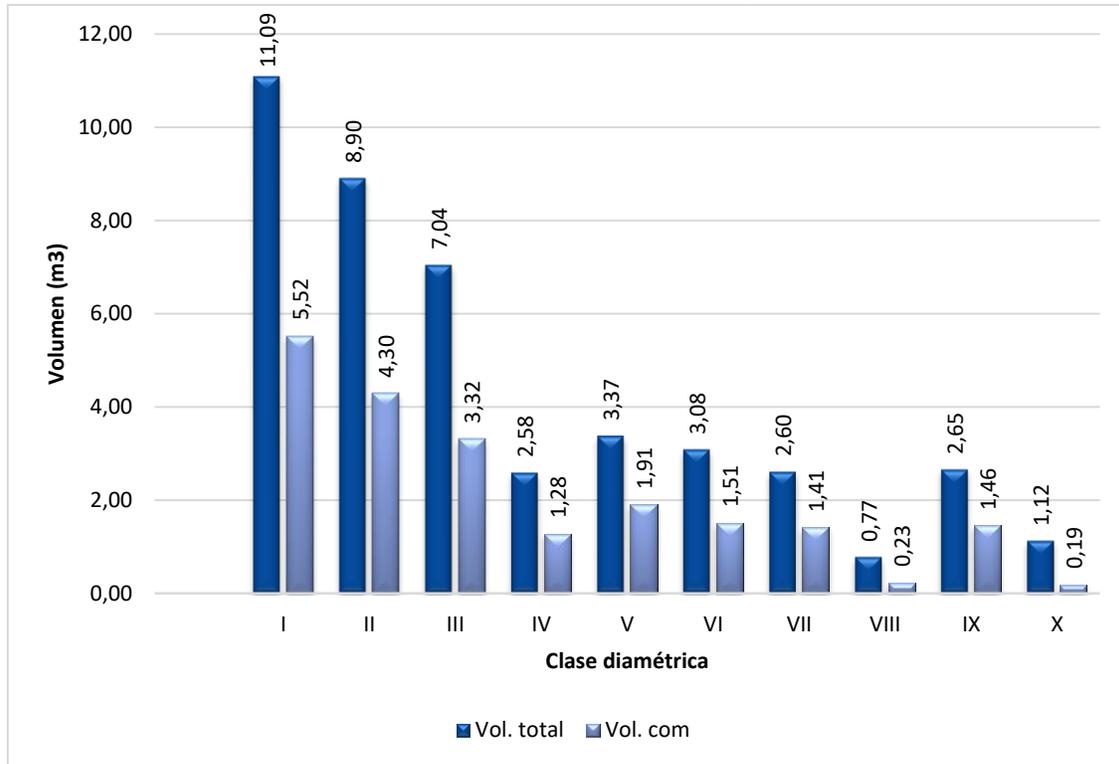
ESPECIE	NA	VT (M3)	VC (M3)
<i>Solanum sp.</i>	7	1,19	0,71
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav.	1	1,12	0,19
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	13	0,98	0,41
<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	14	0,98	0,44
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	11	0,97	0,46
<i>Frangula sphaerosperma</i> (sueco) Kartesz y Gandhi	12	0,91	0,44
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	8	0,85	0,42
<i>Tournefortia scacrida</i> Kunth.	3	0,84	0,47
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	10	0,82	0,38
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	6	0,82	0,37
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	4	0,69	0,35
<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	7	0,68	0,29
<i>Myrcia multiflora</i> (Lam.) DC.	1	0,65	0,35
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav.	1	0,61	0,41
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.	8	0,59	0,25
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G. Don	2	0,57	0,32
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	4	0,47	0,23
<i>Myrcianthes sp.</i>	6	0,47	0,21
<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo	4	0,38	0,18
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	1	0,35	0,15
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	3	0,33	0,12
<i>Viburnum lasiophyllum</i> Benth.	2	0,32	0,16
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	4	0,29	0,14
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne) Killip	5	0,29	0,16
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	4	0,26	0,14
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	4	0,25	0,14
<i>Eugenia foliosa</i> (Kunth) DC.	1	0,25	0,10
<i>Prunus sp.</i>	5	0,22	0,10
<i>Capparidastrium sp.</i>	1	0,15	0,07
<i>Myrcia sp.</i>	2	0,13	0,07
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	3	0,13	0,06
<i>Aiouea sp.</i>	2	0,11	0,06
<i>Forsteronia sp.</i>	1	0,10	0,06
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	1	0,10	0,04
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam	2	0,09	0,06
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	1	0,07	0,03
<i>Randia aculeata</i> L.	1	0,07	0,03
<i>Casearia sp.</i>	1	0,06	0,03
<i>Palicourea perquadangularis</i> Wernham	2	0,05	0,03
<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & pav.	1	0,05	0,04
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	1	0,05	0,02
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	1	0,03	0,03
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	1	0,03	0,02
TOTAL	366	43,19	21,11

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-42 se presentan los volúmenes totales y comerciales cuantificados para cada una de las clases diamétricas establecidas en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-42. Volúmenes por clase diamétrica en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



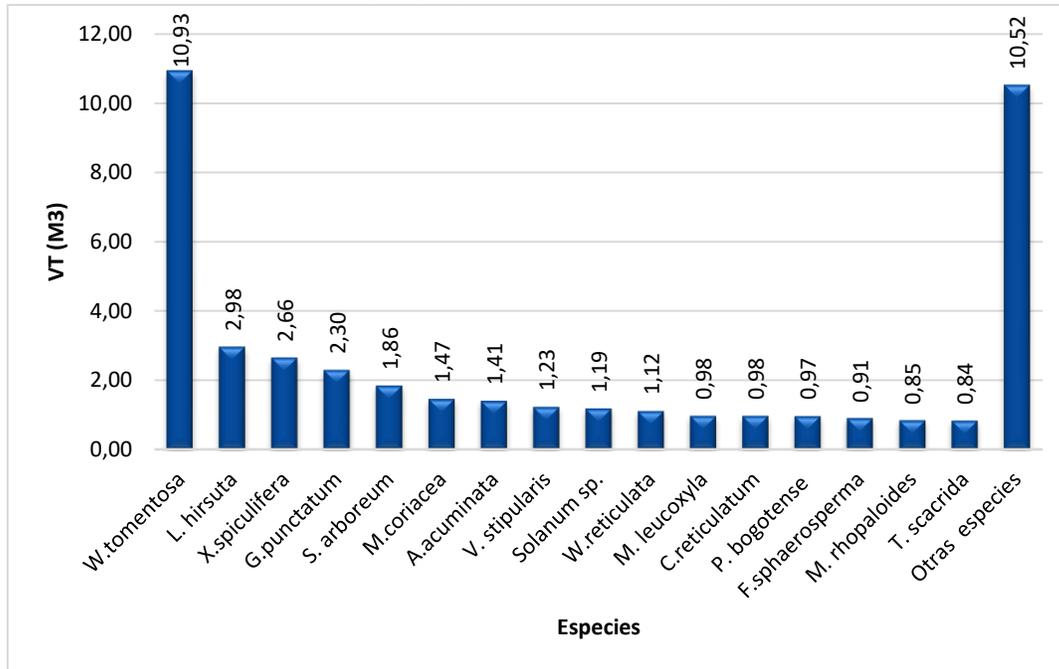
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de volumen en las clases diamétricas de esta cobertura, evidenció una distribución con tendencia menos marcada que en la estructura diamétrica, al obtener valores significativos en las tres (3) primeras clases, este comportamiento está relacionado a un bosque con presencia de individuos en primeras etapas de estado sucesional y con pocos árboles muy maduros que aporten volúmenes altos en categorías diamétricas mayores, lo cual permite inferir, que el Bosque denso bajo ha estado sujeto a procesos de intervención antrópica y viene en proceso de recuperación silvícola.

Para esta cobertura se obtuvo un volumen total de 43,19 m³ y 21,11 m³ de volumen comercial; el volumen total promedio por hectárea es de 53,99 m³/ha. Con relación al aporte de volumen por especie, la de mayor representación es *Weinmania tomentosa*, con 10,93 m³ debido a que reportó individuos de gran porte, tanto en altura como en DAP; seguidamente aparecen *Lippia hirsuta*, *Xylosma spiculifera*, *Gaiadendron punctatum* y *Solanum arboreum*, con volúmenes totales de 2,98 m³, 2,66 m³, 2,30 m³ y 1,86 m³ respectivamente; el resto de especies aportan volúmenes que oscilan entre 0,03 m³ y 1,58 m³ que corresponde a 22,47 m³ (Ver Figura 5-43).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-43. Volúmenes por especie en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Índices Alfa-diversidad en para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La importancia del análisis de diversidad en coberturas boscosas radica en que se pueden reconocer las zonas de alta biodiversidad o 'hot spot'. Los resultados de los diferentes índices utilizados para la caracterización del Bosque denso alto se pueden observar en la Tabla 5-29.

Las medidas de este nivel de diversidad, se puede dividir en dos categorías: Índices de riqueza de especies (Margalef y Menhinick) e Índices basados en la abundancia relativa de especies (Shannon, Simpson y Berger Parker).

Tabla 5-29. Índices alfa-diversidad para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ÍNDICE	TIPO	VALOR
Índice de Margalef (Dmg)	Riqueza específica	8,47
Índice de Menhinick (Dmn)	Riqueza específica	2,67
Índice de Berger Parker (B)	Abundancia	0,30
Índice de Shannon (H')	Abundancia	3,09
Índice de Simpson (D)	Abundancia	0,11

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Índices de riqueza de especies

Son esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como una medida de densidad, es decir, número de especies por unidad de área específica de colección. Estos índices de diversidad se calculan como una combinación entre el número de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N) y a estos pertenecen Margalef y Menhinick.

Estos índices, intentan medir la diversidad en función de la densidad, es decir, el número de especies/ha y de acuerdo a los resultados descritos en la Tabla 5-29, se observa que la riqueza de especies determinada a través de Margalef y Menhinick. Para esta cobertura se encontraron valores para $D_{mg} = 8,47$, con lo cual se interpreta que este ecosistema presenta una significativa cantidad de especies vegetales.

◇ Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa y de acuerdo al resultado contenido en la Tabla 5-29, se puede concluir lo siguiente:

El valor de Berger & Parker varía entre 0 y 1, cuando se acerca más a 1 existe mayor dominancia y es menor la diversidad. De acuerdo al resultado obtenido de 0,30, se considera que tiene diversidad el ecosistema.

El valor normal de Shannon está entre 2 a 3 y cuando es menor a 2, se considera bajo en diversidad y cuando es mayor a 3, son altos en diversidad de especies. De acuerdo al resultado obtenido de 3,09, se puede inferir que el bosque denso bajo del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta una diversidad significativa de especies.

En relación con el índice Simpson, es un indicador de dominancia más que de diversidad y su inverso es un buen indicador de diversidad de hábitat. El valor de 0,11 reportado en la Tabla 5-29, por ser cercano a 1, indica poca dominancia.

○ Análisis de Regeneración natural

La caracterización de la vegetación según la fisonomía, se basa en la arquitectura común de la vegetación, constituida a partir de la configuración espacial en sentido horizontal y vertical de sus diferentes componentes (Rangel & Velásquez, 1997). Para el análisis de la regeneración natural debido a su posición sociológica en el bosque, se usa el Índice de regeneración natural (%RG), el cual determina la importancia de una especie en las categorías de tamaño inferiores (renuevos, brinzales y latizales). Las variables en este índice son la abundancia relativa, frecuencia relativa y categorías de tamaño (Cantillo, 2001).

◇ Composición florística

En la Tabla 5-30 se presenta la composición florística de la regeneración natural para el Bosque denso bajo, registrándose 216 individuos distribuidos en las diferentes categorías de tamaño definidas, las cuales se agrupan en 35 especies y 21 familias.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-30. Composición florística de regeneración natural del Bosque denso bajo del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR CATEGORÍA			TOTAL
			R	B	L	
Aquifoliaceae	<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	Palo blanco		1		1
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P	Mano de oso	10	20	5	35
Asteraceae	<i>Barnadesia spinosa</i> L.f.	Espino	1	1	9	11
	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Amarguero Amarillo		1		1
	<i>Gynoxys hirsuta</i> Wedd.	Chilca lanosa			1	1
	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H. Rob.	Árbol loco			1	1
	<i>Verbesina arborea</i> Kunth.	Amargo			11	11
	<i>Verbesina elegans</i> Kunth	Tabaquillo		1		1
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso		2	3	5
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	Gaque		1	1	2
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo			1	1
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	Raque			1	1
Loranthaceae	<i>Gaiadendron punctatum</i> (Ruiz & Pav.) G. Don	Tagua			3	3
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	Tuno		3		3
	<i>Miconia squamulosa</i> Triana	Tuno 4		2		2
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Olivo			6	6
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp.	Arrayán		2		2
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	Arrayán 1		2		2
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i> L.	Trompeto			1	1
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	Chuguacá		10	1	11
	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	Cedrillo	1		3	4
Piperaceae	<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Cordoncillo	1	3	8	12
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Espadero	3	7	4	14
Rhamnaceae	<i>Frangula sphaerosperma</i> (sueco) Kartesz y Gandhi	Ojo de perdiz		3		3
	<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	Ojo de perdiz		1		1
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	Café de monte	4	4	10	18
	<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	Tinto 1		3		3
	<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	Tinto 3		6	6	12
Salicaceae	<i>Banara glauca</i> (Kunth) Benth.	Banara		12		12
	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	Corono	1	2	8	11
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i> Ruiz & Pav.	Gavilán	3	1	1	5
Solanaceae	<i>Solanum arboreum</i> Dunal	Juanajuana negra		1	2	3
	<i>Solanum callianthum</i> C.V.Morton	Tomatillo		6	3	9
	<i>Solanum</i> sp.	Solanum			2	2
Verbenaceae	<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	Cajeto		5	1	6
TOTAL			24	100	92	216

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de los individuos por categoría corresponde a: 24 renuevos inventariados que corresponden al 11,11%, los 100 brinzales, que corresponden al 46,3%, y 92 latizales con 42,6% Las familias con mayor representación en número de individuos (abundancia) en las tres (3) categorías, corresponden en su orden a la Araliaceae (35), Rubiaceae (33) y la Asteraceae (26). Las demás familias presentan valores de abundancia entre 1 a 10 individuos en promedio.

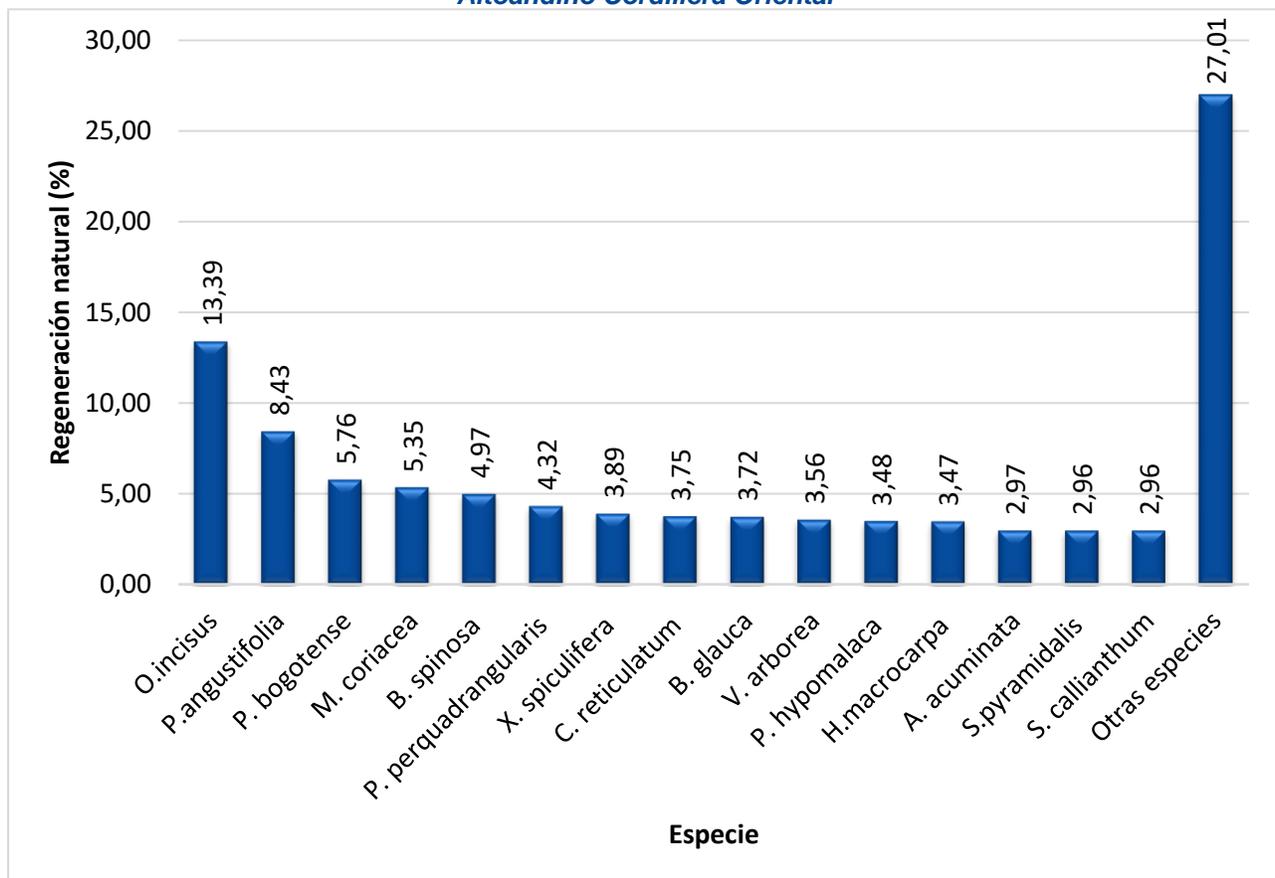
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

En relación con las especies, *Oreopanax incisus* de la familia *Araliaceae*, con 35 individuos, seguido de la *Palicourea angustifolia* con 18 individuos y *Myrsine coriácea* con 14 individuos, presentan la mayor abundancia en las tres (3) categorías analizadas para la regeneración natural.

◇ Análisis de la regeneración natural del Bosque denso alto

En la Figura 5-44, se presenta la distribución de la regeneración natural relativa en el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Figura 5-44. Regeneración natural relativa del Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Las especies con mayor porcentaje de regeneración natural en la cobertura analizada son *Oreopanax incisus* (Mano de oso), *Palicourea angustifolia* (Café de monte) y *Piper bogotense* (Cordoncillo) con porcentajes de 13,39%, 8,43% y 5,76% respectivamente, estos valores se deben principalmente a las abundancias y frecuencias que presentan, producto de su presencia en la mayoría de unidades de muestreo. El resto de especies tienen un porcentaje de regeneración natural entre los rangos 0,80% a 5,3%

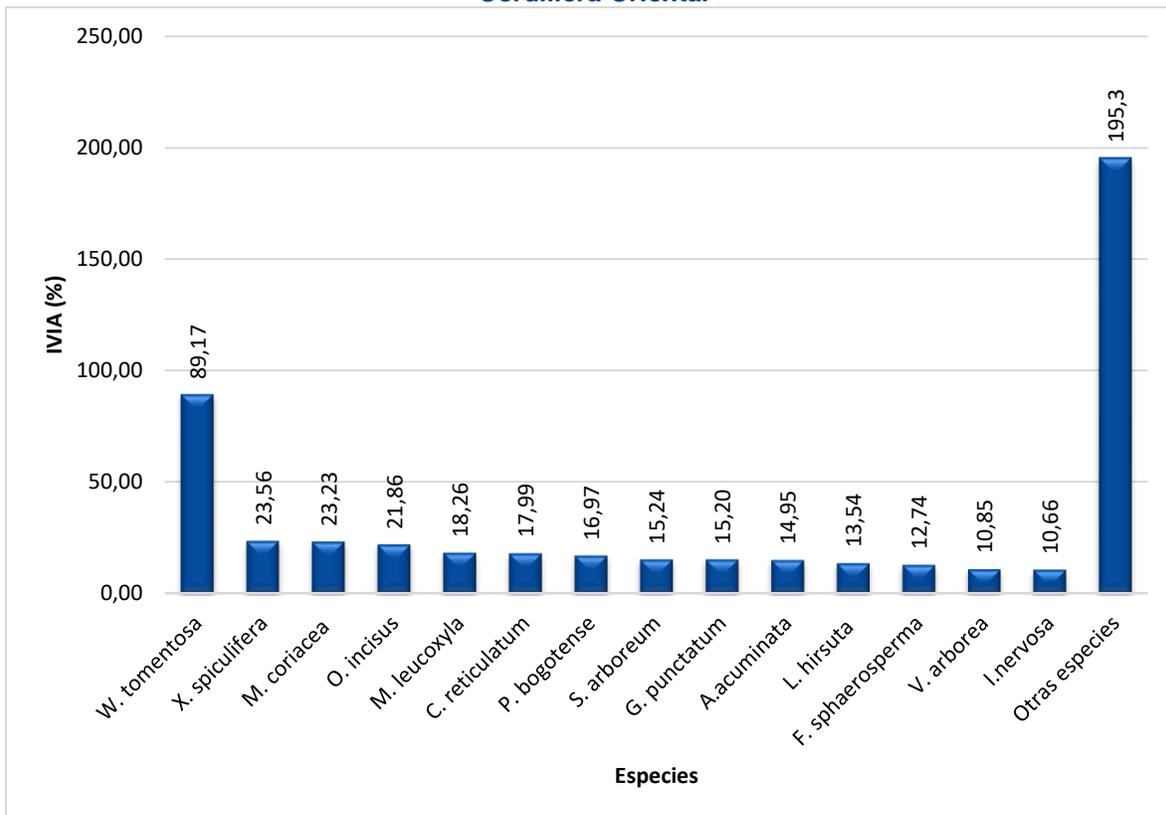
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Índice de Importancia Ecológica Ampliado (IVIA)

El índice corresponde a la sumatoria de PS% (Posición sociológica), IVI% (Índice de valor de importancia) y la regeneración natural relativa (RN%), con el fin de complementar los análisis de la estructura del bosque evaluado, analizando en conjunto los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de regeneración natural.

En la Figura 5-45 se puede observar la distribución del IVIA, reportado dentro de la cobertura evaluada, evidenciándose que *Weinmannia tomentosa* (Encenillo) y *Xylosma spiculifera* (Corono) con valores de 89,17% y 23,56% respectivamente, son las de mayor importancia fitosociológica en la cobertura bosque denso bajo. La primera especie se muestra como la más importante, debido a que posee la mayor representación en Posición sociológica e Índice de Valor de Importancia, la regeneración presenta un valor bajo; por su parte, la segunda especie presenta el segundo índice de valor de importancia y de posición sociológica. Estos resultados nos indican que estas especies tienen asegurado su permanencia en el bosque, gracias a que han encontrado buenas condiciones de luz, por caracterizarse de tipo heliófilos.

Figura 5-45. Distribución del IVIA para el Bosque denso bajo del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Otras especies importantes son *Myrsine coriacea* y *Oreopanax incisus*, con valores significativos en la regeneración natural, estas especies también obtuvieron valores significativos en la estructura horizontal del bosque, lo cual permite inferir que tienen un buen potencial de regeneración natural.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Por último, es importante resaltar que, si bien existen algunas especies de mayor peso ecológico, no se encuentra determinada una diferencia significativa en los diferentes índices analizados, en consecuencia, se puede inferir que en el Bosque denso bajo existe una buena diversidad florística, pese a las intervenciones antrópicas a las que está expuesto. Así mismo, es de tener en cuenta el descrito por Lamprecht (1990), cuando manifiesta que la abundancia de plántulas no significa el establecimiento definitivo de la regeneración, la cual desaparece generalmente por la carencia de luz y otros factores edafológicos y climáticos.

- Análisis sucesional

De acuerdo con Gallegos et al (2008), los grupos ecológicos permiten en cualquier bosque, reconocer y clasificar especies que poseen características biológicas y ecológicas afines y son conjuntos de individuos que utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en forma similar. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

*En el bosque denso bajo se identificó un considerable número de especies que hacen parte de las heliófitas durables, entre estas encontramos a *W. tomentosa* y *X. spiculifera* las cuales han colonizado áreas abiertas, conformando bosques secundarios maduros. De otra parte, en las categorías inferiores y en claros del bosque, se identificaron especies heliófilas efímeras, como la especie *V. arborea*, *O. incisus*, y *Piper sp*, que han aprovechado los claros generados por intervenciones antrópicas o por procesos naturales, dado a que estas cuentan con diversos mecanismos de dispersión. Lo expresado anteriormente coincide con lo señalado por Hartshorn (1980) citado por Sánchez et al (2007), quien considera que, por lo general las heliófitas durables se establecen bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros, para que la luz llegue al piso en la selva a fin de favorecer su crecimiento, por lo que su abundancia en la selva madura es común y algunas de ellas llegan a ser dominantes en esta fase, pudiendo alcanzar la edad reproductiva aproximadamente entre los 5 y 15 años, su fructificación es anual y el tamaño de la semilla es de pequeño a mediano.*

- Perfil de vegetación

En la Figura 5-46, se presenta el perfil de vegetación de uno de los puntos de muestreo para la cobertura de bosque denso bajo, en este, se observa la distribución vertical y horizontal de los individuos.

*En el perfil de vegetación, es posible diferenciar dos estratos arbóreos en esta cobertura, los estratos inferiores o dominantes, en donde se encuentra la mayor cantidad de individuos (22) y el estrato medio o codominante con 8 individuos. No se encuentran árboles en el estrato superior. Los árboles de gran porte son *Alnus acuminata*, *Critoniopsis bogotana*, *Weinmannia reticulata* y *Solanum arboreum*.*

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-46. Perfil de vegetación para el Bosque denso bajo del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental
 - Muestreo estadístico - Inventario forestal

Se realizó la ejecución de los muestreos forestales, implementando el método matemático y técnicas apropiadas definidos para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Subandino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de realizar la caracterización florística y evaluar su composición y estructura.

En la fase de campo, con las primeras nueve (9) parcelas muestreadas se realizó un premuestreo, con el objeto de conocer la variabilidad del ecosistema y efectuar análisis estadístico para conocer el posible número de unidades de muestreo a implementar, de manera que se cumpliera con el error de muestreo establecido en los términos de referencia. Los principales estadígrafos utilizados se presentan en la Tabla 5-31, obteniendo como resultado que para esta cobertura se requería el levantamiento de quince (15) parcelas más para lograr un error de muestreo igual o menor al 15%.

Tabla 5-31. Estadígrafos de premuestreo para Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	1,5
Media Aritmética (Y)	3,26
Desviación Estándar (S)	1,00
Error Estándar (Sy)	33,43
T de Student	2,571
Coficiente de Variación (CV)%	30,74%
Error absoluto	85,96
Error relativo	23,63%
Número de parcelas premuestreo	9
Número de parcelas a muestrear	15

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó control estadístico tal como lo expone el CATIE (2002). En la Tabla 5-32 se pueden observar los diferentes estadígrafos obtenidos para la Vegetación secundaria alta en la etapa de muestreo, siendo el error de muestreo (con el 95% de probabilidad) de 14,54%, valor que está dentro de lo permitido en los términos de referencia TdR 17.

Tabla 5-32. Estadígrafos de muestreo para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	1,5
Media Aritmética (Y)	3,20
Desviación Estándar (S)	0,84
Error Estándar (Sy)	0,22
T de Student	2,145
Coficiente de Variación (CV)%	26,25
Error absoluto	0,46
Error relativo	14,54
Parcelas muestreadas	15

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

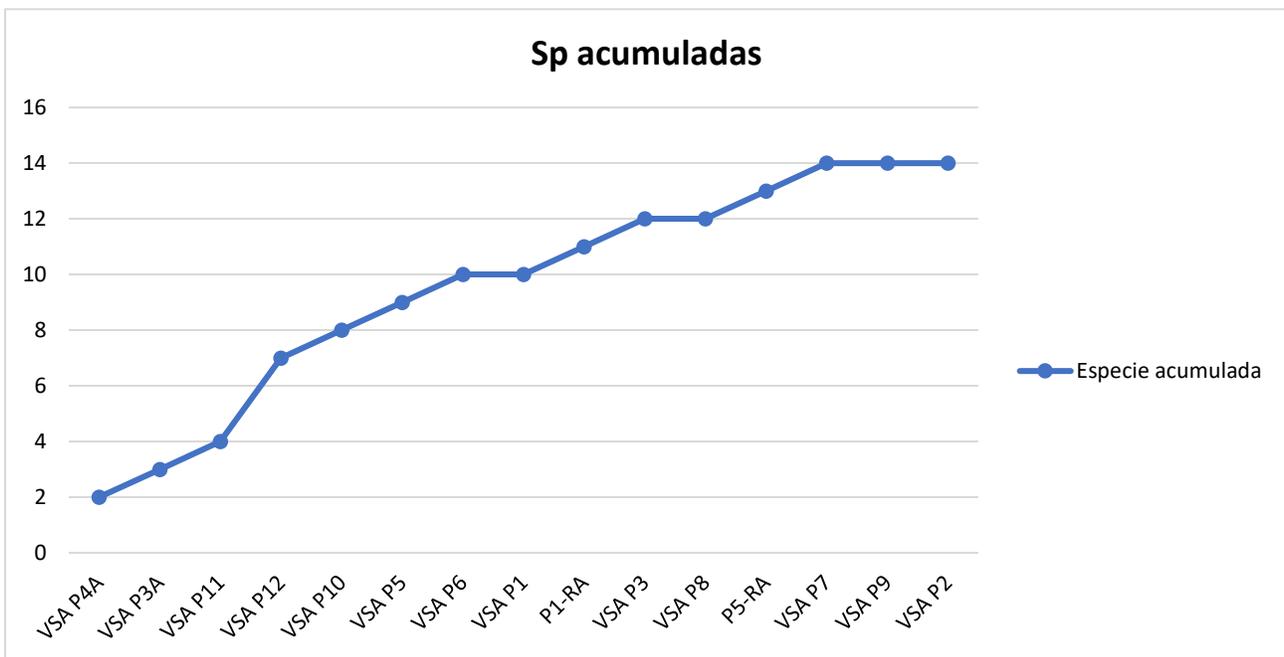
- Curva de acumulación de especies Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La relación entre el número de especies y el área muestreada, puede ser graficada, dando como resultado la llamada curva de especies/área. El área mínima, es el área muestreada a la cual el fuerte incremento inicial de la curva llega a ser casi horizontal. Se supone que el número de muestras (tamaño de la muestra) es adecuado cuando este excede un poco al correspondiente al punto en el cual la curva se endereza en forma acusada (Caín, 1959).

Teniendo en cuenta lo mencionado, la Figura 5-47 permite visualizar la representatividad del muestreo (esfuerzo) y cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo.

Como se mencionó, la curva de acumulación de especies nos permite corroborar la representatividad del muestreo calculado a través del método matemático, esto quiere decir que con las quince (15) parcelas, el tamaño de la muestra es adecuado y el proceso para el cálculo del error de muestreo calculado es válido estadísticamente, por cuanto la acumulación de especies nuevas en las diferentes parcelas de muestreo, muestran que no aparecen nuevas especies y es la razón por la cual a curva se endereza en forma acusada, por lo tanto se puede concluir que al aumentar el esfuerzo de muestreo cada vez será más difícil registrar nuevas especies en el inventario.

Figura 5-47. Curva de acumulación de especies estimadas en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Composición florística

La composición florística de los bosques está determinada principalmente por las interacciones que se presentan en el medio. Dichas interacciones, están influenciadas por las condiciones ambientales de la zona (precipitación, temperatura, humedad, etc.), sus componentes físicos, (geología, suelo, posición geográfica, etc.), y la ecología de sus especies (CATIE, 2001). En la cobertura Vegetación secundaria alta (VSA), se inventariaron 441 individuos de tamaño fustal, los cuales se encuentran distribuidos en 64 especies taxonómicas y 32 familias botánicas, como se observa en la Tabla 5-33.

Tabla 5-33. Composición florística de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	%
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	Pedro hernández	2	0,45
Aquifoliaceae	<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	Palo blanco	5	1,13
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	Mano de oso	4	0,91
	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P.	Mano de oso	18	4,08
Asteraceae	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Amarguero amarillo	2	0,45
	<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Amargo	43	9,75
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso	27	6,12
Celastraceae	<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	Mayton	6	1,36
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	Gaque	1	0,23
Cordiaceae	<i>Cordia Cylandristachya</i> Ruiz & Pav.	Salvio Negro	8	1,81
Cunoniaceae	<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav	Encenillo 1	2	0,45
	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo	7	1,59
Euphorbiaceae	<i>Alchornea grandis</i> Benth.	Montefrío	1	0,23
	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	Alchornea H Gigante	3	0,68
	<i>Croton magdalenensis</i> Müll.Arg.	Sangregado	3	0,68
Fabaceae	<i>Erythrina edulis triana ex micheli</i>	Balú, Chachafruto	1	0,23
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> (Bonpl)	Roble	2	0,45
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i> Diels	Nogal	1	0,23
Lamiaceae	<i>Cornutia odorata</i> (Poepp.) Poepp. ex Schau	Salvio	1	0,23
Lauraceae	<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	Susca	3	0,68
	<i>Nectandra</i> sp.3	Nectandra	1	0,23
	<i>Ocotea</i> sp.	Ocotea	2	0,45
	<i>Persea</i> sp.	Persea	2	0,45
Melastomataceae	<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	Coronillo	4	0,91
	<i>Miconia</i> sp	Tuno	3	0,68
	<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	Tuno 2	11	2,49
	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	Tuno Hoja Pequeña	1	0,23
Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Guarea	1	0,23
Moraceae	<i>Morus insignis</i> Bureau	Arracacho	3	0,68
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Arrayán 8	3	0,68
	<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	Arrayán 3	1	0,23
	<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	Arrayán 4	1	0,23
	<i>Myrcia</i> sp.2	Arrayan 2	4	0,91
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	Arrayán 1	42	9,52

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	%
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Arrayan negro	10	2,27
	<i>Psidium pedicellatum</i> McVaugh	Arrayán 9	1	0,23
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	Urapán	1	0,23
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	Chuguacá	22	4,99
	<i>Hieronyma scabrida</i> (Tul.) Müll.Arg.	Chuguacá 1	1	0,23
Piperaceae	<i>Piper arboreum</i> Aubl	Cordoncillo 1	5	1,13
	<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Cordoncillo	2	0,45
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Espadero	16	3,63
	<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	Cucharo	12	2,72
Rhamnaceae	<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	Ojo de perdiz	4	0,91
Rosaceae	<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	Mortiño	5	1,13
Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	Quino	4	0,91
	<i>Palicourea acuminata</i> (Benth.) Borhidi	Silvo silvo	1	0,23
	<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	Tinto 1	3	0,68
	<i>Palicourea paniculata</i> Wernham (L. f.) P.L.R. Moraes & C.M. Taylor	Tinto 2	1	0,23
	<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	Tinto 3	2	0,45
	<i>Randia aculeata</i> L.	Espino 1	1	0,23
Rutaceae	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schltld. & Cham.	Tachuelo	10	2,27
Salicaceae	<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav	Chirlobirto	37	8,39
	<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	Espino	5	1,13
	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	Corono	40	9,07
Solanaceae	<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	Uvito	9	2,04
	<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	Solanum	1	0,23
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	Mote	4	0,91
Verbenaceae	<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	Cajeto	2	0,45
	<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F. Blake	Cajeto	4	0,91
	<i>Citharexylum sulcatum</i> Moldenke	Cajeto de Páramo	9	2,04
	<i>Duranta mutisii</i> L.f.	Garbancillo	1	0,23
	<i>Petrea arborea</i> Kunth	Corona de reina	7	1,59
Virbunaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Sauco de monte	2	0,45
TOTAL			441	100

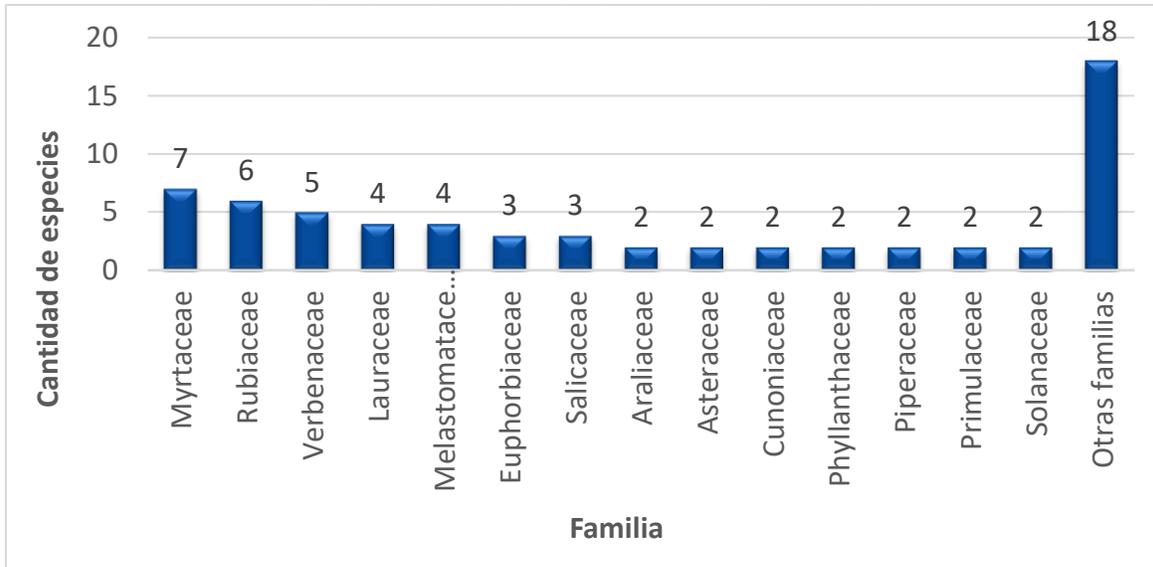
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-48 se presentan las 15 familias con mayor número de especies en la cobertura evaluada, dentro de las que se destacan Myrtaceae y Rubiaceae con 7 y 6 especies, respectivamente y Verbenaceae con 5 especies y Lauraceae y Melastomataceae con cuatro (4) especies cada una y la familia Euphorbiaceae y Salicaceae con 3 individuos cada una, de otra parte, siete (7) familias presentan dos (2) especies y las demás familias una (1) especie.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

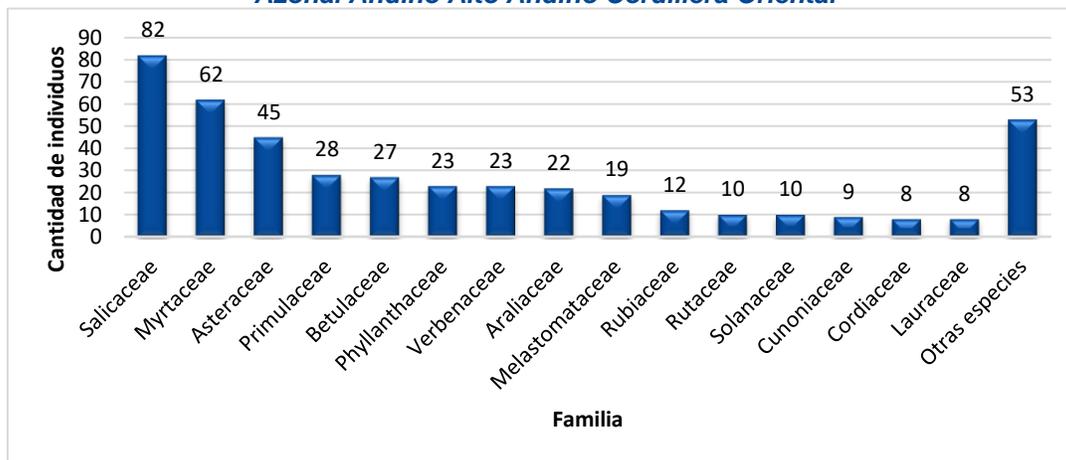
Figura 5-48. Distribución de especies por familia en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Con respecto a la abundancia por familia, en la Figura 5-49 se puede observar la distribución de individuos por familia, evidenciándose que la familia Myrtaceae con 82 individuos siendo la de mayor abundancia, seguido de las familias Myrtaceae con 62 y Asteraceae con 45; aparecen las familias Primulaceae, Betulaceae y Phyllanthaceae con 28, 27 y 23 individuos respectivamente.

Figura 5-49. Distribución de individuos por familia en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Estructura horizontal Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

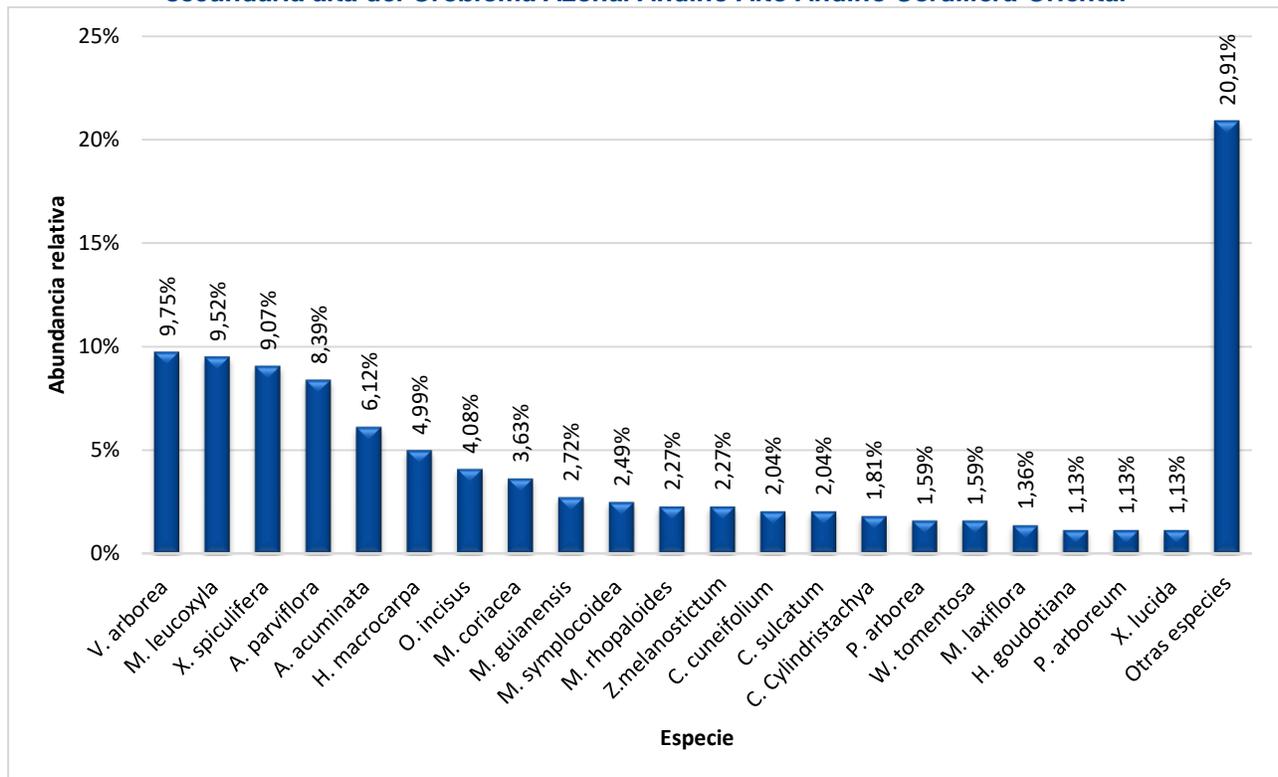
La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias relativas, que conforman el Índice de Valor de Importancia (IVI).

Para analizar la estructura horizontal se empleó el IVI, el cociente de mezcla, la densidad y el grado de agregación de las especies encontradas en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

- ◇ Abundancia (AB%)

De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema se reportan 64 especies, cuya abundancia se caracteriza por ser escasa. En cuanto a la abundancia relativa está indicada que las especies *Verbesina arborea*, *Myrcianthes leucoxylla* y *Xylosma spiculifera* presenta una distribución más amplia en comparación con las demás especies como se observa en la Figura 5-50, lo cual probablemente se deba a que en los primeros estadios de la sucesión jugaron un papel muy importante para la recuperación de la cobertura objeto de estudio, ya que ambas son especies de carácter heliófilo y presentes en zonas perturbadas.

Figura 5-50. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

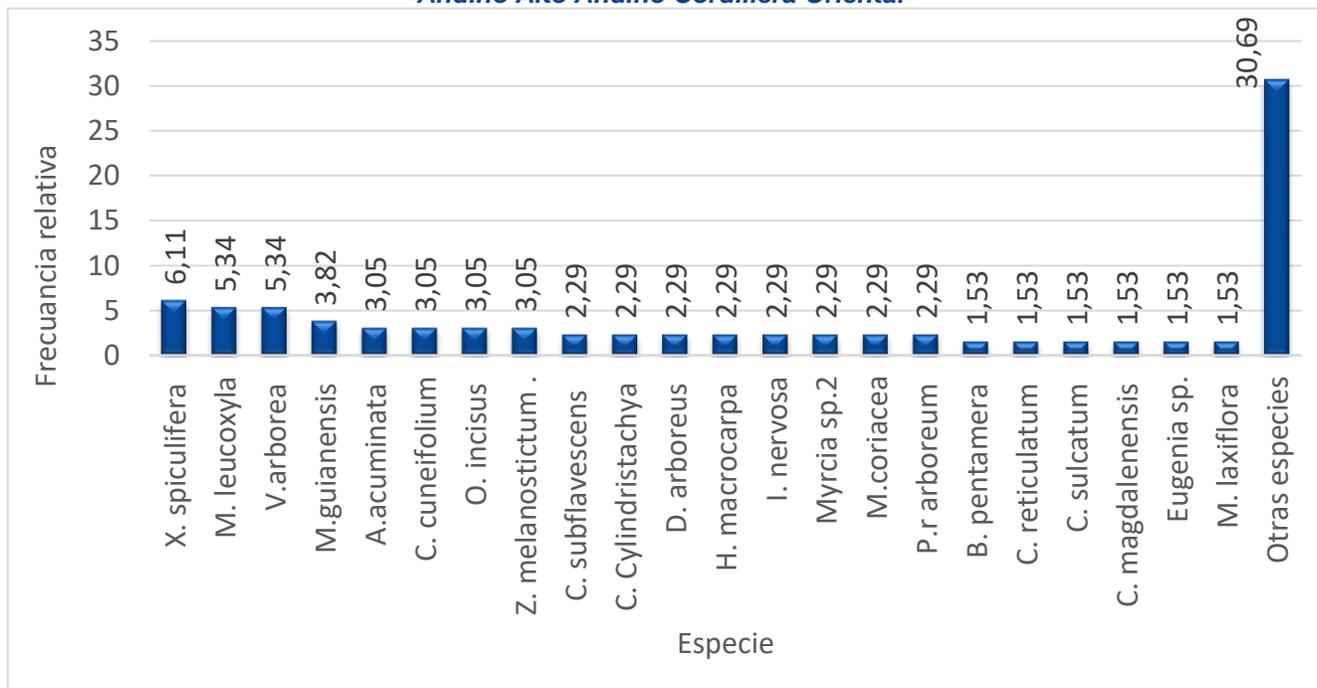


Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Frecuencia (FR%)

En la Figura 5-51 se presenta la distribución de la frecuencia relativa de las especies Vegetación secundaria alta, dentro de las cuales se destacan *Xylosma spiculifera* (6,11%), *Myrcianthes leucoxyla* y *Verbesina arborea* con porcentaje de 5,34% cada una, como las más frecuentes. Tres (4) especies arrojan un valor de 3,05% y las especies restantes registran un porcentaje de 58,19% entre el rango de 1,53% a 2,29%

Figura 5-51. Distribución Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

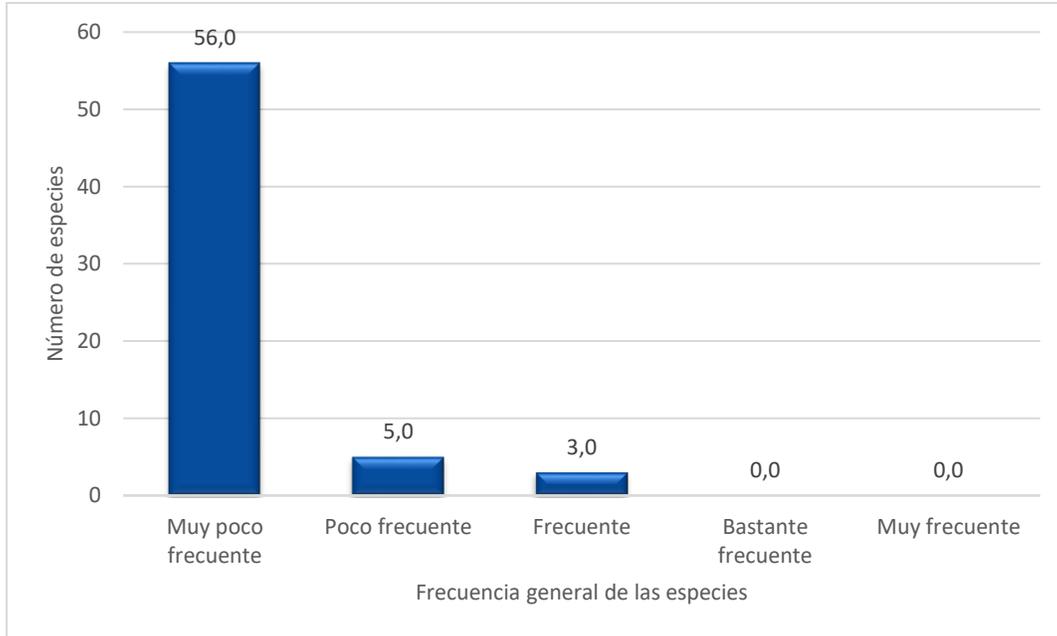


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la información presentada en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se encontró un total de 441 individuos pertenecientes a 64 especies. De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema existen 64 especies de las cuales 56 corresponden a la categoría de muy poco frecuentes, 5 especies son poco frecuentes, 3 especies son frecuentes y en las categorías de bastante frecuentes y muy frecuentes no aparece ninguna especie (Figura 5-52).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-52. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



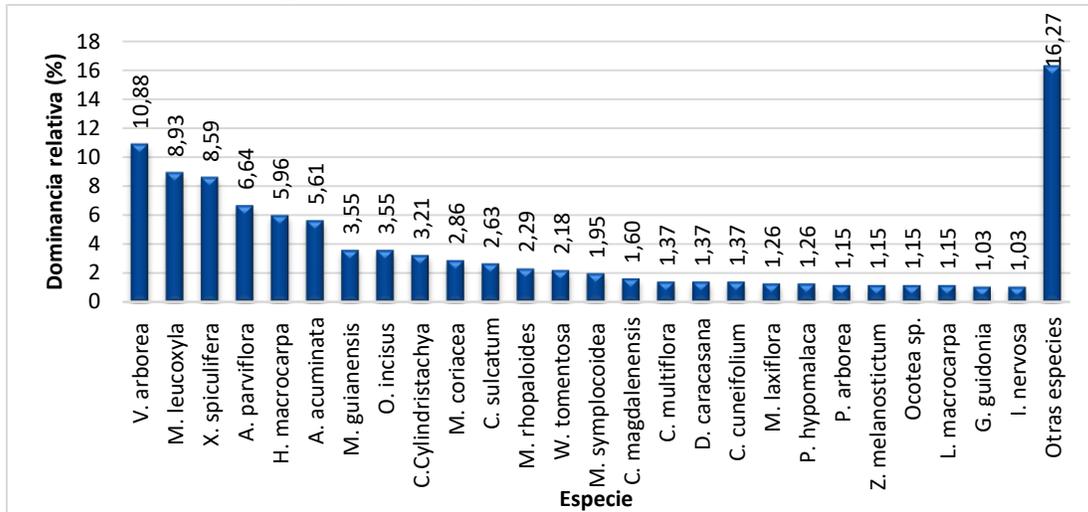
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Dominancia Relativa (DO%)

En términos de dominancia, la especie más dominante fue *Verbesina arborea* con el 10,88% (43 individuos), seguida de la especie *Myrcianthes leucoxylo* con el 8,93% (42 individuos), la especie *Xylosma spiculifera* con 8,59% (40 individuos) y la especie *Abatia parviflora* con 6,64% (37 individuos) como manifestación del espacio ocupado por las especies mencionadas, esto se debe a que estas especies presentaron los valores más altos de área basal, es decir son las especies que ocupan mayor área y por lo tanto realizan un mayor aporte de biomasa (Figura 5-53).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-53. Distribución de Dominancia Relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

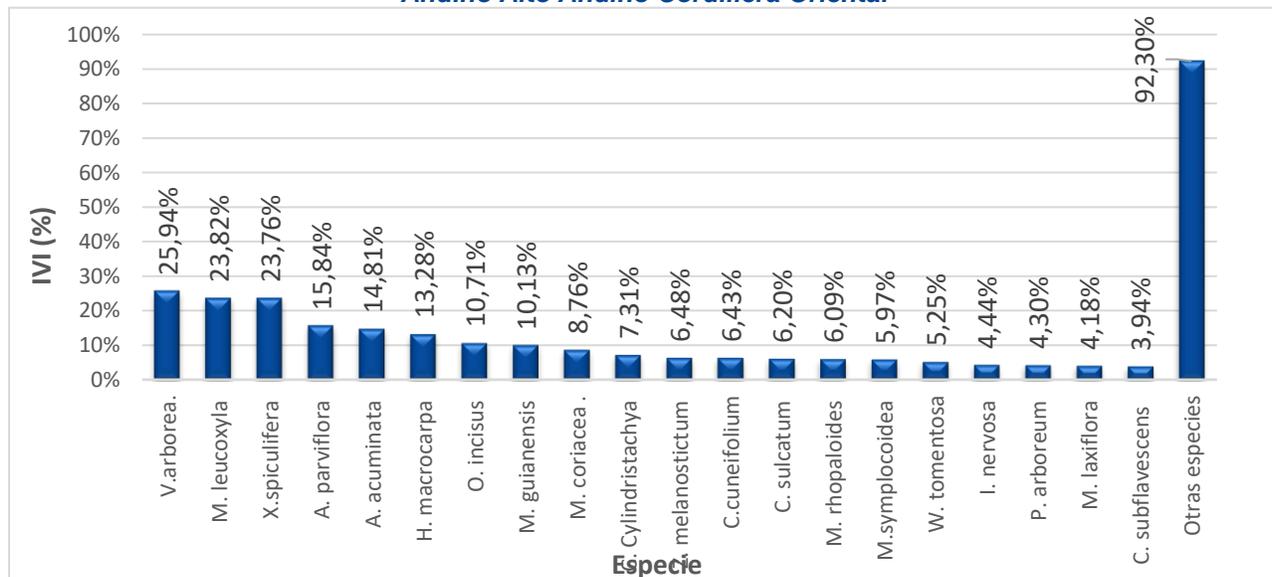


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Índice de valor de importancia (I.V.I)

De acuerdo con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y la Figura 5-54 se encontró que la especie de mayor importancia dentro del ecosistema fueron las especies *Verbesina arborea* y *Myrcianthes leucoxylla* con un IVI de 25,9% y 23,8% respectivamente; las demás especies se encuentran acumulando un IVI del 66,4% como se observa a continuación.

Figura 5-54. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-34. Índice de Valor de Importancia de Vegetación secundaria alta del Orobionoma Azonal Andino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	NI	AR	DR	FR	IVI
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	43	9,75%	10,84%	5,34%	25,90%
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	42	9,52%	8,95%	5,34%	23,80%
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	40	9,07%	8,59%	6,11%	23,80%
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav	37	8,39%	6,69%	0,76%	15,80%
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	27	6,12%	5,64%	3,05%	14,80%
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	22	4,99%	6,00%	2,29%	13,30%
<i>Oreopanax incisus</i> Decne. & Planch.	18	4,08%	3,57%	3,05%	10,70%
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	12	2,72%	3,59%	3,82%	10,10%
<i>Myrsine coriacea</i> (sueco) R. Br. ex Roem. & Schult.	16	3,63%	2,85%	2,29%	8,80%
<i>Cordia Cylindristachya</i> Ruiz & Pav.	8	1,81%	3,20%	2,29%	7,30%
<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schtdl. & Cham.	10	2,27%	1,16%	3,05%	6,50%
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	9	2,04%	1,34%	3,05%	6,40%
<i>Citharexylum sulcatum</i> Moldenke	9	2,04%	2,64%	1,53%	6,20%
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	10	2,27%	2,30%	1,53%	6,10%
<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	11	2,49%	1,95%	1,53%	6,00%
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	7	1,59%	2,14%	1,53%	5,30%
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	5	1,13%	1,02%	2,29%	4,40%
<i>Piper arboreum</i> Aubl	5	1,13%	0,88%	2,29%	4,30%
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	6	1,36%	1,29%	1,53%	4,20%
<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F. Blake	4	0,91%	0,74%	2,29%	3,90%
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	4	0,91%	0,69%	2,29%	3,90%
<i>Croton magdalenensis</i> Müll.Arg.	3	0,68%	1,58%	1,53%	3,80%
<i>Myrcia</i> sp.2	4	0,91%	0,62%	2,29%	3,80%
<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	3	0,68%	1,29%	1,53%	3,50%
<i>Petrea arborea</i> Kunth	7	1,59%	1,16%	0,76%	3,50%
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	5	1,13%	0,63%	1,53%	3,30%
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	4	0,91%	1,35%	0,76%	3,00%
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	4	0,91%	0,49%	1,53%	2,90%
<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	2	0,45%	0,93%	1,53%	2,90%
<i>Morus insignis</i> Bureau	3	0,68%	0,70%	1,53%	2,90%
<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	4	0,91%	1,13%	0,76%	2,80%
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav	2	0,45%	0,85%	1,53%	2,80%
<i>Eugenia</i> sp.	3	0,68%	0,53%	1,53%	2,70%
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	5	1,13%	0,84%	0,76%	2,70%
<i>Miconia</i> sp	3	0,68%	0,46%	1,53%	2,70%
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	1	0,23%	1,38%	0,76%	2,40%
<i>Ocotea</i> sp.	2	0,45%	1,14%	0,76%	2,40%



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

NOMBRE CIENTÍFICO	NI	AR	DR	FR	IVI
<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	3	0,68%	0,90%	0,76%	2,30%
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	2	0,45%	0,32%	1,53%	2,30%
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	3	0,68%	0,75%	0,76%	2,20%
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	2	0,45%	0,25%	1,53%	2,20%
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	4	0,91%	0,52%	0,76%	2,20%
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	0,23%	1,02%	0,76%	2,00%
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	2	0,45%	0,62%	0,76%	1,80%
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	2	0,45%	0,36%	0,76%	1,60%
<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	2	0,45%	0,27%	0,76%	1,50%
<i>Persea</i> sp.	2	0,45%	0,31%	0,76%	1,50%
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	2	0,45%	0,21%	0,76%	1,40%
<i>Cornutia odorata</i> (Poepp.) Poepp. ex Schau	1	0,23%	0,30%	0,76%	1,30%
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	1	0,23%	0,33%	0,76%	1,30%
<i>Nectandra</i> sp.	1	0,23%	0,35%	0,76%	1,30%
<i>Alchornea grandis</i> Benth.	1	0,23%	0,16%	0,76%	1,20%
<i>Duranta mutisii</i> L.f.	1	0,23%	0,20%	0,76%	1,20%
<i>Erythrina edulis triana</i> ex micheli	1	0,23%	0,23%	0,76%	1,20%
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	1	0,23%	0,20%	0,76%	1,20%
<i>Hieronyma scabrada</i> (Tul.) Müll.Arg.	1	0,23%	0,18%	0,76%	1,20%
<i>Juglans neotropica</i> Diels	1	0,23%	0,24%	0,80%	1,20%
<i>Myrcia popayanensis</i> Hierón.	1	0,23%	0,22%	0,76%	1,20%
<i>Palicourea acuminata</i> (Benth.) Borhidi	1	0,23%	0,16%	0,76%	1,20%
<i>Palicourea paniculata</i> Wernham(L. f.) P.L.R. Moraes & C.M. Taylor	1	0,23%	0,22%	0,76%	1,20%
<i>Randia aculeata</i> L.	1	0,23%	0,23%	0,76%	1,20%
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0,23%	0,10%	0,76%	1,10%
<i>Psidium pedicellatum</i> McVaugh	1	0,23%	0,12%	0,76%	1,10%
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	1	0,23%	0,10%	0,76%	1,10%

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Cociente de mezcla

Este indicador representa la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. Para el ecosistema en análisis, este índice alcanzó un valor de 0,15 lo cual representa una relación 1:7 que indica una mezcla intensiva, ya que en el promedio cada especie está representada tan solo por siete (7) individuos, valor que es bajo con cierta proporción de mezcla con tendencia a ser heterogéneo.

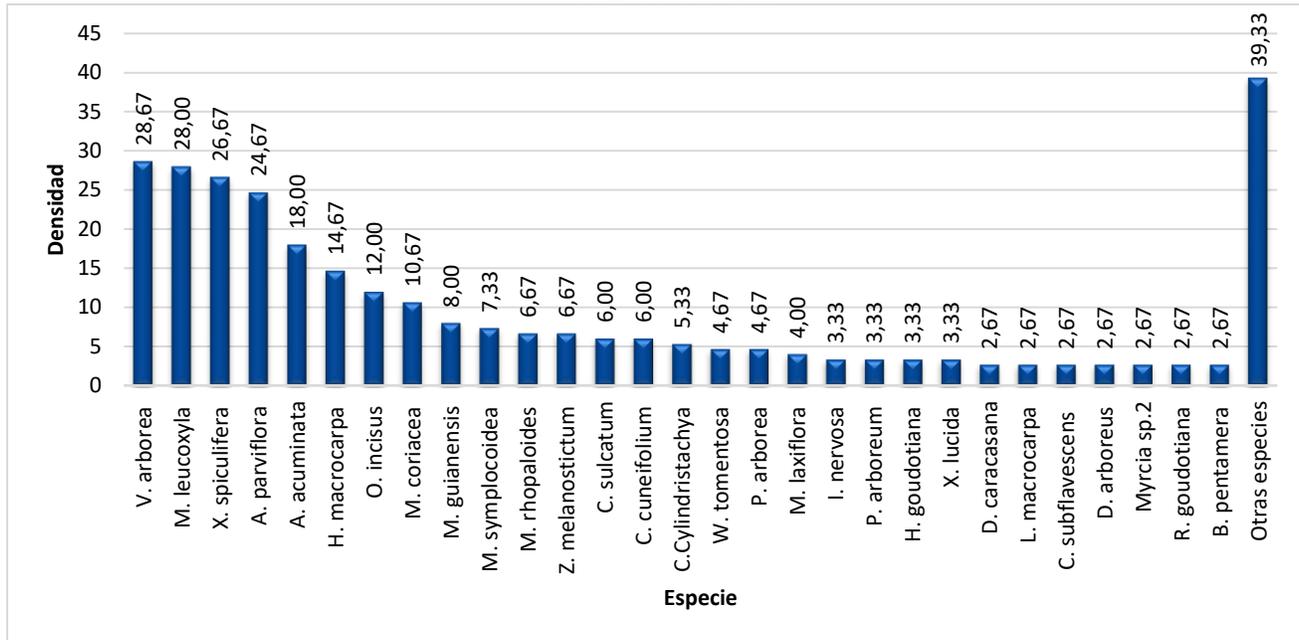
◇ Densidad

La densidad de individuos calculada para el ecosistema Bosque denso alto del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 294 ind/ha. Este cálculo se determinó a partir del número de individuos por unidad de área. Dicho cálculo guarda una relación directa con la abundancia de individuos dentro del ecosistema.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

El comportamiento de la misma se observa en la Figura 5-55, en la que se aprecia que las especies con mayor número de individuos por hectárea son *Verbesina arborea* y el *Myrcianthes leucoxylla*.

Figura 5-55. Densidad de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Grado de agregación

El grado de agregación de las especies determina la distribución espacial de las especies. (Hernández, et al., 2018), es decir, permite identificar aquellas especies que tienden a crecer formando aglomeraciones o grupos dentro de la unidad muestreada. Según el Ministerio de ambiente (2002), cuando el GA < 1, indica que la especie se encuentra dispersa, cuando el GA es >1 y <2 hay tendencia al agrupamiento y cuando el GA > 2, indica que las especie tiene una distribución agrupada. Este índice permitió determinar que dentro de las 64 especies existentes en el ecosistema analizado 22 de ellas presentan un grado de agregación de tipo disperso, 19 con tendencia al agrupamiento y 23 con distribución agrupada (Ver Tabla 5-35 y Figura 5-56).

Tabla 5-35. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	Ga	Ga Rango
<i>Alchornea grandis Benth.</i>	0,981	Dispersa
<i>Citharexylum reticulatum Kunth</i>	0,981	Dispersa
<i>Clusia multiflora (Kunth)</i>	0,981	Dispersa
<i>Cornutia odorata (Poepp.) Poepp. ex Schau</i>	0,981	Dispersa
<i>Duranta mutisii L.f.</i>	0,981	Dispersa
<i>Erythrina edulis triana ex micheli</i>	0,981	Dispersa



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La
Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

NOMBRE CIENTÍFICO	Ga	Ga Rango
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	0,981	Dispersa
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	0,981	Dispersa
<i>Hieronyma scabrida</i> (Tul.) Müll.Arg.	0,981	Dispersa
<i>Juglans neotropica</i> Diels	0,981	Dispersa
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	0,981	Dispersa
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	0,981	Dispersa
<i>Myrcia popayanensis</i> Hierón.	0,981	Dispersa
<i>Nectandra</i> sp.	0,981	Dispersa
<i>Palicourea acuminata</i> (Benth.) Borhidi	0,981	Dispersa
<i>Palicourea paniculata</i> Wernham(L. f.) P.L.R. Moraes & C.M. Taylor	0,981	Dispersa
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	0,981	Dispersa
<i>Psidium pedicellatum</i> McVaugh	0,981	Dispersa
<i>Randia aculeata</i> L.	0,981	Dispersa
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	0,981	Dispersa
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	0,939	Dispersa
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav	0,939	Dispersa
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav	36,31	Distribución Agrupada
<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	2,944	Distribución Agrupada
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	2,944	Distribución Agrupada
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	5,829	Distribución Agrupada
<i>Citharexylum sulcatum</i> Moldenke	4,226	Distribución Agrupada
<i>Cordia Cylandristachya</i> Ruiz & Pav.	2,403	Distribución Agrupada
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	3,926	Distribución Agrupada
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	4,907	Distribución Agrupada
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	6,609	Distribución Agrupada
<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	3,926	Distribución Agrupada
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	2,817	Distribución Agrupada
<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	5,166	Distribución Agrupada
<i>Myrcianthes leucoxylo</i> (Ortega) McVaugh	4,467	Distribución Agrupada
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	4,696	Distribución Agrupada
<i>Myrsine coriacea</i> (sueco) R. Br. ex Roem. & Schult.	4,807	Distribución Agrupada
<i>Oreopanax incisus</i> Decne. & Planch.	3,886	Distribución Agrupada
<i>Petrea arborea</i> Kunth	6,870	Distribución Agrupada
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	3,926	Distribución Agrupada
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	4,573	Distribución Agrupada
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	3,2875	Distribución Agrupada
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	2,348	Distribución Agrupada

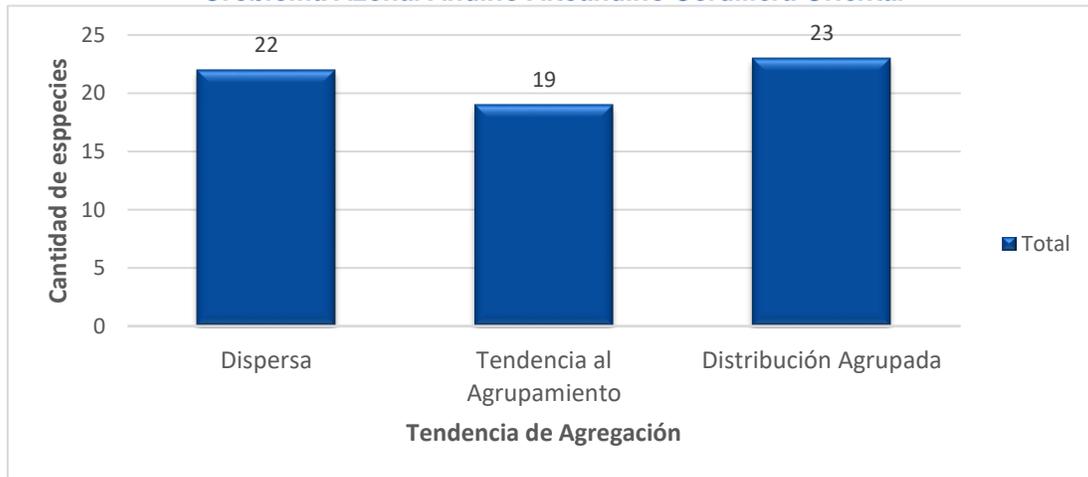


Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

NOMBRE CIENTÍFICO	Ga	Ga Rango
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	3,508	Distribución Agrupada
<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schldl. & Cham.	2,158	Distribución Agrupada
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	1,878	Tendencia al Agrupamiento
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	1,943	Tendencia al Agrupamiento
<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F. Blake	1,201	Tendencia al Agrupamiento
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	1,963	Tendencia al Agrupamiento
<i>Croton magdalenensis</i> Müll.Arg.	1,408	Tendencia al Agrupamiento
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	1,201	Tendencia al Agrupamiento
<i>Eugenia</i> sp.	1,408	Tendencia al Agrupamiento
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	1,502	Tendencia al Agrupamiento
<i>Miconia</i> sp	1,408	Tendencia al Agrupamiento
<i>Morus insignis</i> Bureau	1,408	Tendencia al Agrupamiento
<i>Myrcia</i> sp.2	1,201	Tendencia al Agrupamiento
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1,980	Tendencia al Agrupamiento
<i>Ocotea</i> sp.	1,963	Tendencia al Agrupamiento
<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	1,408	Tendencia al Agrupamiento
<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	1,96	Tendencia al Agrupamiento
<i>Persea</i> sp.	1,96	Tendencia al Agrupamiento
<i>Piper arboreum</i> Aubl	1,502	Tendencia al Agrupamiento
<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	1,963	Tendencia al Agrupamiento
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	1,963	Tendencia al Agrupamiento

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Figura 5-56. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Estructura vertical
- ◇ Estratificación vertical

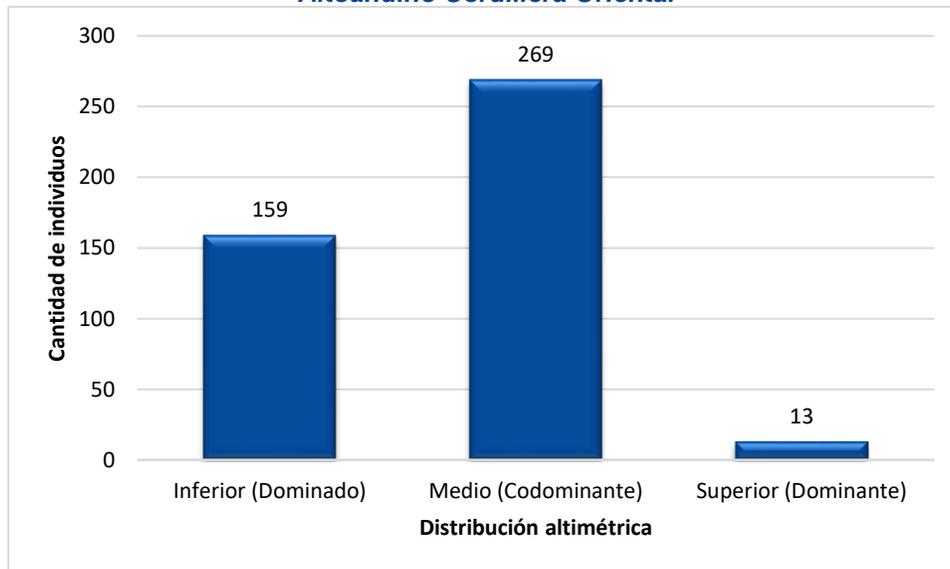
El inventario forestal realizado a través de un muestreo estadístico en la cobertura Vegetación secundaria alta, permite caracterizar y establecer tres (3) categorías de estrato de acuerdo con la altura total de los árboles. Para este caso se encontró que el intervalo de clase de alturas con mayor número de individuos fue el medio con un porcentaje del 61%, el cual agrupa los individuos con alturas entre 7 y 15 m, seguido por el estrato inferior con el 36,1% de los individuos cuyas alturas son menores a 7 m; finalmente el porcentaje menor fue para el estrato superior o dominante con 2,9%, cuyas alturas son superiores a 15 m (ver Tabla 5-36 y Figura 5-57).

Tabla 5-36. Distribución de las clases altimétricas de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

DISTRIBUCIÓN ALTIMÉTRICA	LÍMITE DE ALTURA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE
Inferior (Dominado)	≤ 7	159	36,1
Medio (Codominante)	> 7 m - ≤ 15	269	61,0
Superior (Dominante)	> 15 m	13	2,9
TOTAL		441	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Figura 5-57. Estratificación altimétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- ◇ Distribución altimétrica por clases

La vegetación secundaria alta presentó valores mínimos de 4 m y valores máximos de 22 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-37. La clase altimétrica III es la que mayor número de individuos reporta (179);



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

seguidamente aparecen las clases II y IV, con 137 y 67 individuos respectivamente; mientras que las clases VIII y IX son las de menor abundancia de individuos con 2 cada una.

Tabla 5-37. Distribución de las clases altimétricas en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

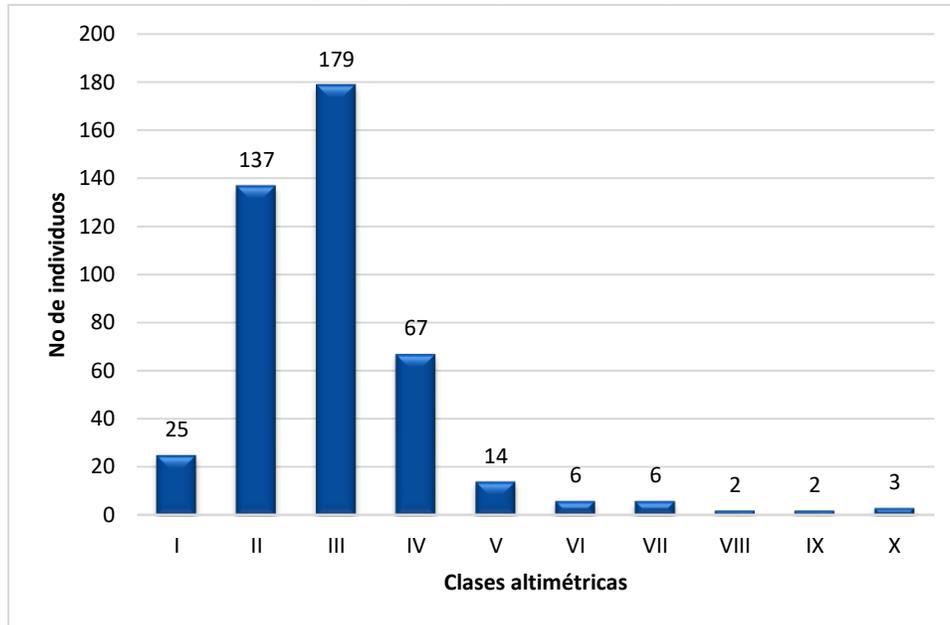
CLASE	INTERVALOS		NI	(%)
	MÍN	MÁX		
<i>I</i>	4,00	5,84	25	5,67
<i>II</i>	5,84	7,68	137	31,07
<i>III</i>	7,68	9,52	179	40,59
<i>IV</i>	9,52	11,36	67	15,19
<i>V</i>	11,36	13,20	14	3,17
<i>VI</i>	13,20	15,04	6	1,36
<i>VII</i>	15,04	16,88	6	1,36
<i>VIII</i>	16,88	18,72	2	0,45
<i>IX</i>	18,72	20,57	2	0,45
<i>X</i>	20,57	22,41	3	0,68
TOTAL			441	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-58 Se puede observar que la Vegetación secundaria alta evaluada, corresponde a una figura de tipo normal “rara”, es decir, que presenta cierta deformación o “Skewness” no sigue una distribución normal o distribución Gaussiana (también llamada campana de Gauss), permitiendo inferir que esta cobertura tiene alto grado de intervención, puesto que altimétricamente no ha mantenido su estructura vertical debido principalmente a la presión antrópica. Lo anterior se expresa gráficamente con la presencia de la mayor cantidad de individuos en las clases II y III, seguido de 67 individuos en la clase IV.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-58. Distribución altimétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Posición sociológica

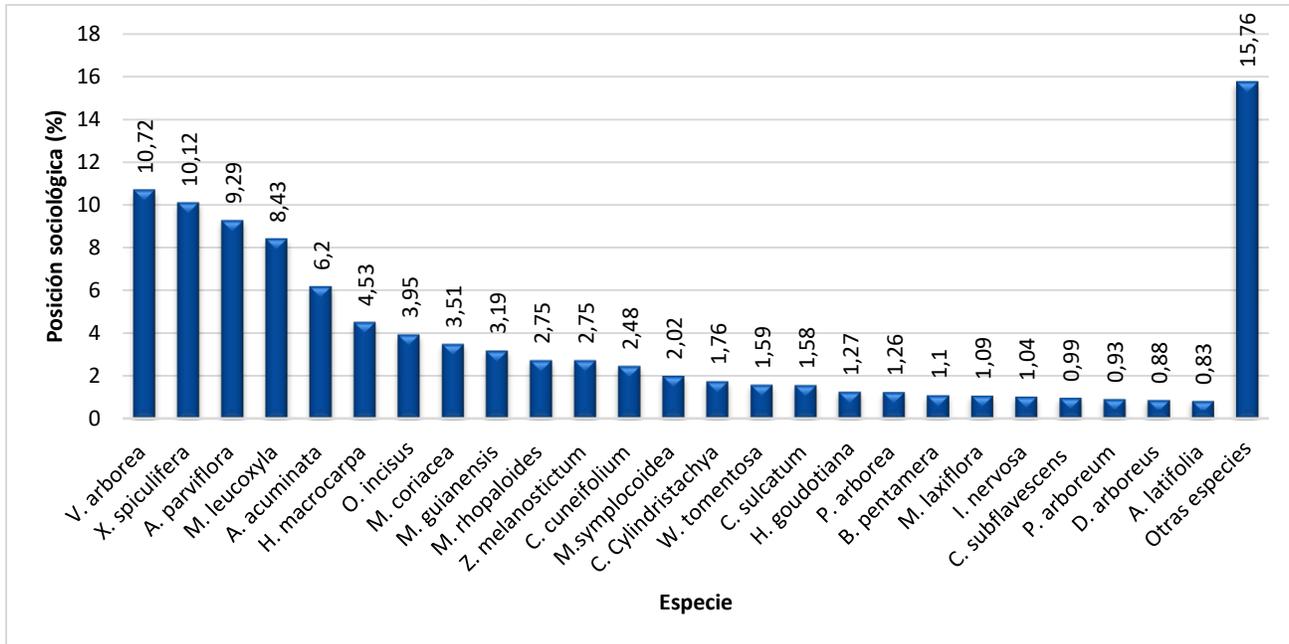
La posición sociológica, indica el valor de importancia de las especies en los diferentes estratos que componen el bosque, especialmente si se trata de bosques irregulares y heterogéneos. En la Figura 5-59 se puede observar que las especies con mayor peso sociológico (PS%) son *Verbesina arborea* (Amargo) y *Xylosma spiculifera* (Corono), con 10,72% y 10,12% respectivamente, por cuanto estas especies poseen individuos dentro de los tres (3) estratos definidos (Inferior, Medio y Superior); también se puede apreciar que la sumatoria de las 31 especies más representativas es del 69,6%, y las especies que aparecen como otras especies es de 9,49%

Lo anterior está relacionado con el Índice de Valor de Importancia, puesto que, aquellas especies que tiene predominio en la vegetación secundaria alta (altos valores en Abundancia, Dominancia y Frecuencia), también presentan los mayores valores en posición sociológica, sin embargo, no se identifican especies con valores amplios respecto a las demás, lo cual permite concluir que el bosque evaluado es heterogéneo tanto en diversidad como en estructura vertical.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-59. Posición sociológica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Estructura total o dinámica

La diversidad de un bosque se caracteriza no solo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes para la práctica forestal son el diámetro a la altura de pecho y la altura. El análisis de la estructura diamétrica de este ecosistema muestra 10 clases diamétricas (Ver Tabla 5-38).

Tabla 5-38. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

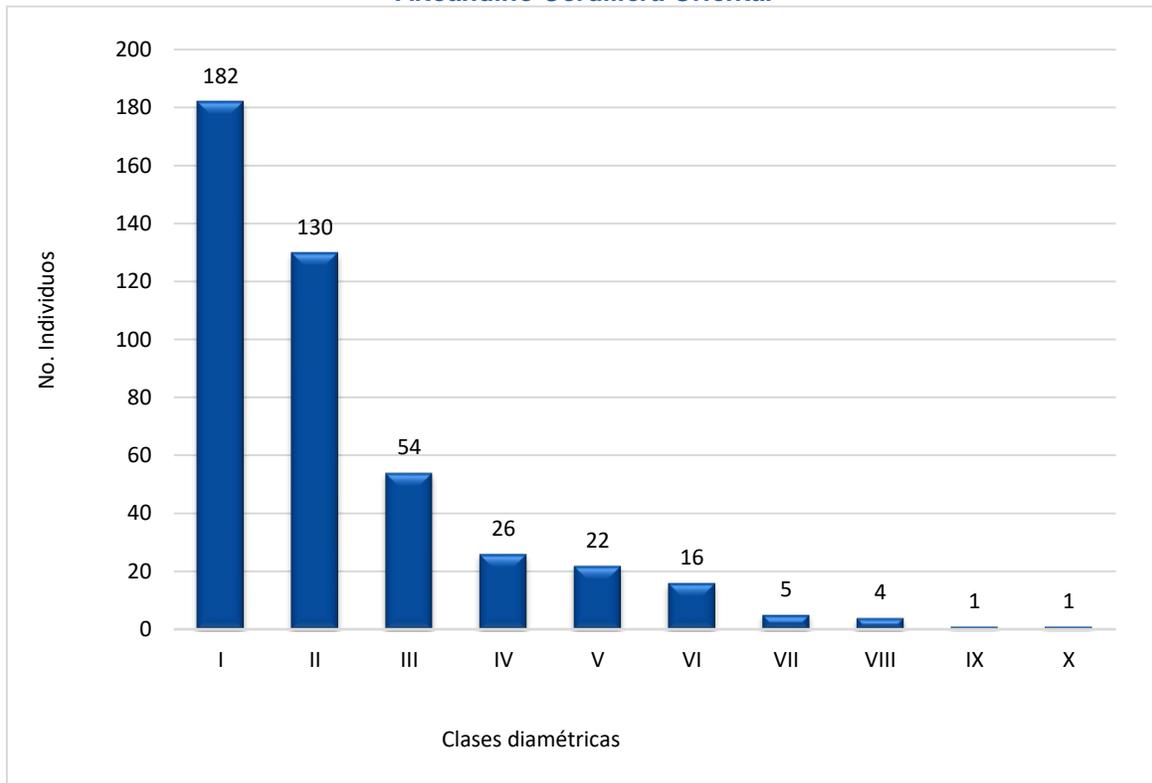
CLASE	INTERVALOS		NI	%
	MÍN	MÁX		
I	0,10	0,13	182	41,3
II	0,13	0,16	130	29,5
III	0,16	0,19	54	12,2
IV	0,19	0,22	26	5,9
V	0,22	0,25	22	5,0
VI	0,25	0,28	16	3,6
VII	0,28	0,31	5	1,1
VIII	0,31	0,34	4	0,9
IX	0,34	0,37	1	0,2
X	0,37	0,40	1	0,2
TOTAL			441	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Los resultados indican que el ecosistema Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental analizado, presenta una buena dinámica sucesional, ya que cuenta con una gran cantidad de individuos en sus estadios iniciales y va disminuyendo a medida que aumentan las clases diamétricas. Sin embargo, estadísticamente presenta una distribución en J invertida. (ver Figura 5-60).

Figura 5-60. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

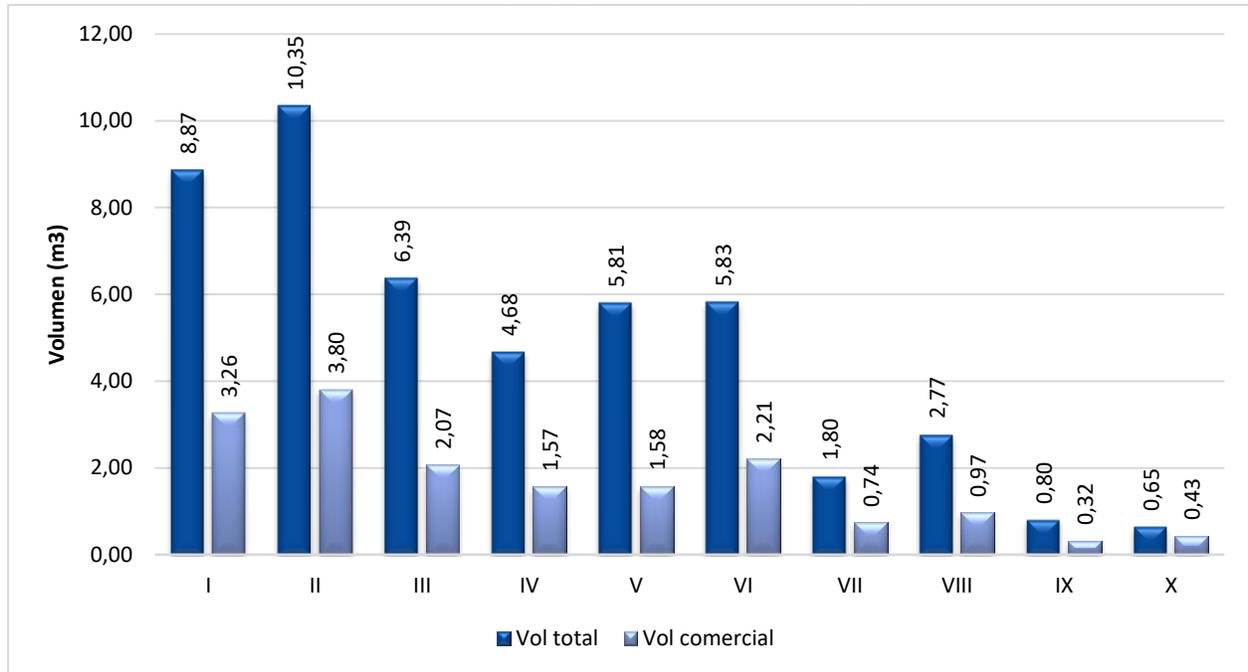
Las tres primeras clases, suman un total de 366 individuos que corresponden al 82,89% del total inventariado, esto da cuenta de “una edad temprana del ecosistema tendiente a la heterogeneidad y de procesos de regeneración activos, lo que implica que son ecosistemas tendientes a la heterogeneidad” (Melo & Vargas, 2002), este análisis concuerda con lo encontrado en cálculo del cociente de mezcla.

◇ Volumen por clase diamétrica

En la Figura 5-61 se presentan los volúmenes totales y comerciales cuantificados para cada una de las clases diamétricas establecidas para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-61. Volúmenes por clase diamétrica en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de volumen en las clases diamétricas de esta cobertura, evidenció una distribución multimodal, debido a la mezcla de especies de diferentes ritmos de crecimiento, diferentes edades, competencia entre individuos que permiten formar doseles primarios y secundarios, excesivas cortas en ciertas clases diamétricas para satisfacer demandas específicas y condiciones de sitio extremadamente diferentes (Tabla 5-39).

Tabla 5-39. Volúmenes por especie en Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	VT (M3)	VC (M3)
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	5,07	1,41
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	4,37	1,30
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	3,90	0,94
<i>Myrcianthes leucoxylla</i> (Ortega) McVaugh	3,59	1,42
<i>Abatia parviflora</i> Ruiz & Pav	3,08	0,82
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	2,54	0,97
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	1,58	0,55
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P	1,56	0,90
<i>Croton magdalenensis</i> Müll.Arg.	1,51	0,65
<i>Cordia Cylandristachya</i> Ruiz & Pav.	1,32	0,27
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	1,22	0,34
<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	1,20	0,46
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1,18	0,43
<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	0,96	0,36
<i>Citharexylum sulcatum</i> Moldenke	0,94	0,39
<i>Ocotea</i> sp.	0,88	0,40
<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	0,82	0,34
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	0,80	0,32
<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	0,75	0,21

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**



Transmisora Colombiana
de Energía S.A.S. E.S.P.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

NOMBRE CIENTÍFICO	VT (M3)	VC (M3)
<i>Clusia multiflora</i> (Kunth)	0,65	0,43
<i>Cestrum cuneifolium</i> Francey	0,61	0,18
<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schtdl. & Cham.	0,55	0,23
<i>Daphnopsis caracasana</i> Meisn.	0,53	0,36
<i>Aiouea dubia</i> (Kunth) Mez	0,48	0,11
<i>Maytenus laxiflora</i> Triana & Planch.	0,48	0,22
<i>Morus insignis</i> Bureau	0,47	0,18
<i>Weinmannia reticulata</i> Ruiz & Pav	0,41	0,13
<i>Petrea arborea</i> Kunth	0,39	0,24
<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	0,38	0,11
<i>Ilex nervosa</i> Triana & Planch.	0,38	0,23
<i>Hesperomeles goudotiana</i> (Decne.) Killip	0,37	0,17
<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	0,35	0,20
<i>Piper arboreum</i> Aubl	0,33	0,09
<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F. Blake	0,32	0,05
<i>(Quercus humboldtii</i> (Bonpl.)	0,31	0,09
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	0,28	0,07
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	0,26	0,11
<i>Myrcia</i> sp.2	0,24	0,07
<i>Eugenia</i> sp.	0,22	0,11
<i>Miconia</i> sp	0,19	0,04
<i>Persea</i> sp.	0,18	0,05
<i>Rhamnus goudotiana</i> Triana & Planch.	0,18	0,10
<i>Xylosma lucida</i> (Tul.) Sleumer	0,18	0,10
<i>Hieronyma scabrida</i> (Tul.) Müll.Arg.	0,17	0,06
<i>Nectandra</i> sp.3	0,17	0,07
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	0,13	0,08
<i>Cornutia odorata</i> (Poepp.) Poepp. ex Schau	0,13	0,02
<i>Juglans neotropica</i> Diels	0,12	0,02
<i>Myrcia acuminata</i> (Kunth) DC	0,12	0,09
<i>Toxicodendron striatum</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze	0,12	0,03
<i>Piper bogotense</i> C. DC.	0,11	0,04
<i>Palicourea perquadrangularis</i> Wernham	0,09	0,07
<i>Palicourea paniculata</i> Wernham(L. f.) P.L.R. Moraes & C.M. Taylor	0,09	0,03
<i>Erythrina edulis</i> triana ex micheli	0,09	0,02
<i>Alchornea grandis</i> Benth.	0,08	0,03
<i>Palicourea acuminata</i> (Benth.) Borhidi	0,08	0,04
<i>Duranta mutisii</i> L.f.	0,07	0,04
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	0,07	0,03
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	0,07	0,03
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	0,07	0,01
<i>Randia aculeata</i> L.	0,06	0,03
<i>Psidium pedicellatum</i> McVaugh	0,05	0,02
<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	0,05	0,01
<i>Solanum ovalifolium</i> Dunal	0,03	0,02
TOTAL	47,96	16,96

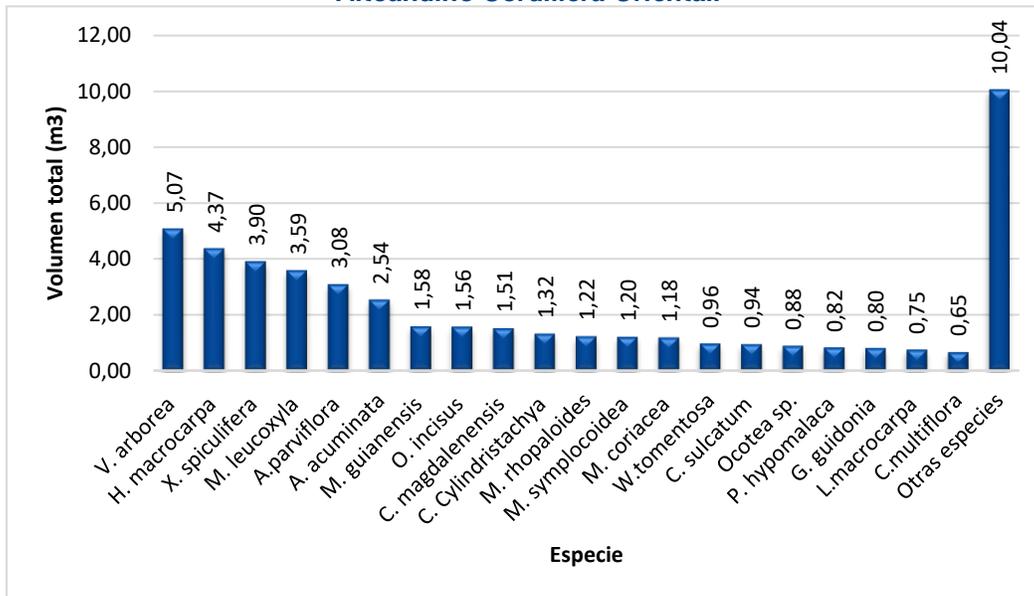
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para esta cobertura se obtuvo un volumen total de 47,96 m³ y 16,96 m³ de volumen comercial; el volumen total promedio por hectárea es de 31,97 m³ /ha. Con relación al aporte de volumen por especie, la de mayor

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

representación es *Verbesina arborea*, con 5,07 m³ reportando individuos de gran porte, tanto en altura como en DAP; seguidamente aparecen *Hieronyma macrocarpa* (4,37 m³), *Xylosma spiculifera* con volumen total de 3,9 m³ y *Myrcianthes leucoxylla* con 3,59 m³; las demás especies aportan volúmenes que oscilan entre 0,03 m³ a 3,08 m³ (Ver Figura 5-62).

Figura 5-62. Volúmenes por especie en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Índices Alfa-diversidad para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La importancia del análisis de diversidad en coberturas boscosas radica en que se pueden reconocer las zonas de alta biodiversidad o 'hot spot'. Los resultados de los diferentes índices utilizados para la caracterización de la vegetación secundaria alta se pueden observar en la Tabla 5-40.

Las medidas de este nivel de diversidad, se puede dividir en dos categorías: Índices de riqueza de especies (Margalef y Menhinick) e Índices basados en la abundancia relativa de especies (Shannon, Simpson y Berger Parker).

Tabla 5-40. Índices alfa-diversidad para la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ÍNDICE	TIPO	VALOR
<i>Índice de Margalef (Dmg)</i>	<i>Riqueza específica</i>	<i>10,35</i>
<i>Índice de Menhinick (Dmn)</i>	<i>Riqueza específica</i>	<i>3,05</i>
<i>Índice de Berger Parker (B)</i>	<i>Abundancia</i>	<i>0,09</i>
<i>Índice de Shannon (H')</i>	<i>Abundancia</i>	<i>2,08</i>
<i>Índice de Simpson (D)</i>	<i>Abundancia</i>	<i>0,98</i>

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Índices de riqueza de especies

Son esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como una medida de densidad, es decir, número de especies por unidad de área específica de colección. Estos índices de diversidad se calculan como una combinación entre el número de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N) y a estos pertenecen Margalef y Menhinick.

Estos índices, intentan medir la diversidad en función de la densidad, es decir, el número de especies/ha y de acuerdo a los resultados descritos en la Tabla 5-40 se observa que la riqueza de especies determinada a través de Margalef (10,35) y Menhinick (3,05), es alta, por tratarse de un área que cuenta con un mayor estado de protección y que pertenece, a un corredor de conservación conformado por áreas naturales protegidas de carácter regional y nacional.

◇ Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa y de acuerdo al resultado contenido en la Tabla 5-40, se puede concluir lo siguiente:

El valor de Berger &Parker varía entre 0 y 1, cuando se acerca más a 1 existe mayor dominancia y es menor la diversidad. De acuerdo al resultado obtenido de 0,09 se considera baja en diversidad el ecosistema y la dominancia.

El valor normal de Shannon está entre 2 a 3 y cuando es menor a 2, se considera bajo en diversidad, de 2 a 3,5 media diversidad y cuando es mayor a 3,5 son altos en diversidad de especies. De acuerdo al resultado obtenido de 2,08, se puede inferir que la vegetación secundaria alta del Orobionoma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta una media alta diversidad de especies.

En relación con el índice Simpson, es un indicador de dominancia más que de diversidad y su inverso es un buen indicador de diversidad de hábitat. El valor de 0,98 reportado en la Tabla 5-40 por ser cercano a 1, es menor la diversidad en este ecosistema.

◇ Análisis de regeneración natural

La caracterización de la vegetación según la fisonomía, se basa en la arquitectura común de la vegetación, constituida a partir de la configuración espacial en sentido horizontal y vertical de sus diferentes componentes (Rangel & Velásquez, 1997). Para el análisis de la regeneración natural debido a su posición sociológica en el bosque, se usa el Índice de regeneración natural (%RG), el cual determina la importancia de una especie en las categorías de tamaño inferiores (renuevos, brinzales y latizales). Las variables en este índice son la abundancia relativa, frecuencia relativa y categorías de tamaño (Cantillo, 2001).

◇ Composición florística

En la Tabla 5-41 se presenta la composición florística de la regeneración natural para la Vegetación secundaria alta, registrándose 100 individuos distribuidos en las diferentes categorías de tamaño (brinza, latizal y renuevo) definidas, las cuales se agrupan en 44 especies y 28 familias.

Tabla 5-41. Composición florística de regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

Familia	Especie	Nombre_Común	Categorías			Total
			R	B	L	
Meliaceae	Guarea guidonia (L.) Sleumer	Guarea		1	2	3
Myrtaceae	Eugenia sp. 1	Arrayán sp 1		3		3
	Myrcia sp.2	Arrayán 2	1	1	1	3
	Myrcianthes leucoxylla (Ortega) McVaugh	Arrayán 1			3	3
	Myrcianthes rhopaloides (Kunth) McVaugh.	Arrayan negro			1	1
	Myrsine guianensis (Aubl.) Kuntze	Myrsine			1	1
Phyllanthaceae	Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.	Chuguacá	1	1	1	3
Rubiaceae	Ladenbergia macrocarpa (Vahl) Klotzsch	Quino		1	2	3
	Palicourea angustifolia Kunth	Tinto 2		2	1	3
	Palicourea hypomalaca Standl.	Tinto 1		1	2	3
	Palicourea perquadrangularis Wernham	Tinto		1		1
Melastomataceae	Bellucia pentamera Naudin	Coronillo		1	2	3
	Miconia resima Naudin	Nigüito			1	1
	Miconia sp	Tuno			1	1
	Miconia symplocoidea Triana	Tuno 2	2	2	1	5
	Miconia theaezans (Bonpl.) Cogn.	Tuno Hoja Pequeña			1	1
Araliaceae	Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.	Mano de oso 2		1	2	3
	Oreopanax incisus Decne. & Planch.	Mano de oso		2	1	3
Moraceae	Morus insignis Bureau	Arracacho			2	2
Euphorbiaceae	Alchornea latifolia Sw.	Alchornea H Gigante		1		1
Aquifoliaceae	Ilex nervosa Triana & Planch.	Palo blanco			1	1
	Ilex sp. 1	Ilex 1		1		1
	Ilex sp. 2	Ilex 2		1		1
Piperaceae	Piper bogotense C. DC.	Cordoncillo 1			3	3
	Piper sp.	Cordoncillo 2	4	3	1	8
Lauraceae	Persea sp.	Persea		1	2	3
Fabaceae	Erythrina edulis triana ex micheli	Balú, Chachafruto		1	1	2
Cunoniaceae	Weinmannia tomentosa L. f.	Encenillo			1	1
Verbenaceae	Citharexylum sp	Cajeto sp			1	1
	Duranta mutisii L.f.	Garbancillo			1	1
Salicaceae	Xylosma lucida (Tul.) Sleumer	Espino			2	2
	Xylosma spiculifera (Tul.) Triana & Planch.	Corono		1	5	6
Celastraceae	Maytenus laxiflora Triana & Planch.	Mayton			2	2
Asteraceae	Barnadesia spinosa L. f.	Espino			1	1
	Verbesina arborea Kunth	Amargo	2		1	3
Clusiaceae	Clusia crenata Cuatrec.	Candelo	1			2

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Familia	Especie	Nombre_Común	Categorías			Total
			R	B	L	
Betulaceae	Alnus acuminata Kunth	Aliso	1	2	1	4
Fagaceae	Quercus humboldtii Bonpl.	Roble		3		3
Rosaceae	Hesperomeles goudotiana (Decne.) Killip	Mortiño			1	1
Ericaceae	Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.	Uvo			1	1
Elaeocarpaceae	Vallea stipularis L. f.	Raque		2		2
Cordiaceae	Varronia cylindrostachya	Salvio Negro			3	3
Viburnaceae	Sambucus nigra L.	Sauco		1		1
Cecropiaceae	Cecropia sp.	Yarumo			1	1
Total			12	34	54	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de los individuos por categoría corresponde a: 12 renuevos inventariados que corresponden al 12%, 34 brinzales que representan el 34% y los latizales 54, que corresponden al 54%.

Las familias con mayor representación en número de individuos (abundancia) en las tres (3) categorías, corresponden en su orden a la Piperaceae y Salicaceae con 11 y 8 individuos, respectivamente. Las demás familias presentan valores de abundancia entre 1 a 6 individuos en promedio.

En relación con las especies, Piper sp. de la familia Piperaceae con 11 individuos, seguido de Xylosma y Miconia symplocoidea spiculifera con 6 y 5 individuos, presentan la mayor abundancia en las tres (3) categorías analizadas para la regeneración natural.

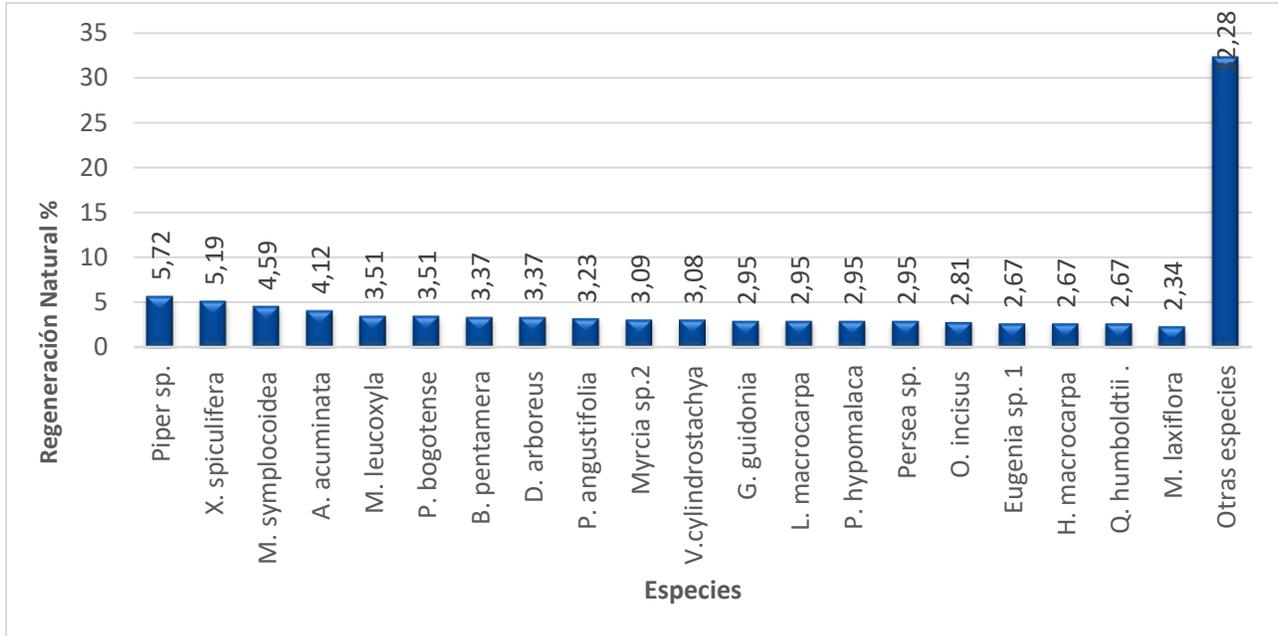
◇ Análisis de la regeneración natural de la Vegetación secundaria alta

En la Figura 5-63, se presenta la distribución de la regeneración natural relativa en la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Las especies con mayor porcentaje de regeneración natural en la cobertura analizada son Piper sp (Cordoncillo), Xylosma spiculifera. (Corono) y Miconia symplocoidea (Tuno 2), con porcentajes de 5,72% ,5,19% y 4,59% respectivamente, estos valores se deben principalmente a las abundancias y frecuencias que presentan, producto de su presencia en la mayoría de unidades de muestreo. Otras especies suman el 32,28%.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-63. Regeneración natural de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



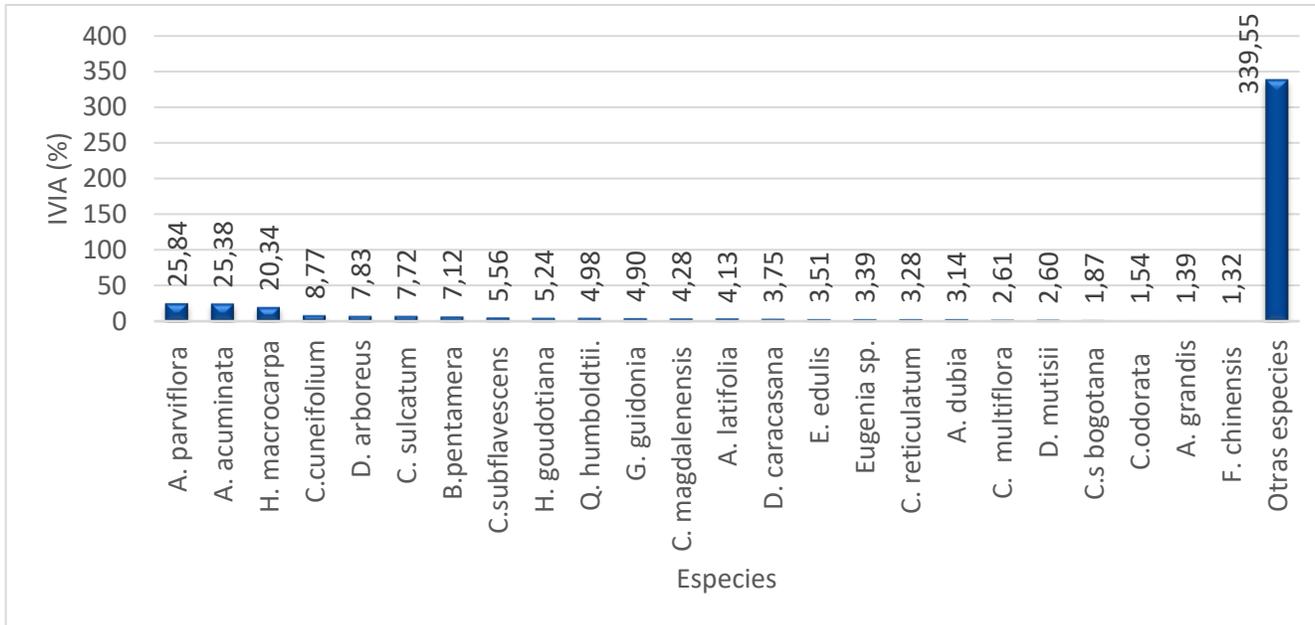
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Índice de Importancia Ecológica Ampliado (IVIA)

En la Figura 5-64 se puede observar la distribución del IVIA, reportado dentro de la cobertura evaluada, evidenciándose que *Abatia parviflora* (chirlobirlo), *Alnus acuminata* (Aliso), *Hieronyma macrocarpa* (Chuguacá), y *Cestrum cuenifolium* (Uvito) con valores de 25,84%, 25,38%, 35,3%, 30,37% y 8,77% respectivamente, son las de mayor importancia fitosociológica en la cobertura de vegetación secundaria alta. La primera especie se muestra como la más importante, debido a que posee una de las mayores representaciones en regeneración natural, el tercer valor más alto en Índice de Valor de Importancia y el segundo valor más alto en posición fitosociológica, la especie que arroja también buenos valores de regeneración, corresponde a la especie *Dendropanax arboreus* (Mano de oso). Estos resultados nos indican que estas especies tienen asegurado su permanencia en el bosque, gracias a que han encontrado buenas condiciones de luz, por caracterizarse de tipo heliófilos.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-64. Distribución del IVIA para Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Análisis sucesional

De acuerdo con Gallegos et al (2008), los grupos ecológicos permiten en cualquier bosque, reconocer y clasificar especies que poseen características biológicas y ecológicas afines y son conjuntos de individuos que utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en forma similar. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

En la cobertura de vegetación secundaria alta, se encontraron especies como *X. spiculifera*, *V. arborea* y *M. leucoxylla*. Estas especies estuvieron presentes en todos los estratos verticales y además presentan valores altos en regeneración natural para garantizar su permanencia y no se evidencia un recambio en la composición de especies. No obstante, algunas especies importantes de acuerdo con el IVI que no presentaron regeneración natural en esta cobertura fueron *A. parviflora* y *M. coriácea*.

Como se mencionó anteriormente, la especie *Piper sp* es dominante en el sotobosque y es evidente con tasas altas de regeneración, de hecho, estas especies pueden estar limitando la regeneración de especies arbóreas por competencia lumínica, pero a la vez está cumpliendo una importante tarea en la disminución de la erosión por impacto de la lluvia.

○ Perfil de vegetación de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

En la Figura 5-65, se ilustra el perfil de vegetación para la cobertura de Vegetación Secundaria Alta en la parcela levantada de 0,1 ha (20 m x 50 m). Dentro del perfil se puede observar que hay una dominancia por individuos del estrato arbóreo como el Amargo (*Verbesina arborea*) y el Espadero (*Myrsine coriacea*).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-65. Perfil de vegetación de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental
- Muestreo estadístico - Inventario forestal

Se realizó la ejecución de los muestreos forestales, implementando el método matemático y técnicas apropiadas definidos para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Subandino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de realizar la caracterización florística y evaluar su composición y estructura.

En la fase de campo, con las primeras cuatro (4) parcelas muestreadas se realizó un premuestreo, con el objeto de conocer la variabilidad del ecosistema y efectuar análisis estadístico para conocer el posible número de unidades de muestreo a implementar, de manera que se cumpliera con el error de muestreo establecido en los términos de referencia. Los principales estadígrafos utilizados se presentan en la **Tabla 5-42. Estadígrafos de premuestreo para Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental** Tabla 5-42, obteniendo como resultado que para esta cobertura se requería el levantamiento de cinco (5) parcelas para lograr un error de muestreo igual o menor al 15%.

Tabla 5-42. Estadígrafos de premuestreo para Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,4
Media Aritmética (Y)	0,65
Desviación Estándar (S)	0,07
Error Estándar (Sy)	0,03
T de Student	3,182
Coficiente de Variación (CV)%	10,22%
Error absoluto	0,11
Error relativo	16,26
Número de parcelas premuestreo	4
Número de parcelas a muestrear	5

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó control estadístico tal como lo expone el CATIE (2002). En la Tabla 5-43 se pueden observar los diferentes estadígrafos obtenidos para la Vegetación secundaria baja en la etapa de muestreo, donde se utilizaron las 4 parcelas del premuestreo y se adicionó una parcela, para cumplir con el error de muestreo (con el 95% de probabilidad) y que esté dentro de lo permitido en los términos de referencia TdR 17, para esta cobertura el error de muestreo fue de 14,86%

Tabla 5-43. Estadígrafos de muestreo para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
Área Muestreada (ha)	0,50
Media Aritmética (Y)	0,68
Desviación Estándar (S)	0,08
Error Estándar (Sy)	0,04
T de Student	2,776
Coficiente de Variación (CV)%	11,97
Error absoluto	0,10
Error relativo	14,86
Parcelas muestreadas	5

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

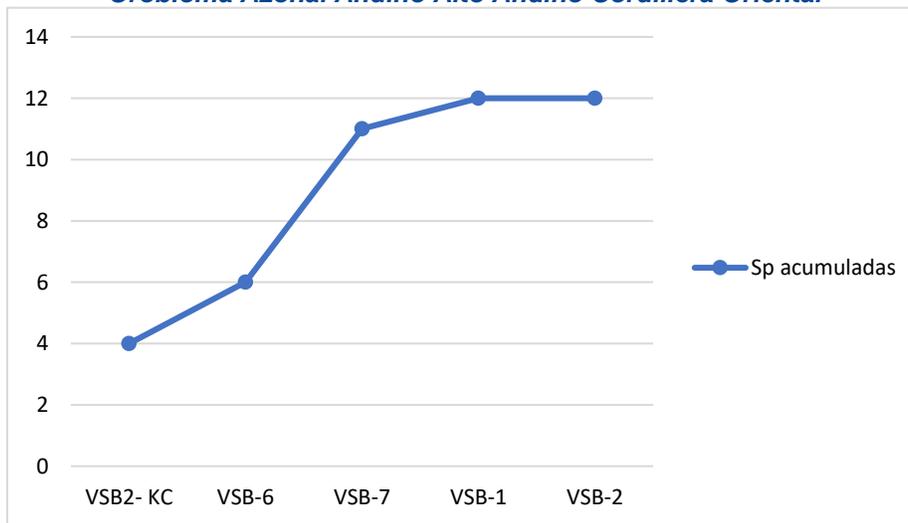
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Curva de acumulación de especies Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La Figura 5-66 permite visualizar la representatividad del muestreo (esfuerzo) y cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo.

Como se mencionó, la curva de acumulación de especies nos permite corroborar la representatividad del muestreo calculado a través del método matemático, esto quiere decir que con las cinco (5) parcelas, el tamaño de la muestra es adecuado y el proceso para el cálculo del error de muestreo calculado es válido estadísticamente, por cuanto la acumulación de especies nuevas en las diferentes parcelas de muestreo, muestran que no aparecen nuevas especies y es la razón por la cual a curva se endereza en forma acusada, por lo tanto se puede concluir que al aumentar el esfuerzo de muestreo cada vez será más difícil registrar nuevas especies en el inventario.

Figura 5-66. Curva de acumulación de especies estimadas en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Composición florística

La composición florística de los bosques está determinada principalmente por las interacciones que se presentan en el medio. Dichas interacciones, están influenciadas por las condiciones ambientales de la zona (precipitación, temperatura, humedad, etc.), sus componentes físicos, (geología, suelo, posición geográfica, etc.), y la ecología de sus especies (CATIE, 2001). En la cobertura Vegetación secundaria baja (VSB), se inventariaron 59 individuos de tamaño fustal, los cuales se encuentran distribuidos en 12 especies taxonómicas y 11 familias botánicas, como se observa en la Tabla 5-33.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

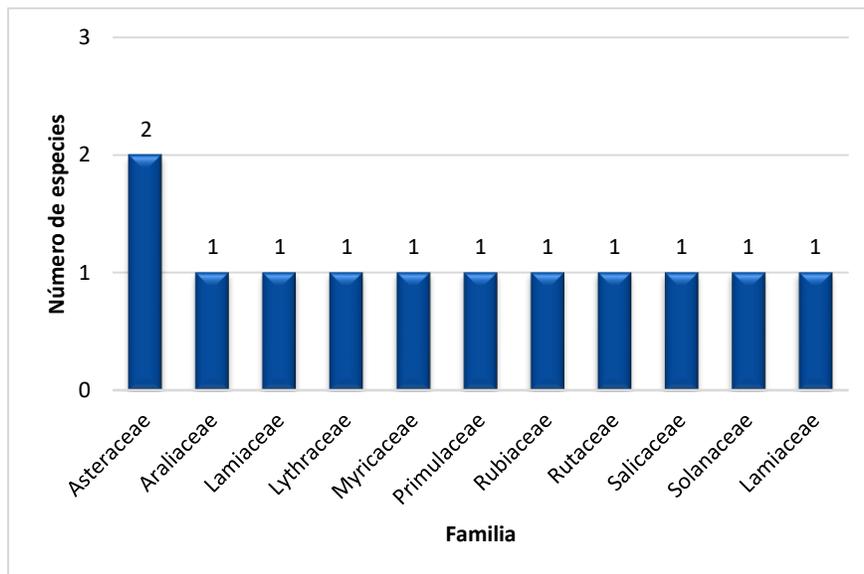
Tabla 5-44. Composición florística de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Cordillera Oriental

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NA
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P	Mano de oso	2
Asteraceae	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Amarguero amarillo	2
	<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Amargo	36
Cordiaceae	<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & pav.	Salvio negro	5
Lamiaceae	<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	Salvia blanca	2
Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Guayacán de Manizales	2
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Olivo	1
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Espadero	3
Rubiaceae	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	Café de monte	1
Rutaceae	<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schlttdl. & Cham.	Tachuelo	3
Salicaceae	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	Corono	1
Solanaceae	<i>Solanum arboreum</i> Dunal	Juanajuana negra	1
TOTAL			59

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-67 se presentan las 11 familias con su respectivo número de especies en la cobertura evaluada, dentro de las que se destaca la familia Asteraceae con dos (2) especies, las otras 10 familias tienen una (1) especie cada una. Estos resultados indican que, en este tipo de vegetación secundaria baja en el área de estudio, no se presentan familias muy diversificadas, por lo tanto, hay una equitatividad similar en cuanto a su abundancia.

Figura 5-67. Distribución de especies por familia en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

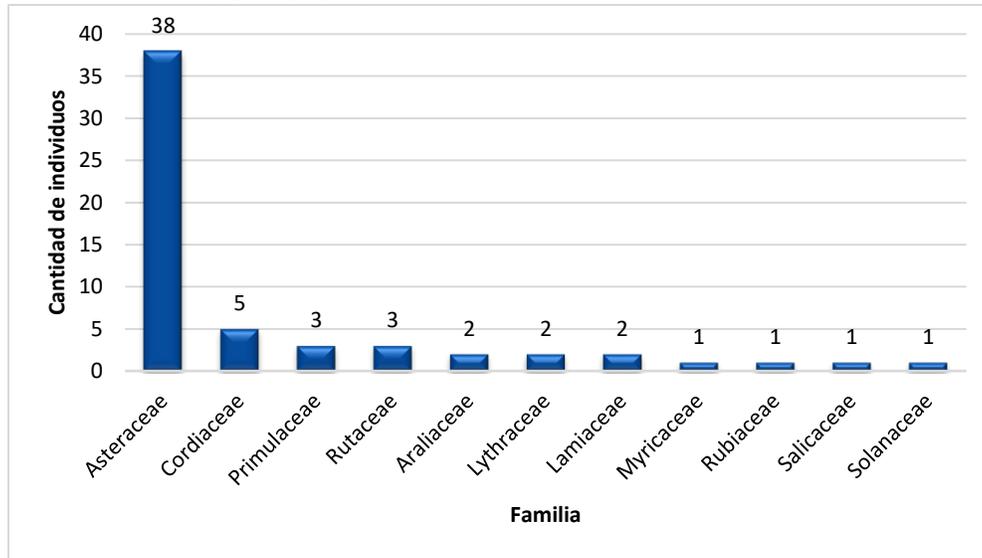


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Con respecto a la abundancia por familia, en la Figura 5-68 se puede observar la distribución de individuos por familia, evidenciándose que la Asteraceae con 38 individuos, seguido de la familia Cordiaceae con 5 individuos y las familias Primulaceae y Rutaceae con 3 individuos cada una, son las familias con mayor abundancia.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-68. Distribución de individuos por familia en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura horizontal Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias relativas, que conforman el Índice de Valor de Importancia (IVI).

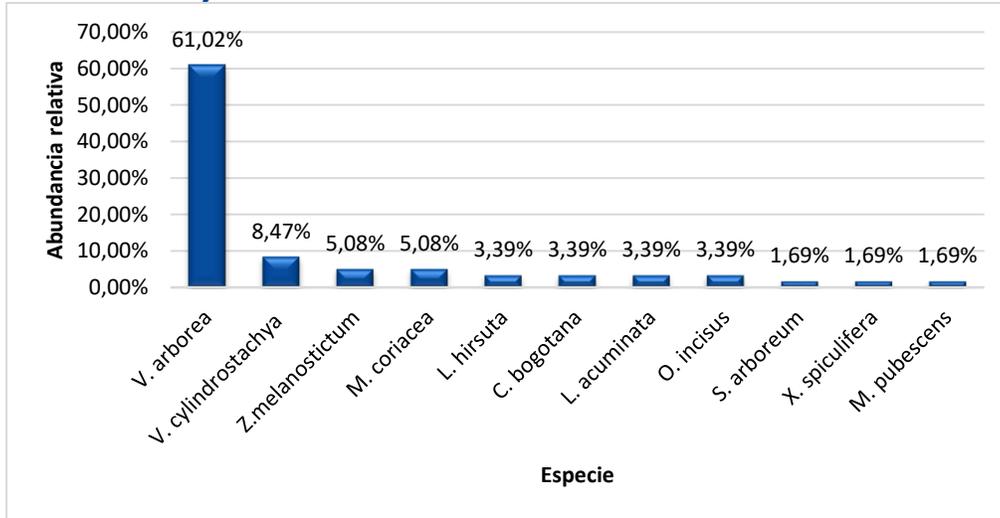
Para analizar la estructura horizontal se empleó el IVI, el cociente de mezcla, la densidad y el grado de agregación de las especies encontradas en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

- ◇ Abundancia (AB%)

De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema se reportan 12 especies, siendo las primeras cuatro especies las que mayor abundancia presentan con un 79,66%. El resto de especies tienen 20,34% de abundancia relativa como se observa en la Figura 5-69.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-69. Distribución de individuos por categoría de Abundancia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



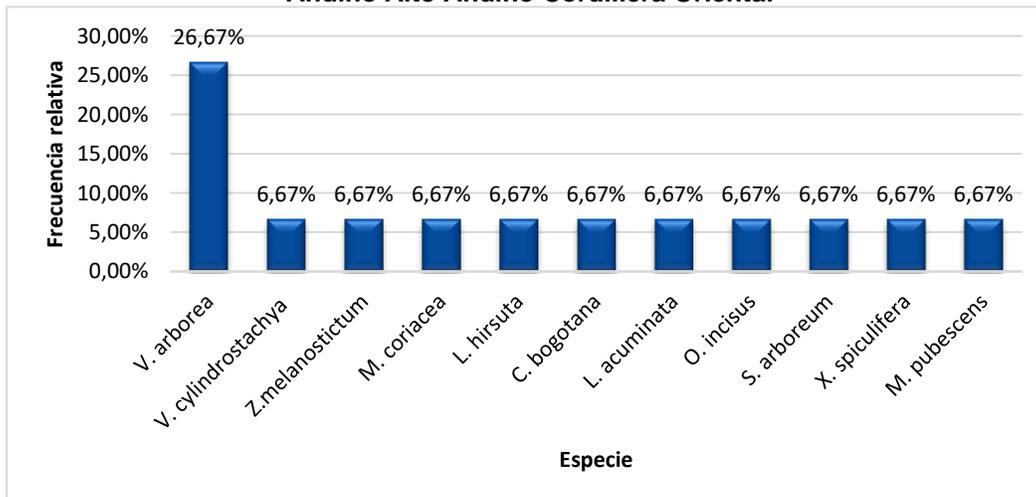
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Las especies con mayor abundancia son *Verbesina arborea* y *V. cylindrostachya*, las cuales tienen una distribución más amplia dentro del ecosistema y probablemente, en los primeros estadios de la sucesión jugaron un papel muy importante para la recuperación de la cobertura analizada, ya que ambas son especies de carácter heliófito y presentes en zonas perturbadas.

◇ Frecuencia (FR%)

En la Figura 5-70 se presenta la distribución de la frecuencia relativa de las especies de Vegetación secundaria baja, dentro de las cuales se destaca la especie *Verbesina arborea*, como la más frecuente, con porcentaje de 26,67%. Las otras (11) especies presentan cada una el porcentaje de 6,67%.

Figura 5-70. Distribución Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

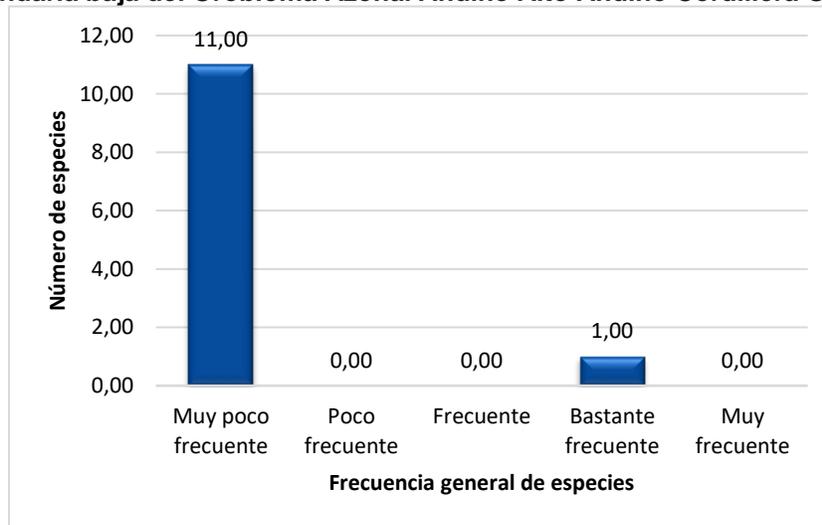


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

De acuerdo con la información presentada en la Figura 5-71 en el ecosistema de vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se encontró un total de 59 individuos pertenecientes a 12 especies. De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema existen 11 especies que corresponden a la categoría de muy poco frecuentes, y 1 especie bastante frecuente, en las categorías de frecuentes, poco frecuentes y muy frecuentes no aparece ninguna especie.

Figura 5-71. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



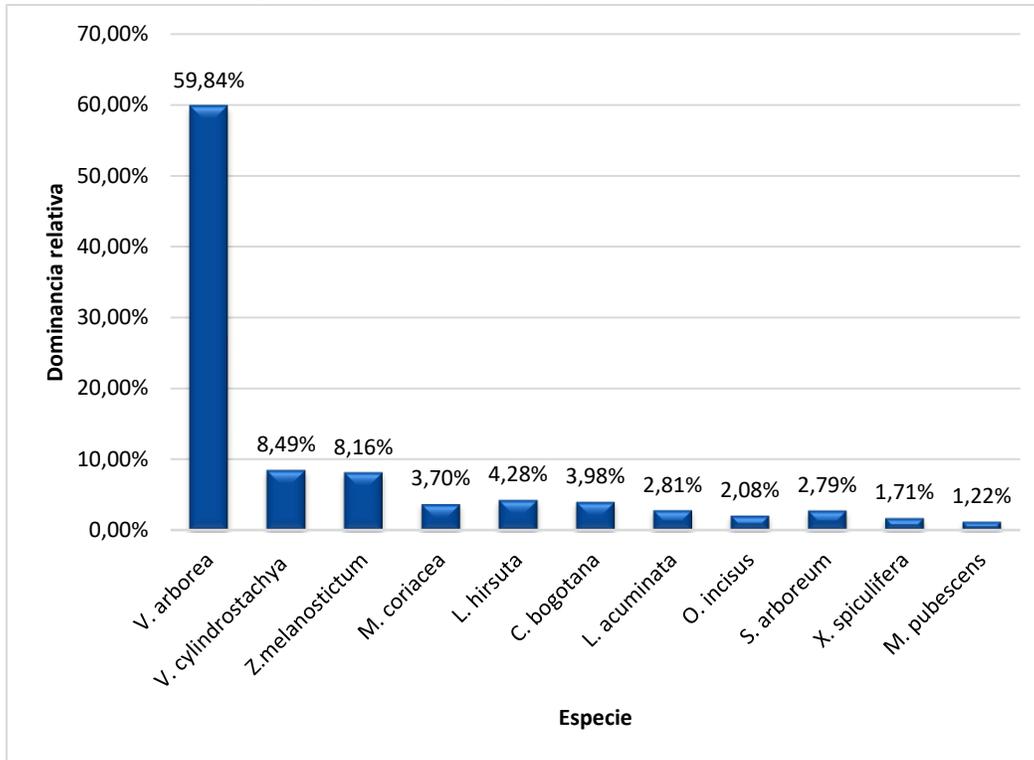
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Dominancia Relativa (DO%)

En términos de dominancia, las especies que presentan mayor dominancia relativa de las especies mencionadas, se tiene: *V. arborea* (Amargo) con el 59,84% producto de 36 individuos, *V. cylindrostachya* (Salvio negro) con 8,49% representado por 5 individuos, *Z. melanostictum* con 8,16% representado por 3 individuos, seguido por *L. hirsuta* con un valor de 4,28% de la sumatoria de 2 individuos, y *C. bogotana* (3,98%) representado con 2 individuos. Estas especies presentaron los valores más altos de área basal, es decir son las especies que ocupan mayor área y por lo tanto realizan un mayor aporte de biomasa (Figura 5-72).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-72. Distribución de Dominancia Relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Índice de valor de importancia (I.V.I)

Tabla 5-45. Índice de Valor de Importancia de Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	NI	AB%	FR%	DM%	IVI%
<i>Verbesina arborea</i> Kunth	36	61,02%	26,67%	59,84%	147,52%
<i>Varronia cylindrostachya</i> Ruiz & pav.	5	8,47%	6,67%	8,49%	23,63%
<i>Zanthoxylum melanostictum</i> Schtdl. & Cham.	3	5,08%	6,67%	8,16%	19,91%
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	3	5,08%	6,67%	3,70%	15,45%
<i>Lippia hirsuta</i> L. f.	2	3,39%	6,67%	4,28%	14,34%
<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	2	3,39%	6,67%	3,98%	14,04%
<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	2	3,39%	6,67%	2,81%	12,87%
<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P	2	3,39%	6,67%	2,08%	12,13%
<i>Solanum arboreum</i> Dunal	1	1,69%	6,67%	2,79%	11,15%
<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch.	1	1,69%	6,67%	1,71%	10,07%
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	1	1,69%	6,67%	1,22%	9,58%
<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	1	1,69%	6,67%	0,95%	9,31%

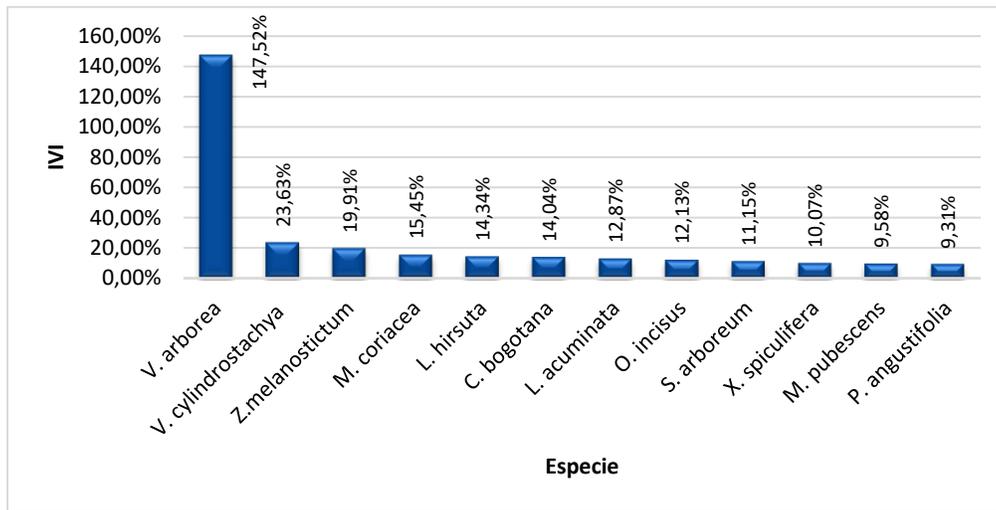
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la Tabla 5-45 y la Figura 5-73 se encontró que la especie de mayor importancia dentro del ecosistema fueron las especies *Verbesina arborea* y *Varronia cylindrostachya* con un IVI de 147,52% y 23,63%

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

respectivamente; las demás especies se encuentran entre los rangos de 9,31% a 19,91% como se observa a continuación.

Figura 5-73. Índice de Valor de Importancia de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Cociente de mezcla

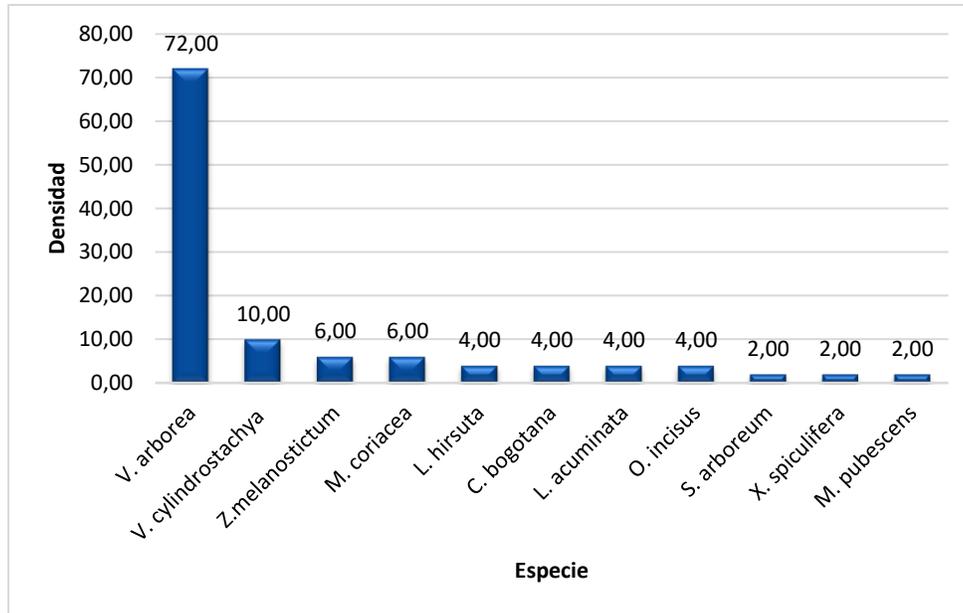
Este indicador representa la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. Para el ecosistema en análisis, este índice alcanzó un valor de 0,20, lo cual representa una relación 1:5 que indica que en promedio cada especie está representada tan solo por cinco (5) individuos.

◇ Densidad

La densidad de individuos calculada para el ecosistema de vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 118 ind/ha. Dicho cálculo guarda una relación directa con la abundancia de individuos dentro del ecosistema. El comportamiento de la misma se observa en la Figura 5-74 en la que se aprecia que las especies con mayor número de individuos por hectárea son V. arborea con 72 individuos, seguido de V. cylindrostachya (10 ind), y Z. melanostictum y M. coriacea con 6 cada uno.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-74. Densidad de la Vegetación secundaria baja del Oroboma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Grado de agregación

El grado de agregación de las especies determina la distribución espacial de las especies. (Hernández, et al., 2018), es decir, permite identificar aquellas especies que tienden a crecer formando aglomeraciones o grupos dentro de la unidad muestreada. Según el Ministerio de ambiente (2002), cuando el GA < 1, indica que la especie se encuentra dispersa, cuando el GA es >1 y <2 hay tendencia al agrupamiento y cuando el GA > 2, indica que las especie tiene una distribución agrupada. Este índice permitió determinar que dentro de las 12 especies existentes en el ecosistema analizado, 4 especies tienen una distribución dispersa (33,33%); con tendencia al agrupamiento se reportan 4 especies (33,33%) y finalmente, cuatro (4) especies indican distribución agrupada (Ver Tabla 5-46 y Figura 5-75).

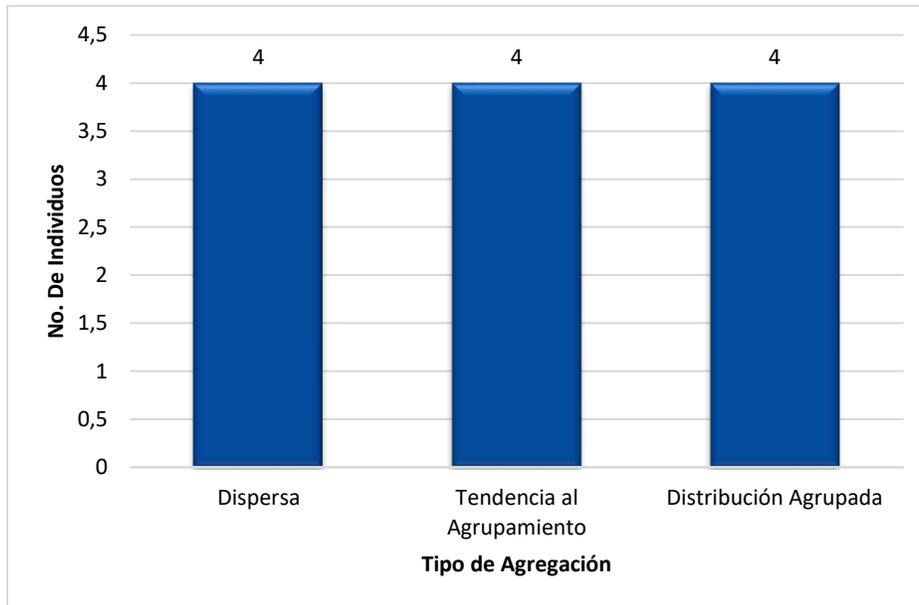
Tabla 5-46. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Oroboma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	GA	INTERPRETACIÓN
Critoniopsis bogotana (Cuatrec.) H. Rob.	1,80	Tendencia al Agrupamiento
Lafoensia acuminata (Ruiz & Pav.) DC.	1,80	Tendencia al Agrupamiento
Lippia hirsuta L. f.	1,80	Tendencia al Agrupamiento
Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	0,90	Dispersa
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	2,70	Distribución Agrupada
Oreopanax incisus (Willd. ex Schult.) Decne. & P	1,80	Tendencia al Agrupamiento
Palicourea angustifolia Kunth	0,90	Dispersa
Solanum arboreum Dunal	0,90	Dispersa
Varronia cylindrostachya Ruiz & pav.	4,51	Distribución Agrupada
Verbesina arborea Kunth	4,49	Distribución Agrupada
Xylosma spiculifera (Tul.) Triana & Planch.	0,90	Dispersa
Zanthoxylum melanostictum Schldl. & Cham.	2,70	Distribución Agrupada

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-75. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Estructura vertical
- ◇ Estratificación vertical

El inventario forestal realizado a través de un muestreo estadístico en la cobertura Vegetación secundaria baja, permite caracterizar y establecer tres (3) categorías de estrato de acuerdo con la altura total de los árboles.

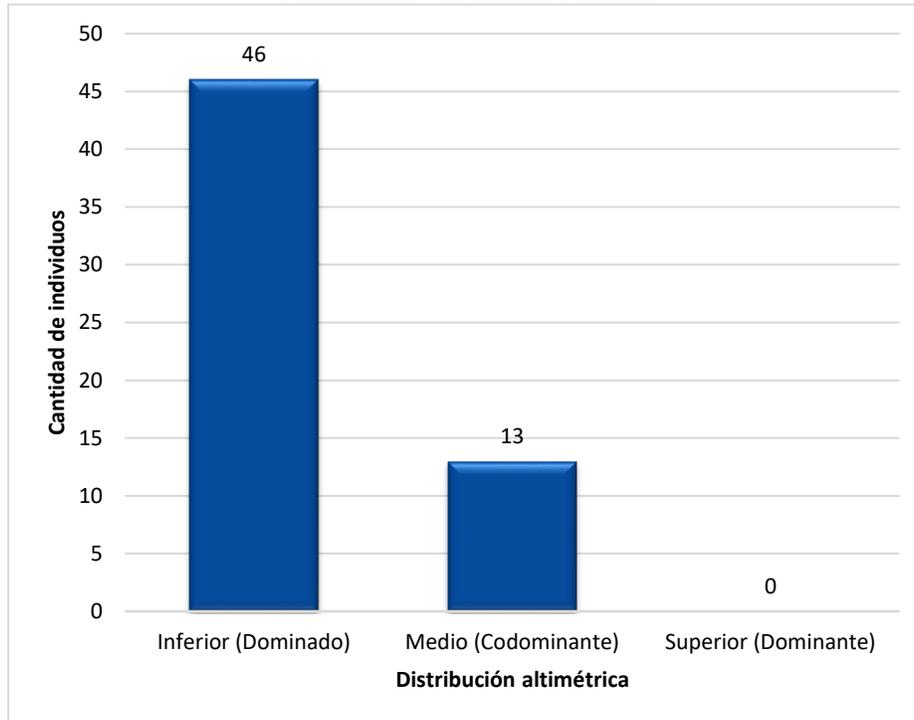
Para este caso se encontró que el intervalo de clase de alturas con mayor número de individuos fue el inferior con un porcentaje del 77,97%, el cual agrupa los individuos con alturas menores a 7m, seguido por el estrato medio con el 22,03% de los individuos cuyas alturas son mayores a 7 m y menor o igual a 15m; finalmente el estrato superior es 0% cuyas alturas son superiores a 15 m (ver Tabla 5-47 y Figura 5-76).

Tabla 5-47. Distribución de las clases altimétricas de la Vegetación secundaria alta del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

DISTRIBUCIÓN ALTIMÉTRICA	LÍMITE DE ALTURA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE
<i>Inferior (Dominado)</i>	≤ 7	46	77,97
<i>Medio (Codominante)</i>	$> 7\text{ m} - \leq 15$	13	22,03
<i>Superior (Dominante)</i>	$> 15\text{ m}$	0	0,00
TOTAL		59	100

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-76. Estratificación altimétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Distribución altimétrica por clases

La vegetación secundaria baja presentó valores mínimos 4m y valores máximos de 9 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-48. La clase altimétrica III es la que mayor número de individuos reporta 19; seguidamente aparecen las clases II y IV, con 10 y 11 individuos respectivamente; mientras que la clase V es la de menor abundancia de individuos con 1 individuo.

Tabla 5-48. Distribución de las clases altimétricas en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

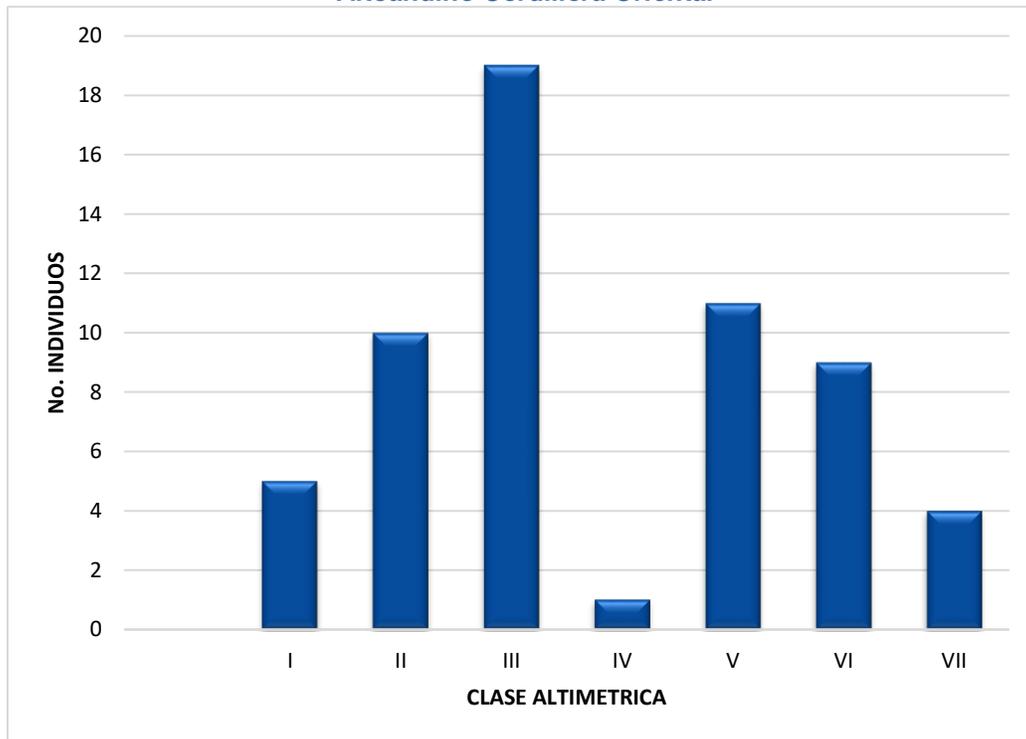
CLASE	INTERVALOS		NI	%
	MIN	MAX		
I	4,00	4,73	5	8,47
II	4,74	5,45	10	16,95
III	5,46	6,18	19	32,20
IV	6,19	6,91	1	1,69
V	6,92	7,64	11	18,64
VI	7,65	8,36	9	15,25
VII	8,37	9,09	4	6,78
TOTAL			59	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

En la Figura 5-77 se puede observar que la vegetación secundaria baja evaluada, corresponde a una figura de tipo normal “rara”, es decir, que presenta cierta deformación o “Skewness” no sigue una distribución normal o distribución Gaussiana (también llamada campana de Gauss), permitiendo inferir que esta cobertura tiene alto grado de intervención, puesto que altimétricamente no ha mantenido su estructura vertical debido principalmente a la presión antrópica.

Figura 5-77. Distribución altimétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



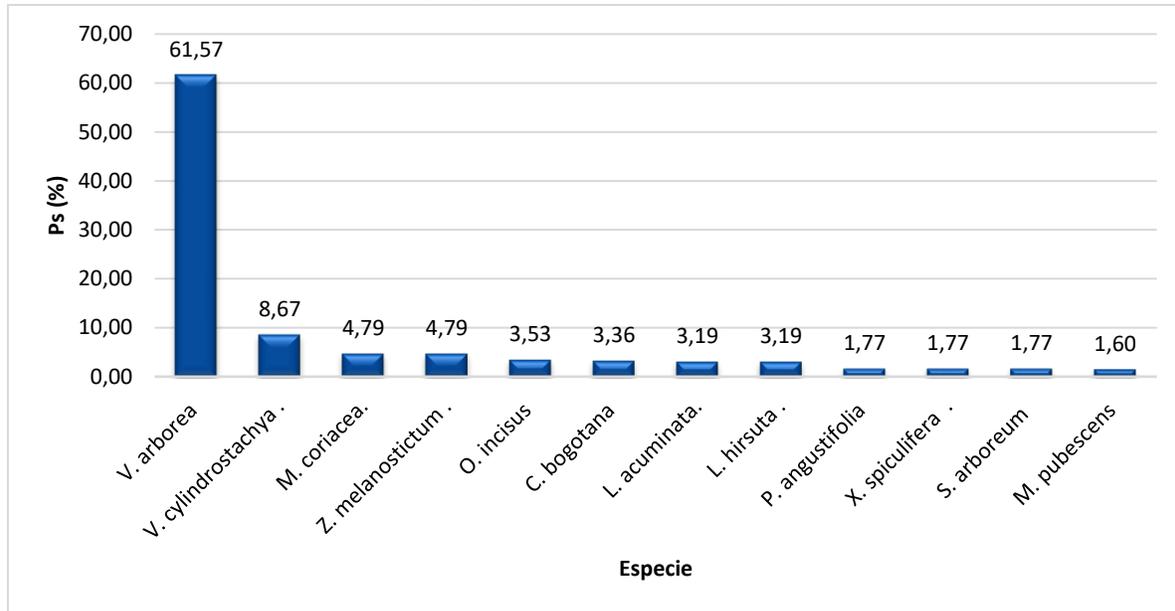
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Posición sociológica

En la Figura 5-78 se puede observar que las especies con mayor peso sociológico (PS%) son *Verbesina arborea* y *V. cylindrostachya* con 61,57% y 8,67% respectivamente, por cuanto estas especies poseen individuos dentro de los tres (3) estratos definidos (Dominado, Codominante y Dominante). Lo anterior está relacionado con el Índice de Valor de Importancia, puesto que, aquellas especies que tiene predominio en la vegetación secundaria baja (altos valores en Abundancia, Dominancia y Frecuencia), también presentan los mayores valores en posición sociológica, sin embargo, no se identifican especies con valores amplios respecto a las demás.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-78. Posición sociológica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Estructura total o dinámica

La diversidad de un bosque se caracteriza no solo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes para la práctica forestal son el diámetro a la altura de pecho y la altura. El análisis de la estructura diamétrica de este ecosistema muestra 7 clases diamétrica

La vegetación secundaria baja presentó valores mínimos de 0,10 m y valores máximos de 0,80 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-49. La clase diamétrica I es la que mayor número de individuos reporta 25; seguidamente aparecen las clases III y II, con 10 y 9 individuos respectivamente; mientras que las clases VI y VII son las de menor abundancia de individuos con 2 y 1 individuos.

Tabla 5-49. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

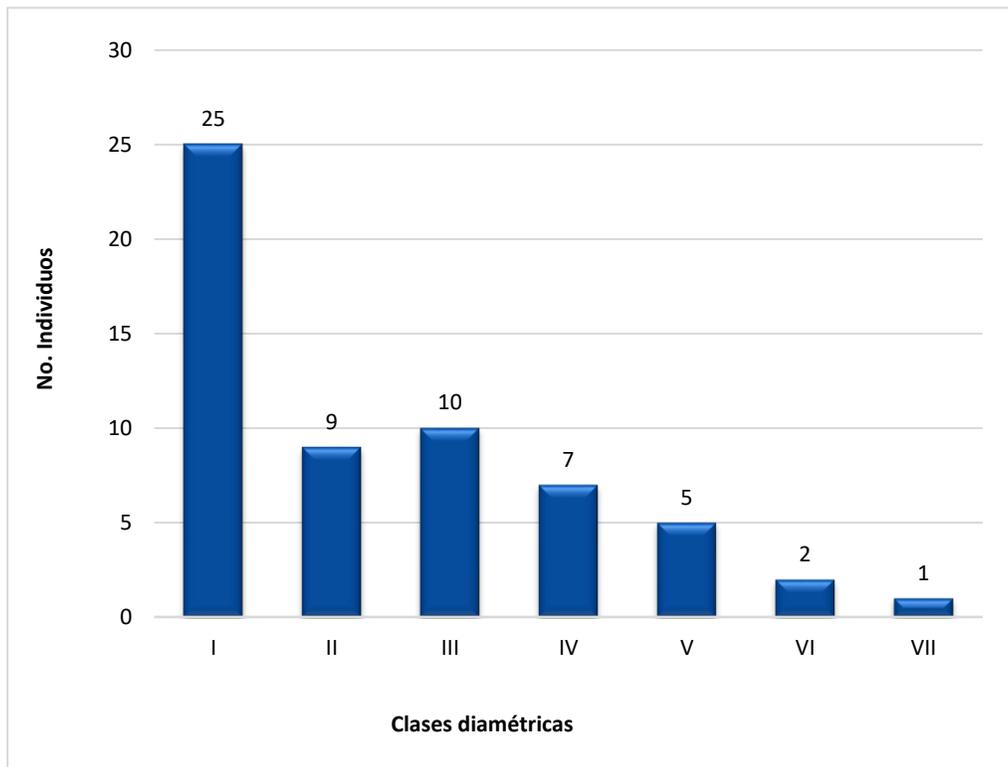
CLASE	INTERVALOS		No. IND	(%)
	MIN	MAX		
I	0,10	0,20	25	42,4
II	0,21	0,30	9	15,3
III	0,31	0,40	10	16,9
IV	0,41	0,50	7	11,9
V	0,51	0,60	5	8,5
VI	0,61	0,70	2	3,4
VII	0,71	0,80	1	1,7
TOTAL			59	100,0

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

En la Figura 5-79 se puede observar que la distribución de clases diamétricas en esta cobertura presenta una forma de J invertida, lo que implica que la mayoría de individuos arbóreos se concentran en las primeras categorías diamétricas y van disminuyendo sucesivamente, registrando muy pocos individuos en categorías diamétricas superiores. Por lo tanto, al existir una mayor proporción de individuos en las categorías inferiores, se puede mantener un relevo de la vegetación, debido a que las tasas de reclutamiento en los ecosistemas forestales son bajas

Figura 5-79. Estructura diamétrica de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



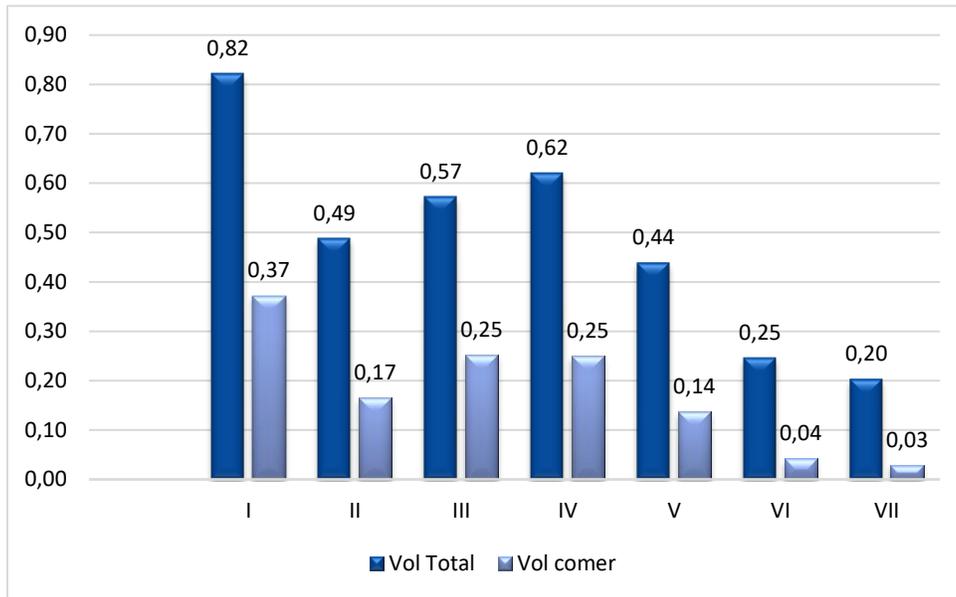
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Volumen por clase diamétrica

En la Figura 5-80 se presentan los volúmenes totales y comerciales cuantificados para cada una de las clases diamétricas establecidas para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-80. Volúmenes por clase diamétrica en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la distribución de volumen en las clases diamétricas de esta cobertura, se encontraron valores significativos en las cuatro (4) primeras clases, este comportamiento está relacionado a un bosque con presencia de individuos en primeras etapas de estado sucesional y con pocos árboles muy maduros que aporten volúmenes altos en categorías diamétricas mayores, lo cual permite inferir, que la vegetación secundaria baja ha estado sujeto a procesos de intervención antrópica.

Tabla 5-50. Volúmenes por especie en Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

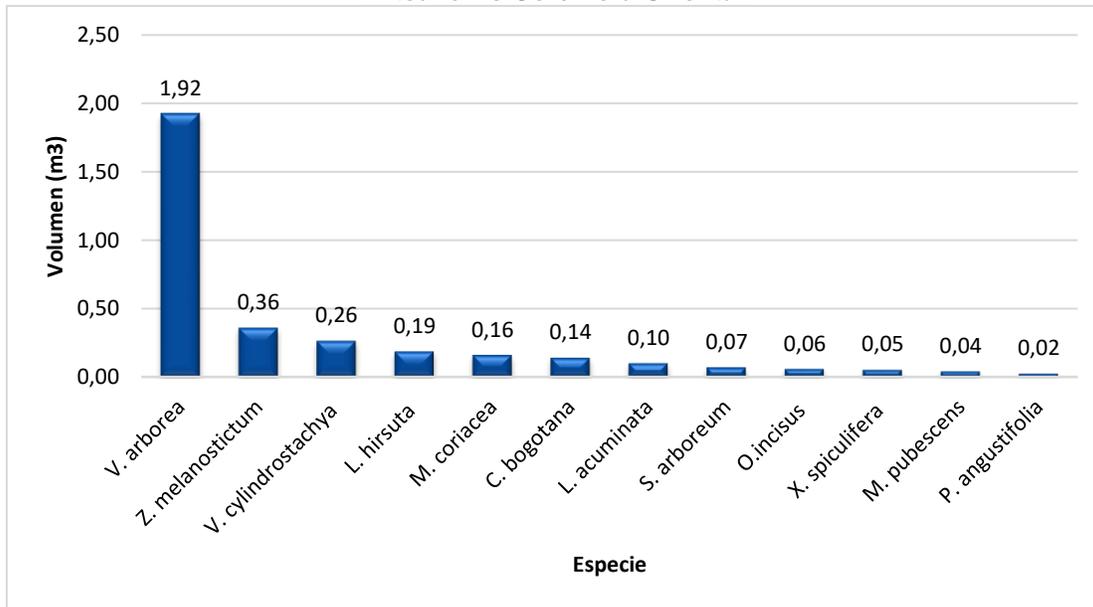
ESPECIE	VT (M3)	VC (M3)
Verbesina arborea Kunth.	1,923	0,535
Zanthoxylum melanostictum Schtdl. & Cham.	0,360	0,073
Varronia cylindrostachya Ruiz & pav.	0,265	0,193
Lippia hirsuta L.f.	0,187	0,142
Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	0,161	0,123
Critoniopsis bogotana (Cuatrec.) H. Rob.	0,141	0,038
Lafoensia acuminata (Ruiz & Pav.) DC.	0,102	0,036
Solanum arboreum Dunal	0,072	0,029
Oreopanax incisus (Willd. ex Schult.) Decne. & P	0,060	0,034
Xylosma spiculifera (Tul.) Triana & Planch.	0,053	0,009
Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	0,041	0,032
Palicourea angustifolia Kunth	0,024	0,006
TOTAL	3,39	1,25

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Para esta cobertura se obtuvo un volumen total de 3,39m³ y 1,25 m³ de volumen comercial; el volumen total promedio es 6,78 m³/ha. Con relación al aporte de volumen por especie, la de mayor representación es *Verbesina arborea*, con 1,92 m³ debido a que reportó la mayor cantidad de individuos, seguidamente aparecen *Zanthoxylum melanostictum* (0,36 m³) y *Varronia cylindrostachya* con 0,26 m³; las demás especies aportan volúmenes que oscilan entre 0,02 m³ a 0,19 m³ (Ver Figura 5-81).

Figura 5-81. Volúmenes por especie en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Índices Alfa-diversidad para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La importancia del análisis de diversidad en coberturas boscosas radica en que se pueden reconocer las zonas de alta biodiversidad o 'hot spot'. Los resultados de los diferentes índices utilizados para la caracterización de la vegetación secundaria baja se pueden observar en la Tabla 5-51

Las medidas de este nivel de diversidad, se puede dividir en dos categorías: Índices de riqueza de especies (Margalef y Menhinick) e Índices basados en la abundancia relativa de especies (Shannon, Simpson y Berger Parker).

Tabla 5-51. Índices alfa-diversidad para la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ÍNDICE	TIPO	VALOR
<i>Índice de Margalef (Dmg)</i>	<i>Riqueza específica</i>	<i>2,70</i>
<i>Índice de Menhinick (Dmn)</i>	<i>Riqueza específica</i>	<i>1,56</i>
<i>Índice de Berger Parker (B)</i>	<i>Abundancia</i>	<i>0,61</i>
<i>Índice de Shannon (H')</i>	<i>Abundancia</i>	<i>1,55</i>
<i>Índice de Simpson (D)</i>	<i>Abundancia</i>	<i>0,39</i>

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.



Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Índices de riqueza de especies

Son esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como una medida de densidad, es decir, número de especies por unidad de área específica de colección. Estos índices de diversidad se calculan como una combinación entre el número de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N) y a estos pertenecen Margalef y Menhinick.

Estos índices, intentan medir la diversidad en función de la densidad, es decir, el número de especies/ha y de acuerdo a los resultados descritos en la Tabla 5-51 se observa que la riqueza de especies determinada a través de Margalef (2,70) y Menhinick (1,56), es baja, lo cual sugiere que no hay una gran diversidad, y se presenta una alta perturbación antropogénica.

◇ Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa y de acuerdo al resultado contenido en la Tabla 5-51 se puede concluir lo siguiente:

El valor de Berger & Parker varía entre 0 y 1, cuando se acerca más a 1 existe mayor dominancia y es menor la diversidad. De acuerdo al resultado obtenido de 0,61, se considera con baja diversidad el ecosistema y la dominancia.

El valor normal de Shannon está entre 2 a 3 y cuando es menor a 2, se considera bajo en diversidad, de 2 a 3,5 media diversidad y cuando es mayor a 3,5 son altos en diversidad de especies. De acuerdo al resultado obtenido de 1,55, se puede inferir que la vegetación secundaria baja del Orobionoma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, presenta baja diversidad de especies.

En relación con el índice Simpson, es un indicador de dominancia más que de diversidad y su inverso es un buen indicador de diversidad de hábitat. El valor de 0,39 reportado no es cercano a 1, por lo cual es menor la diversidad en este ecosistema.

○ Análisis de Regeneración natural

La caracterización de la vegetación según la fisonomía, se basa en la arquitectura común de la vegetación, constituida a partir de la configuración espacial en sentido horizontal y vertical de sus diferentes componentes (Rangel & Velásquez, 1997). Para el análisis de la regeneración natural debido a su posición sociológica en el bosque, se usa el Índice de regeneración natural (%RG), el cual determina la importancia de una especie en las categorías de tamaño inferiores (renuevos, brinzales y latizales). Las variables en este índice son la abundancia relativa, frecuencia relativa y categorías de tamaño (Cantillo, 2001).

◇ Composición florística

En la Tabla 5-52 se presenta la composición florística de la regeneración natural para la Vegetación secundaria baja, registrándose 70 individuos distribuidos en las diferentes categorías de tamaño definidas, las cuales se agrupan en 16 especies y 14 familias.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-52. Composición florística de regeneración natural de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	INDIVIDUOS POR CATEGORÍA			TOTAL
			R	B	L	
<i>Betulaceae</i>	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aliso		1	2	3
<i>Verbenaceae</i>	<i>Citharexylum reticulatum</i> Kunth	Cajeto			1	1
<i>Asteraceae</i>	<i>Critoniopsis bogotana</i> (Cuatrec.) H. Rob.	Amarguero amarillo	1			1
<i>Lythraceae</i>	<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	Guayacán de Manizales		1	2	3
<i>Melastomataceae</i>	<i>Miconia squamulosa</i> (Sm.) Triana	Tuno	1	2	1	4
<i>Myricaceae</i>	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	Olivo			6	6
<i>Primulaceae</i>	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Espadero		2	4	6
<i>Araliaceae</i>	<i>Oreopanax incisus</i> (Willd. ex Schult.) Decne. & P	Mano de oso	2	4	3	9
<i>Araliaceae</i>	<i>Oreopanax pallidus</i> Cuatrec.	Mano de oso 2		6	1	7
<i>Rubiaceae</i>	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth	Café de monte	3	1	1	5
<i>Rubiaceae</i>	<i>Palicourea</i> sp.	Tinto		1		1
<i>Phyllanthaceae</i>	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	Cedrillo	1	1	1	3
<i>Piperaceae</i>	<i>Piper bogotense</i> C. DC.	Cordoncillo	1		3	4
<i>Asteraceae</i>	<i>Verbesina arborea</i> Kunth	Amargo	2	4	9	15
<i>Viburnaceae</i>	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	Garrocho			1	1
<i>Cunoniaceae</i>	<i>Weinmannia tomentosa</i> L. f.	Encenillo			1	1
TOTAL			11	23	36	70

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de los individuos por categoría corresponde a: 11 renuevos inventariados que corresponden al 15,7%, 23 brinzales que representan el 32,8% y los latizales 36, que corresponden al 51,4%.

Las familias con mayor representación en número de individuos (abundancia) en las tres (3) categorías, corresponden en su orden a la *Araliaceae* (16), *Asteraceae* (16) y *Myricaceae*, *Primulaceae* y *Rubiaceae* con 6 individuos cada una. Las demás familias presentan valores de abundancia entre 1 a 4 individuos en promedio.

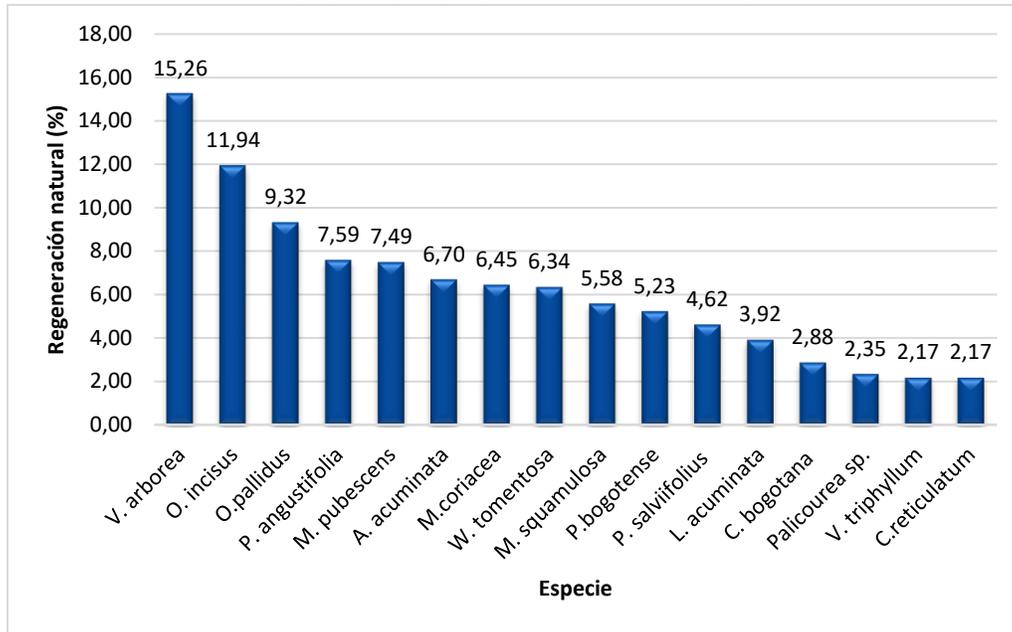
En relación con las especies, *Verbesina arborea* de la familia *Asteraceae* con 15 individuos, seguido de *Oreopanax incisus* de la familia *Araliaceae* con 9 individuos, presentan la mayor abundancia en las tres (3) categorías analizadas para la regeneración natural.

◇ Análisis de la regeneración natural de la Vegetación secundaria baja

En la Figura 5-82, se presenta la distribución de la regeneración natural relativa en la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-82. Análisis de la regeneración natural de la Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

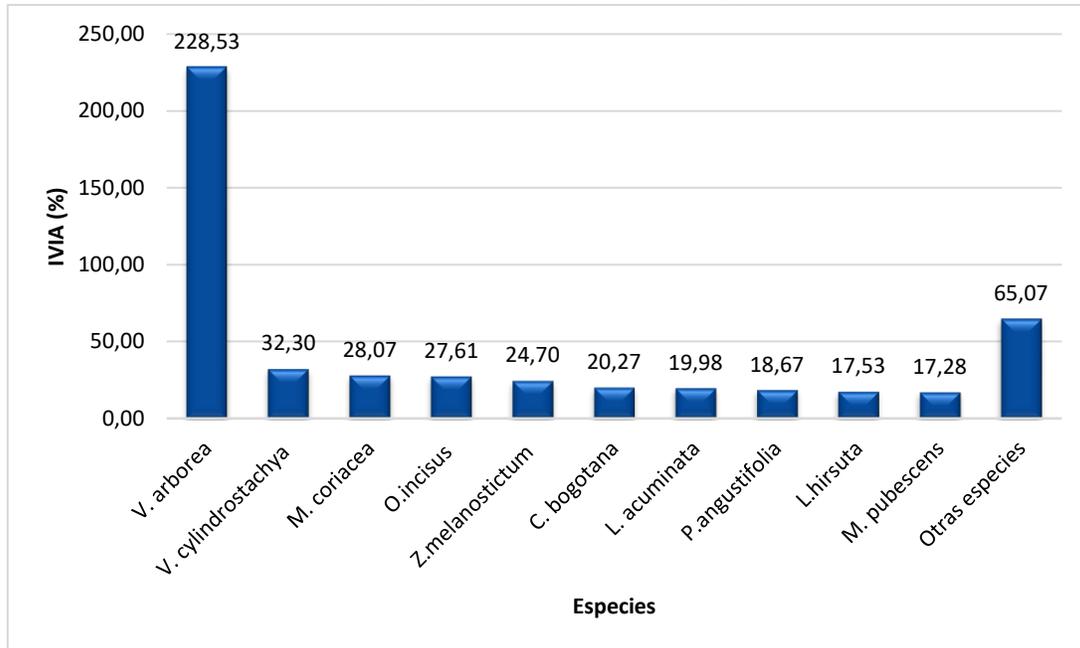
Las especies con mayor porcentaje de regeneración natural en la cobertura analizada son V. arborea. (Amargo), O. incisus (Mano de oso) y O. pallidus (Mano de oso 2)., con porcentajes de 15,26%, 11,94% y 9,32% respectivamente, estos valores se deben principalmente a las abundancias y frecuencias que presentan, producto de su presencia en la mayoría de unidades de muestreo. Las demás especies suman el 63,48%, con porcentajes que varían entre 2,17% y 7,59%.

○ Índice de Importancia Ecológica Ampliado (IVIA)

Este índice corresponde a la sumatoria de PS% (Posición sociológica), IVI% (Índice de valor de importancia) y la regeneración natural relativa (RN%), con el fin de complementar los análisis de la estructura del bosque evaluado, analizando en conjunto los parámetros descriptivos de la estructura horizontal, vertical y de regeneración natural.

En la Figura 5-83 se puede observar la distribución del IVIA, reportado dentro de la cobertura evaluada, evidenciándose que V. arborea, V. cylindrostachya, M coriácea, O. incisus y Z. melanostictum con porcentajes 228,53%, 32,30%, 28,07%, 27,61% y 24,70% respectivamente, son las de mayor importancia fitosociológica en la cobertura de vegetación secundaria baja. Las primeras especies se muestra como la más importante, debido a que posee la mayor representación en Posición sociológica e Índice de Valor de Importancia, pero en la regeneración, presenta un valor bajo; la especie que arroja buenos valores de regeneración, corresponde a la especie O. incisus (mano de oso). Estos resultados nos indican que estas especies tienen asegurado su permanencia en el bosque, gracias a que han encontrado buenas condiciones de luz, por caracterizarse de tipo heliófilos.

Figura 5-83. Distribución del IVIA para Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Por último, es de tener en cuenta lo descrito por Lamprecht (1990), cuando manifiesta que la abundancia de plántulas no significa el establecimiento definitivo de la regeneración, la cual desaparece generalmente por la carencia de luz y otros factores edafológicos y climáticos.

○ Análisis sucesional

La vegetación secundaria baja es caracterizada principalmente por especies pioneras típicas de estadios tempranos e intermedios de la sucesión. Una alta abundancia de este tipo de especies es importante en sitios que han presentado algún tipo de perturbación antrópica, ya que mejoran las condiciones ecológicas de sitios abandonados y favorecen el establecimiento de especies tardías. Dentro de la cobertura estudiada se encuentran especies como V. arborea. y O. incisus son especies heliófilas efímeras, que requieren sol directo para su desarrollo.

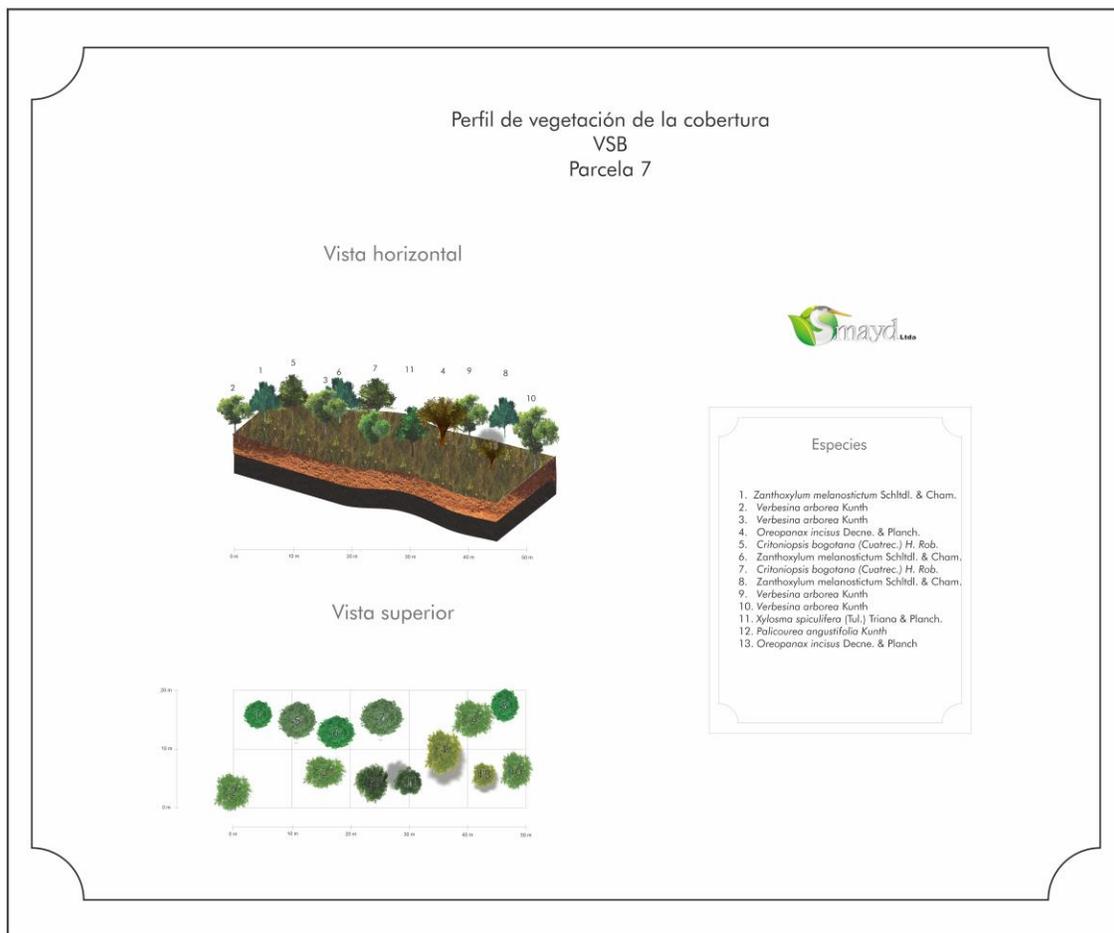
También se identificó un considerable número de especies que hacen parte de las heliófitas durables, como las especies M. coriacea y L. acuminata, las cuales han colonizado áreas abiertas, conformando bosques secundarios maduros. De otra parte, en las categorías inferiores y en claros del bosque, se identificaron especies heliófilas efímeras, que han aprovechado los claros generados por intervenciones antrópicas o por procesos naturales, dado a que estas cuentan con diversos mecanismos de dispersión. Lo expresado anteriormente coincide con lo señalado por Hartshorn (1980) citado por Sánchez et al (2007), quien considera que, por lo general las heliófitas durables se establecen bajo el dosel arbóreo pero requieren necesariamente de claros, para que la luz llegue al piso en la selva a fin de favorecer su crecimiento, por lo que su abundancia en la selva madura es común y algunas de ellas llegan a ser dominantes en esta fase, pudiendo alcanzar la edad reproductiva aproximadamente entre los 5 y 15 años, su fructificación es anual y el tamaño de la semilla es de pequeño a mediano.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Perfil de vegetación

En la Figura 5-84, se presenta el perfil de vegetación de uno de los puntos de muestreo de la cobertura de vegetación secundaria baja. Las especies más dominantes por su altura mayor a 7 m, fueron *Zanthoxylum melanostictum* y *Critoniopsis bogotana*, mientras que el resto de especies se encuentran en el estrato inferior como *Oreopanax incisus*, *Palicourea angustifolia*, *Verbesina arborea* y *Xylosma spiculifera*.

Figura 5-84. Perfil de vegetación Vegetación secundaria baja del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental
 - Muestreo estadístico - Inventario forestal

Se realizó la ejecución de los muestreos forestales, implementando el método matemático y técnicas apropiadas definidos para los pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de realizar la caracterización florística y evaluar su composición y estructura.

En la fase de campo, se realizó un premuestreo con *cinco (5) parcelas* muestreadas se realizó un premuestreo, con el objeto de conocer la variabilidad del ecosistema y efectuar análisis estadístico para conocer el posible número de unidades de muestreo a implementar, de manera que se cumpliera con el error de muestreo establecido en los términos de referencia. Los principales estadígrafos utilizados se presentan en la Tabla 5-53, obteniendo como resultado que para esta cobertura se requería el levantamiento de *seis (6) parcelas* para lograr un error de muestreo igual o menor al 15%.

Tabla 5-53. Estadígrafos de premuestreo para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
<i>Área Muestreada (ha)</i>	0,6
<i>Media Aritmética (Y)</i>	6,55
<i>Desviación Estándar (S)</i>	0,76
<i>Error Estándar (Sy)</i>	34,21
<i>T de Student</i>	2,571
<i>Coefficiente de Variación (CV)%</i>	11,67%
<i>Error absoluto</i>	87,95
<i>Error relativo</i>	21,23%
<i>Número de parcelas premuestreo</i>	5
<i>Número de parcelas requeridas</i>	6

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Como ya se mencionó, durante el trabajo de campo se realizó control estadístico tal como lo expone el CATIE (2002). En la Tabla 5-54 se pueden observar los diferentes estadígrafos obtenidos para los pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino cordillera Oriental en la etapa de muestreo, siendo el error de muestreo (con el 95% de probabilidad) de **13,43%**, valor que está dentro de lo permitido en los términos de referencia TdR 17.

Tabla 5-54. Estadígrafos de muestreo para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

ESTADÍGRAFO	VALOR
<i>Área Muestreada (ha)</i>	0,60
<i>Media Aritmética (Y)</i>	6,77
<i>Desviación Estándar (S)</i>	0,87
<i>Error Estándar (Sy)</i>	0,35
<i>T de Student</i>	2,571
<i>Coefficiente de Variación (CV)%</i>	12,79
<i>Error absoluto</i>	0,91
<i>Error relativo</i>	13,43
<i>Parcelas muestreadas</i>	6

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Curva de acumulación de especies Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

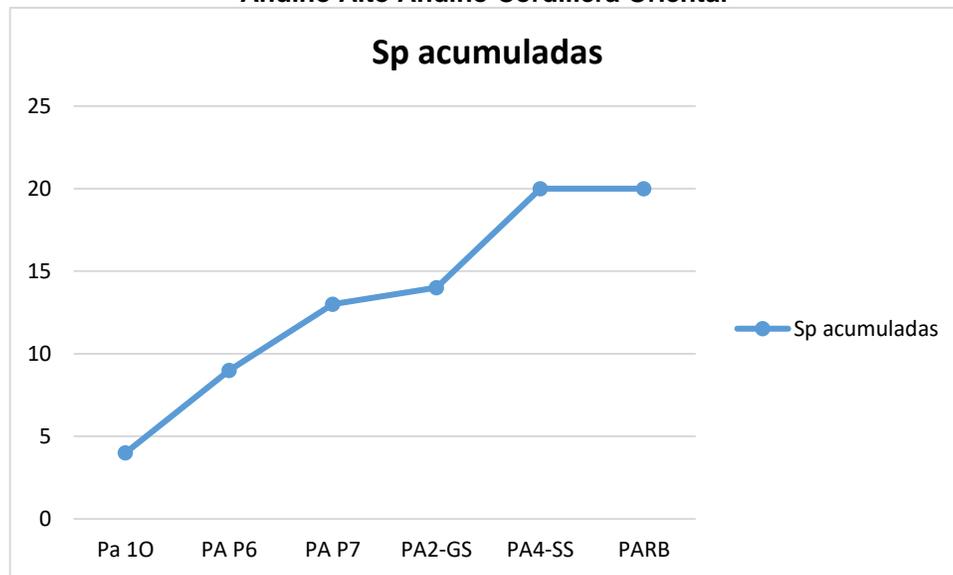
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

La relación entre el número de especies y el área muestreada, puede ser graficada, dando como resultado la llamada curva de especies/área. El área mínima, es el área muestreada a la cual el fuerte incremento inicial de la curva llega a ser casi horizontal. Se supone que el número de muestras (tamaño de la muestra) es adecuado cuando este excede un poco al correspondiente punto en el cual la curva se endereza en forma acusada (Caín, 1959).

Teniendo en cuenta lo mencionado, la Figura 5-85 permite visualizar la representatividad del muestreo (esfuerzo) y cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, indica que el número de especies se mantendrá, aunque aumente el tamaño de muestreo.

Como se mencionó, la curva de acumulación de especies nos permite corroborar la representatividad del muestreo calculado a través del método matemático, esto quiere decir que con las seis (6) parcelas, el tamaño de la muestra es adecuado y el proceso para el cálculo del error de muestreo calculado es válido estadísticamente, por cuanto la acumulación de especies nuevas en las diferentes parcelas de muestreo, muestran que no aparecen nuevas especies y es la razón por la cual la curva se endereza en forma acusada, por lo tanto se puede concluir que al aumentar el esfuerzo de muestreo cada vez será más difícil registrar nuevas especies en el inventario.

Figura 5-85. Curva de acumulación de especies estimadas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

○ Composición florística

La composición florística de los bosques está determinada principalmente por las interacciones que se presentan en el medio. Dichas interacciones, están influenciadas por las condiciones ambientales de la zona (precipitación, temperatura, humedad, etc.), sus componentes físicos, (geología, suelo, posición geográfica, etc.), y la ecología de sus especies (CATIE, 2001).

En la cobertura Pastos arbolados, se inventariaron 45 individuos de tamaño fustal, los cuales se encuentran distribuidos en 20 especies taxonómicas y 15 familias botánicas, como se observa en la Tabla 5-55.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Tabla 5-55. Composición florística de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

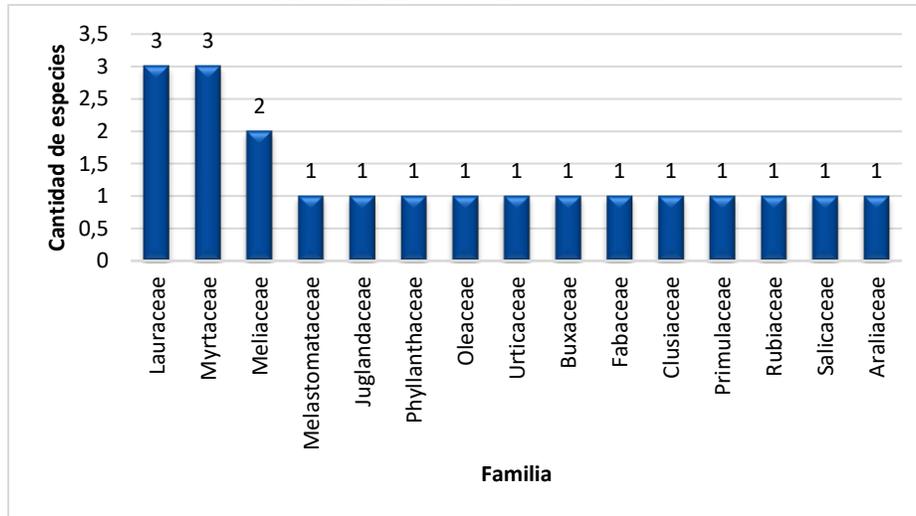
FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NA	%
Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.</i>	Mano de oso	1	2,22
Buxaceae	<i>Styloceras laurifolium (Willd.) Kunth</i>	Naranjillo	2	4,44
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora Kunth</i>	Gaque	1	2,22
Fabaceae	<i>Erythrina edulis triana ex micheli</i>	Balú, Chachafruto	1	2,22
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica Diels</i>	Nogal	3	6,67
Lauraceae	<i>Ocotea sp.</i>	Ocotea	1	2,22
	<i>Nectandra sp.2</i>	Amarillo 2	5	11,11
	<i>Nectandra sp.1</i>	Nectandra sp 1	1	2,22
Melastomataceae	<i>Miconia symplocoidea Triana</i>	Tuno 2	7	15,56
Meliaceae	<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	Guarea	1	2,22
	<i>Cedrela montana Moritz ex Turcz</i>	Cedro	5	11,11
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus Labill.</i>	Eucalipto	3	6,67
	<i>Eugenia sp.</i>	Arrayán 8	2	4,44
	<i>Myrcia popayanensis Hieron.</i>	Arrayán 4	1	2,22
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	Urapan	3	6,67
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.</i>	Chuguacá	3	6,67
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.</i>	Espadero	1	2,22
Rubiaceae	<i>Palicourea hypomalaca Standl.</i>	Tinto 1	1	2,22
Salicaceae	<i>Casearia cf. sylvestris Sw.</i>	Plomo	1	2,22
Urticaceae	<i>Urera sp.</i>	Ortigo	2	4,44
TOTAL			45	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-86 se presentan las 15 familias con mayor número de especies en la cobertura evaluada, dentro de las que se destacan Myrtaceae y Lauraceae, con tres (3) especies respectivamente; continúa la familia Meliaceae con dos (2) y las demás familias contienen una sola especie. Estos resultados indican que, en este tipo de cobertura en el área de estudio, por corresponder a áreas antropizadas, no se presentan familias muy diversificadas, por lo tanto, hay una equitatividad similar en cuanto a su abundancia.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

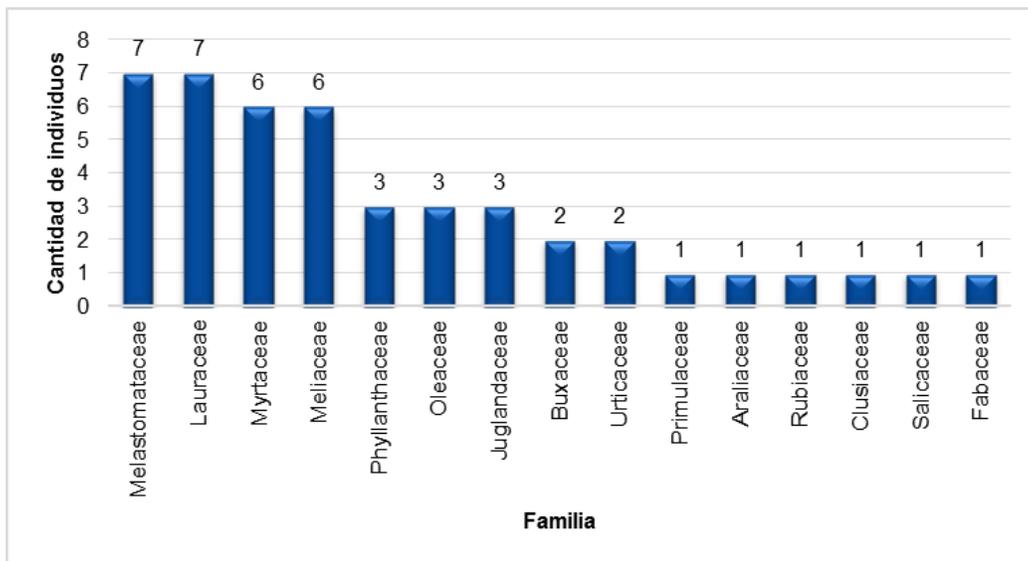
Figura 5-86. Distribución de especies por familia en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Con respecto a la abundancia por familia, en la Figura 5-87 se puede observar la distribución de individuos por familia, evidenciándose que las más representativas o de mayor abundancia corresponde a Melastomataceae y Lauraceae con 7 individuos, seguido de Myrtaceae y Meliaceae con seis (6) individuos respectivamente.

Figura 5-87. Distribución de individuos por familia en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Estructura horizontal Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Alvis, 2009). Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias relativas, que conforman el Índice de Valor de Importancia (IVI).

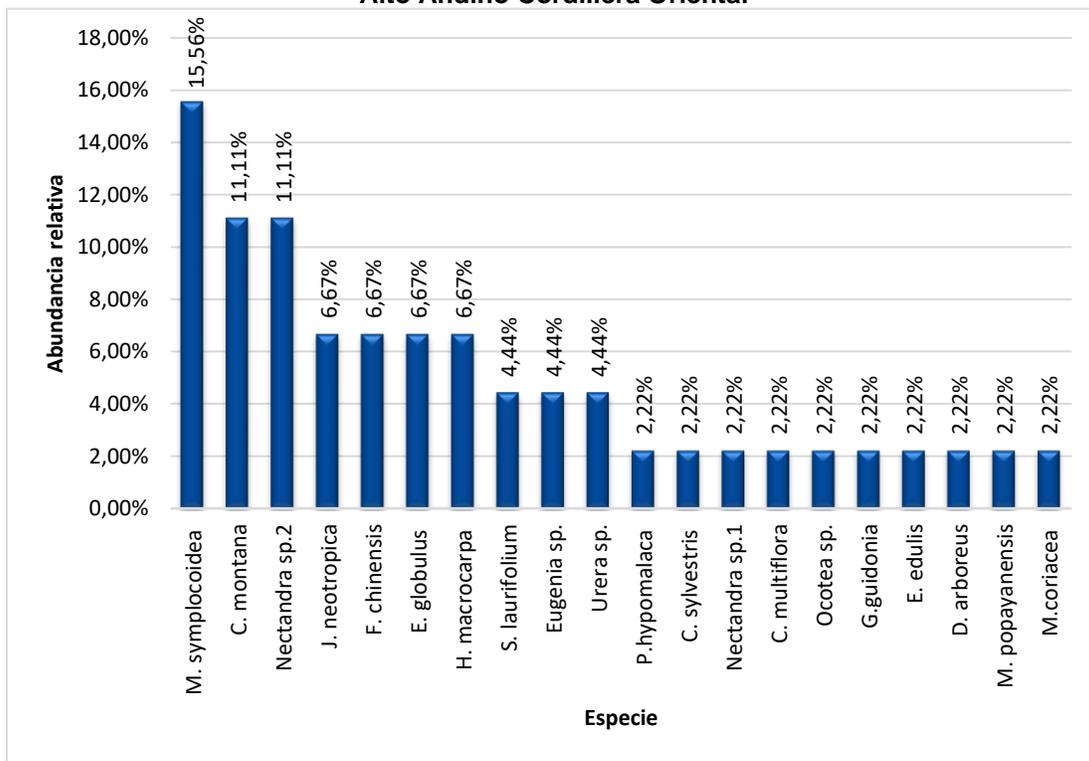
Para analizar la estructura horizontal se empleó el IVI, el cociente de mezcla, la densidad y el grado de agregación de las especies encontradas en el ecosistema Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

◇ Abundancia (AB%)

De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema existen 20 especies cuya abundancia se caracteriza por ser escasa en nueve (9) especies, siete (7) que corresponden a la categoría de numerosa y tres (3) especies que hace parte de la categoría de abundante, como se observa en la Figura 5-88.

En relación con la abundancia relativa por especies, se observa que las especies *Miconia symplocoidea*, *Cedrela montana* y *Nectandra sp.2* tienen mayor presencia y su distribución es al azar, debido a que el medio es muy homogéneo o uniforme, no hay tendencias gregarias y la competencia entre individuos es aguda o cuando se presenta un antagonismo positivo que promueve el espaciamiento regular.

Figura 5-88. Distribución de Abundancia Relativa en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



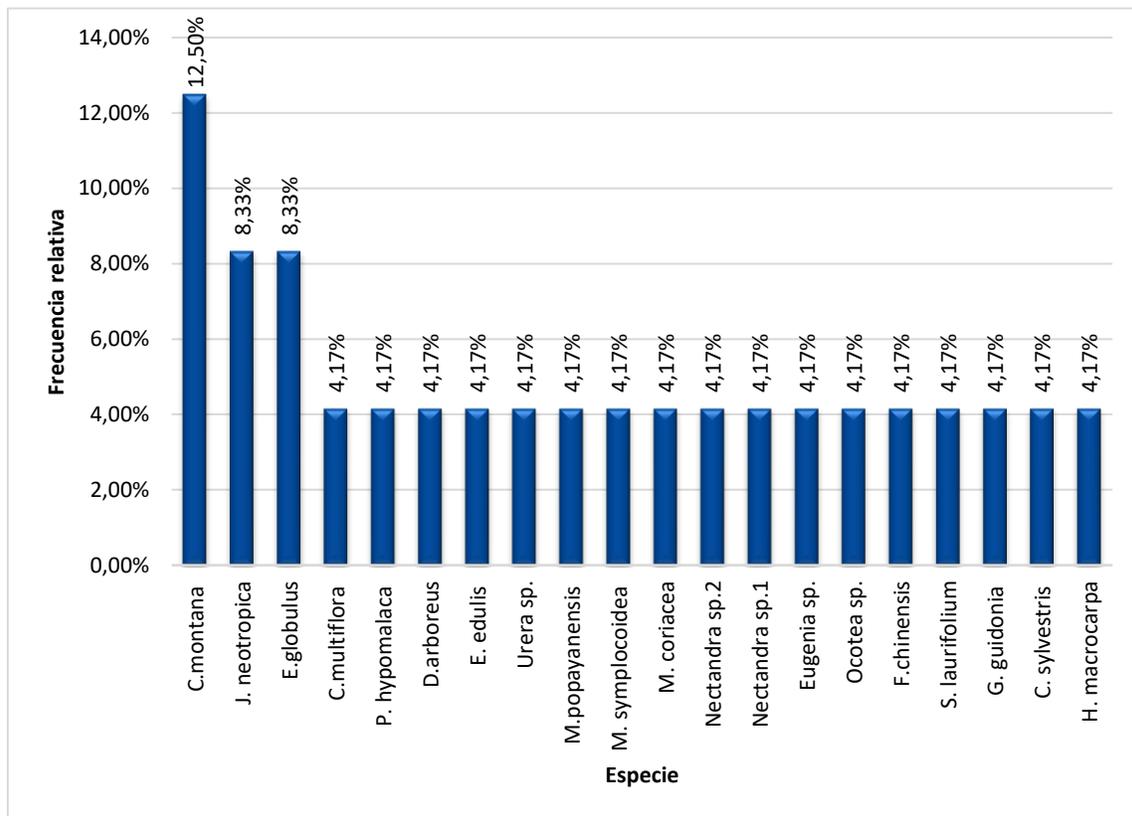
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Frecuencia (FR%)

En la Figura 5-89 se presenta la distribución de la frecuencia relativa de las especies Vegetación secundaria alta, dentro de las cuales se destacan *Cedrela montana* (12,50%), *Juglans neotropica* y *E. globulus*, con porcentajes de 8,33%. El resto de especies arrojan un valor de 4,17%.

Figura 5-89. Distribución de Frecuencia Relativa en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

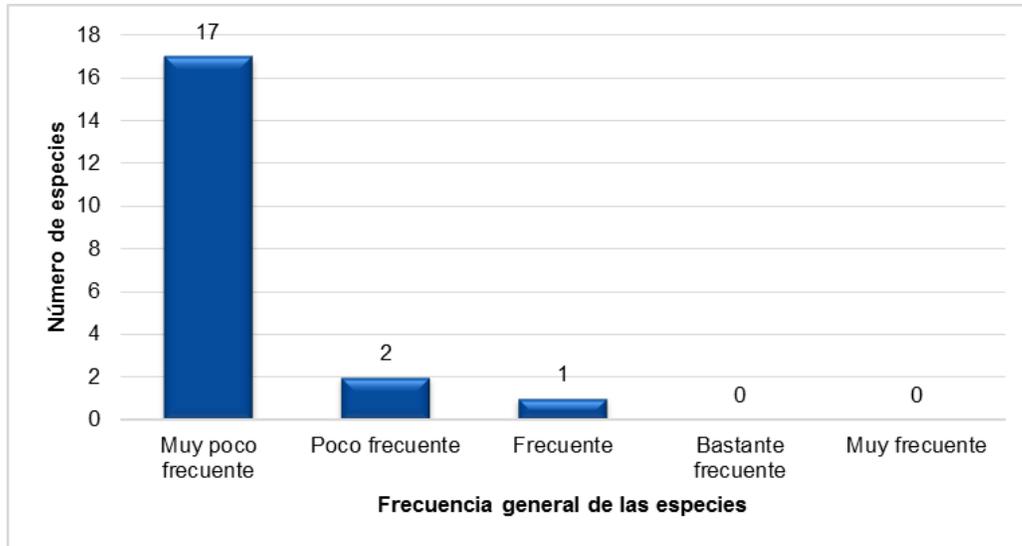


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la información presentada en la Tabla 5-55 en el ecosistema Pasto arbolado del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, se encontró un total de 45 individuos pertenecientes a 20 especies. De acuerdo con la metodología planteada se encontró que para este ecosistema existen 17 especies que corresponden a la categoría de muy poco frecuentes, 2 especies poco frecuentes y una (1) frecuente, correspondiendo a la especie *Cedrela montana* y en las categorías de bastante frecuentes y muy frecuentes no aparece ninguna especie (Figura 5-90).

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-90. Distribución de individuos por categoría de Frecuencia Relativa en el Pasto arbolado del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

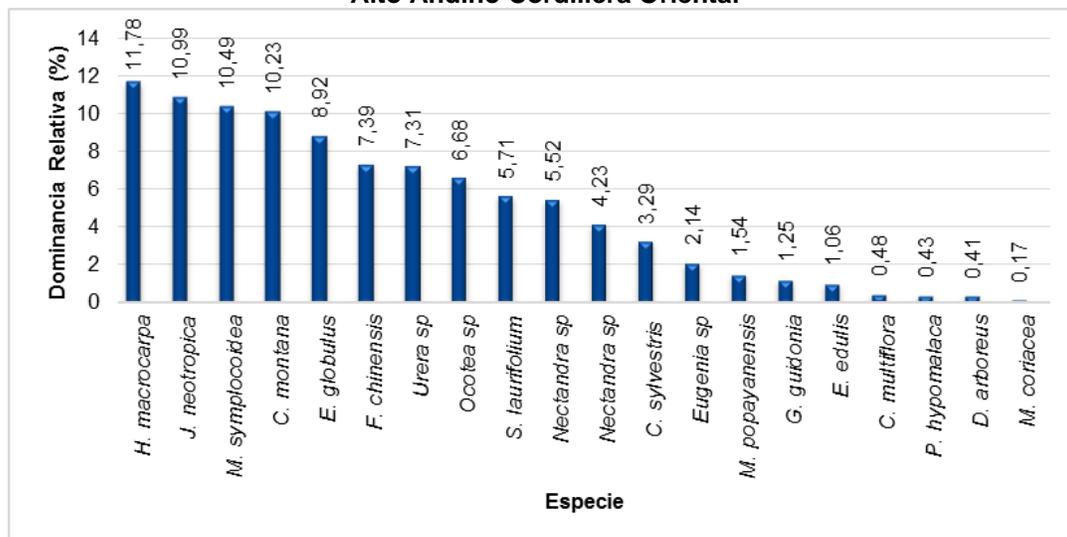


Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Dominancia Relativa (DO%)

En la Figura 5-91, se observa la dominancia relativa por especies, siendo las principales: *Hieronyma macrocarpa* con 11,78% (3 individuos) la más dominante, seguida del *Juglans neotropica* con 10,99% (3 individuos); a continúan aparecen las especies *Miconia symplocoidea* con 10,49% (7 individuos), el *Cedrela montana* con el 10,23% (5 individuos) y *Eucalyptus globulus* con 8,92% (3 individuos).

Figura 5-91. Distribución de Dominancia Relativa en el Pasto arbolado del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ Índice de valor de importancia (I.V.I)

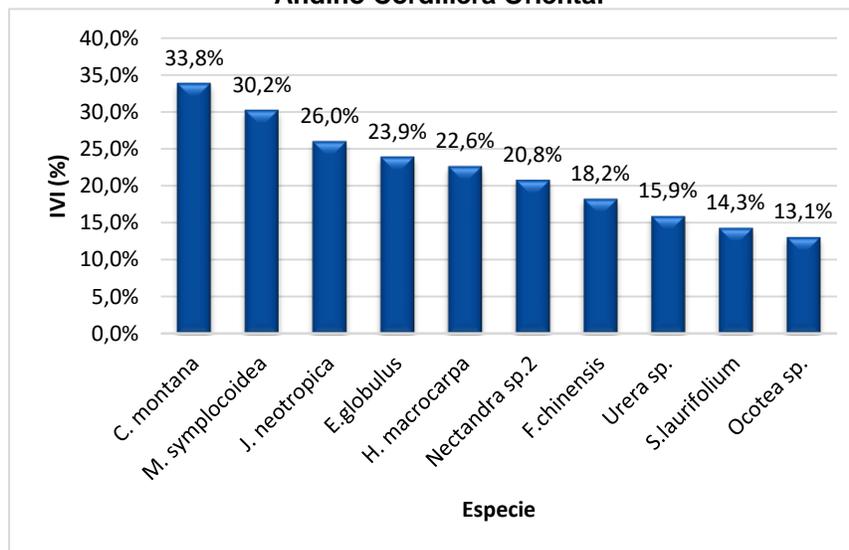
De acuerdo con la Tabla 5-56 y la Figura 5-92 se encontró que las especies de mayor importancia dentro del ecosistema fueron *Cedrela montana* y *Miconia symplocoidea* con un IVI de 33,84% y 30,21% respectivamente; las demás especies se encuentran entre los rangos de 6% a 25%, como se observa a continuación.

Tabla 5-56. Índice de Valor de Importancia de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	Ni	AB%	FR%	DO%	IVI
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	5	11,11	12,50	10,23	33,84
<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	7	15,56	4,17	10,49	30,21
<i>Juglans neotropica</i> Diels	3	6,67	8,33	10,99	25,99
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	3	6,67	8,33	8,92	23,92
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	3	6,67	4,17	11,78	22,62
<i>Nectandra</i> sp.2	5	11,11	4,17	5,52	20,79
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	3	6,67	4,17	7,39	18,23
<i>Urera</i> sp.	2	4,44	4,17	7,31	15,92
<i>Styloceras laurifolium</i> (Willd.) Kunth	2	4,44	4,17	5,71	14,32
<i>Ocotea</i> sp.	1	2,22	4,17	6,68	13,07
<i>Eugenia</i> sp.	2	4,44	4,17	2,14	10,75
<i>Nectandra</i> sp.1	1	2,22	4,17	4,23	10,62
<i>Casearia</i> cf. <i>sylvestris</i> Sw.	1	2,22	4,17	3,29	9,68
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	1	2,22	4,17	1,54	7,93
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	1	2,22	4,17	1,25	7,64
<i>Erythrina edulis</i> triana ex micheli	1	2,22	4,17	1,06	7,45
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	1	2,22	4,17	0,48	6,87
<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	1	2,22	4,17	0,43	6,82
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	1	2,22	4,17	0,41	6,79
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	2,22	4,17	0,17	6,56
TOTAL	45	100	100	100	300

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Figura 5-92. Índice de Valor de importancia para Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

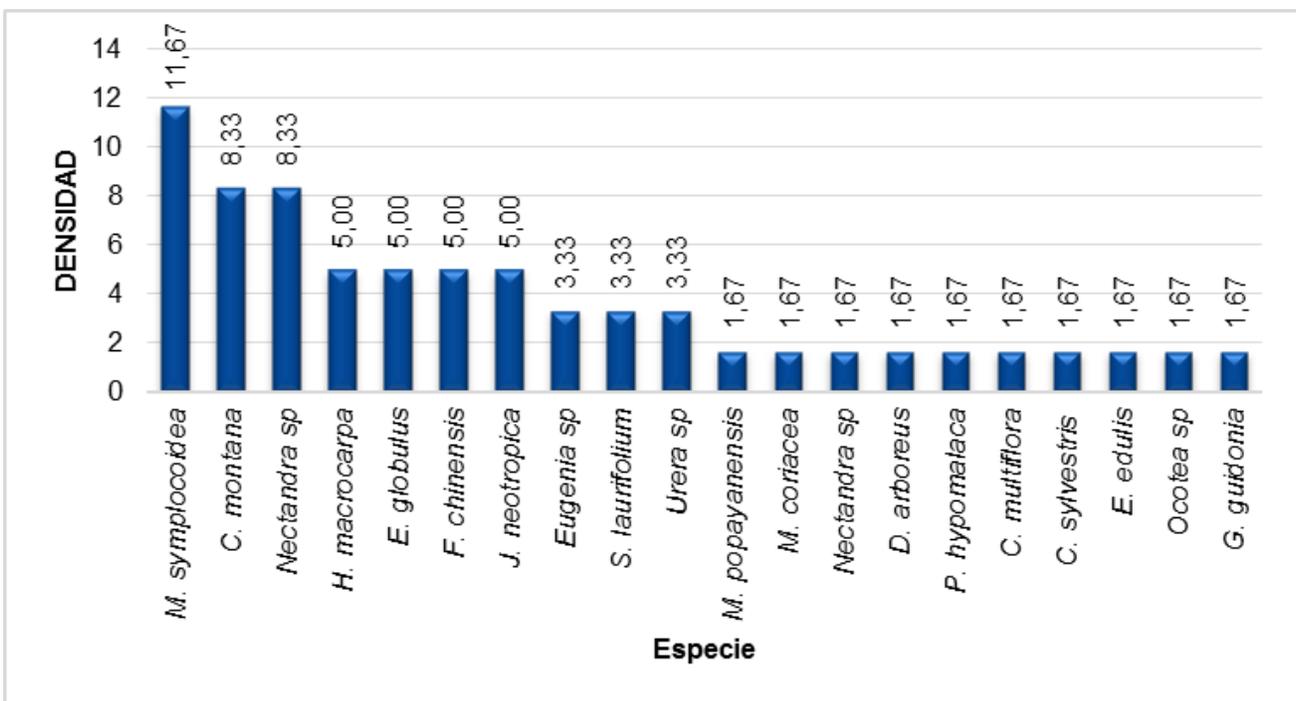
◇ Cociente de mezcla

Este indicador representa la homogeneidad o heterogeneidad del bosque, relacionando el número de especies y el número de individuos totales. Para el ecosistema en análisis, este índice alcanzó un valor de 0,44, lo cual representa una relación 1:2 que indica que en promedio cada especie está representada tan solo por dos (2) individuos, cobertura que se puede considerar homogénea.

○ Densidad

La densidad de individuos calculada para el ecosistema Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental fue de 75 ind/ha. Dicho cálculo guarda una relación directa con la abundancia de individuos dentro del ecosistema. El comportamiento de la misma se observa en la Figura 5-93, en la que se aprecia que las especies con mayor número de individuos por hectárea son *Miconia symplocoidea* con 11,67, seguido de *Cedrela montana* y *Nectandra sp.* 2 con 8,33.

Figura 5-93. Densidad de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

○ Grado de agregación

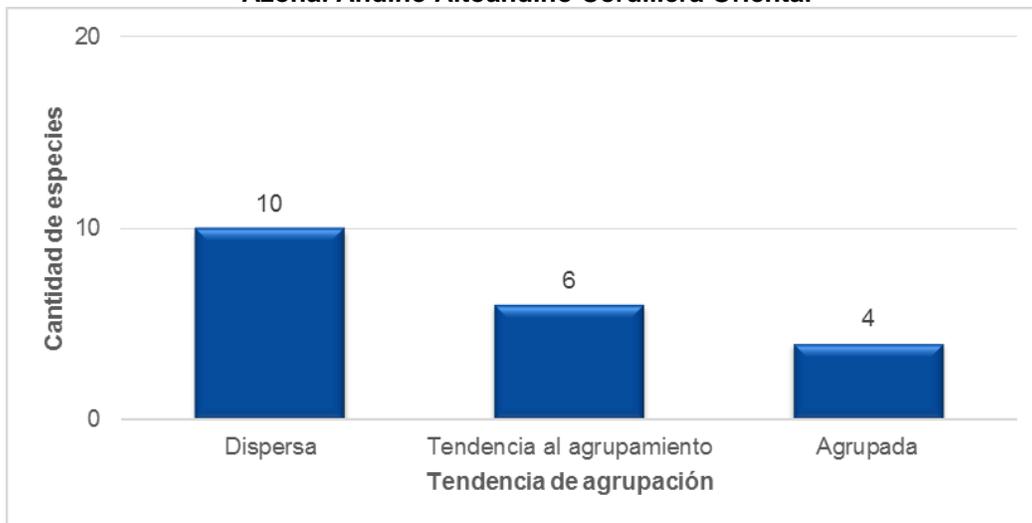
Tabla 5-57. Grado de agregación de las especies en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

NOMBRE CIENTÍFICO	GA	INTERPRETACIÓN
<i>Miconia symplocoidea Triana</i>	6,40	Agrupada
<i>Nectandra sp.2</i>	4,57	Agrupada
<i>Fraxinus chinensis Roxb.</i>	2,74	Agrupada
<i>Hieronyma macrocarpa Müll.Arg.</i>	2,74	Agrupada
<i>Urera sp.</i>	1,83	Tendencia al agrupamiento
<i>Styloceras laurifolium (Willd.) Kunth</i>	1,83	Tendencia al agrupamiento
<i>Eugenia sp.</i>	1,83	Tendencia al agrupamiento
<i>Juglans neotropica Diels</i>	1,23	Tendencia al agrupamiento
<i>Eucalyptus globulus Labill.</i>	1,23	Tendencia al agrupamiento
<i>Cedrela montana Moritz ex Turcz</i>	1,20	Tendencia al agrupamiento
<i>Guarea guidonia (L.) Sleumer</i>	0,91	Dispersa
<i>Ocotea sp.</i>	0,91	Dispersa
<i>Erythrina edulis triana ex micheli</i>	0,91	Dispersa
<i>Casearia cf. sylvestris Sw.</i>	0,91	Dispersa
<i>Clusia multiflora Kunth</i>	0,91	Dispersa
<i>Palicourea hypomalaca Standl.</i>	0,91	Dispersa
<i>Dendropanax arboreus (L.) Decne. & Planch.</i>	0,91	Dispersa
<i>Nectandra sp.1</i>	0,91	Dispersa
<i>Myrsine coriacea (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.</i>	0,91	Dispersa
<i>Myrcia popayanensis Hieron.</i>	0,91	Dispersa

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Este índice permitió determinar que dentro de las 20 especies existentes en el ecosistema analizado, cuatro (4) especies tienen una distribución agrupada (20%); con hábitos dispersos, se reportan 10 especies (50%) y finalmente, seis (6) especies indican tendencia al agrupamiento (30%) (Ver Tabla 5-57 y Figura 5-94).

Figura 5-94. Grado de agregación de las especies en el ecosistema Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

- Estructura vertical
- ◇ Estratificación vertical

El inventario forestal realizado a través de un muestreo estadístico en la cobertura Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, permite caracterizar y establecer tres (3) categorías de estrato de acuerdo con la altura total de los árboles.

Para este caso se encontró que el intervalo de clase de alturas con mayor número de individuos fue el medio con un porcentaje del 55,56%, el cual agrupa los individuos con alturas entre 7 y 15m, seguido por el estrato superior con el 24,44% de los individuos cuyas alturas son mayores a 15 m; finalmente el porcentaje menor fue para el estrato inferior con 20%, cuyas alturas son inferiores a 7 m (ver Tabla 5-58).

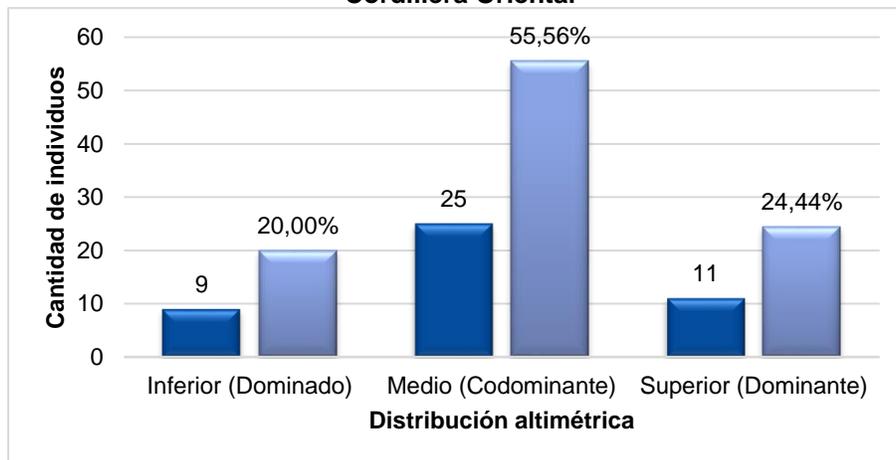
Tabla 5-58. Distribución de las clases altimétricas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

DISTRIBUCIÓN ALTIMÉTRICA	LÍMITE DE ALTURA	CANTIDAD DE INDIVIDUOS	PORCENTAJE
Inferior (Dominado)	≤ 7	9	20
Medio (Codominante)	> 7 m - ≤ 15	25	55,56
Superior (Dominante)	> 15 m	11	24,44
TOTAL		45	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para esta cobertura, la mayoría de individuos se encuentran en el estrato medio o codominante (alturas entre 7 m y ≤ 15), con el 55,56%, porcentaje dado por 25 individuos; en el estrato inferior se reportan 9 individuos (20%) y en el estrato superior, 11 individuos que representan el 24,44% (ver Figura 5-95).

Figura 5-95. Estratificación altimétrica los Pastos arbolados Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

◇ **Distribución altimétrica por clases**

Los individuos arbóreos en la cobertura Pastos arbolados, presentó valores mínimos de 3 m y valores máximos de 21 m, en lo que respecta a alturas totales. Se agruparon todos los individuos arbóreos en categorías altimétricas con intervalos fijos como se puede ver en la Tabla 5-59. La clase altimétrica II es la que mayor número de individuos reporta (11); seguidamente aparecen la IV con 9 y las clases III y V con 8 individuos respectivamente; mientras que las clases V con la menor abundancia con tres (3) individuos.

Tabla 5-59. Distribución de las clases altimétricas en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

CLASE	INTERVALOS		NI	%
	MIN	MAX		
I	3	6	6	13,33
II	6,01	9	11	24,44
III	9,01	12	8	17,78
IV	12,01	15	9	20
V	15,01	18	8	17,78
VI	18,01	21	3	6,67
TOTAL			45	100

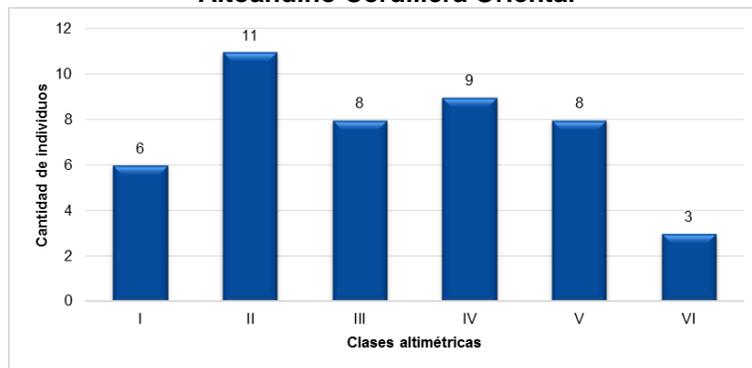
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

En la Figura 5-96 se puede observar que los Pastos arbolados muestreados, no sigue una distribución normal o distribución Gaussiana (también llamada campana de Gauss), por cuanto está asociada a una variable continua, en este caso la altura total de los individuos arbóreos y la precisión del resultado depende siempre del instrumento utilizado, razón por la cual se debemos contemplar un margen de error.

Se puede inferir que esta cobertura tiene alto grado de intervención, puesto que altimétricamente no ha mantenido su estructura vertical debido principalmente a la presión antrópica. Lo anterior se expresa gráficamente con la presencia de la mayor cantidad de individuos en la clase II y IV, mientras que las clases III y V presentan igual número de individuos.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-96. Distribución altimétrica por clases en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



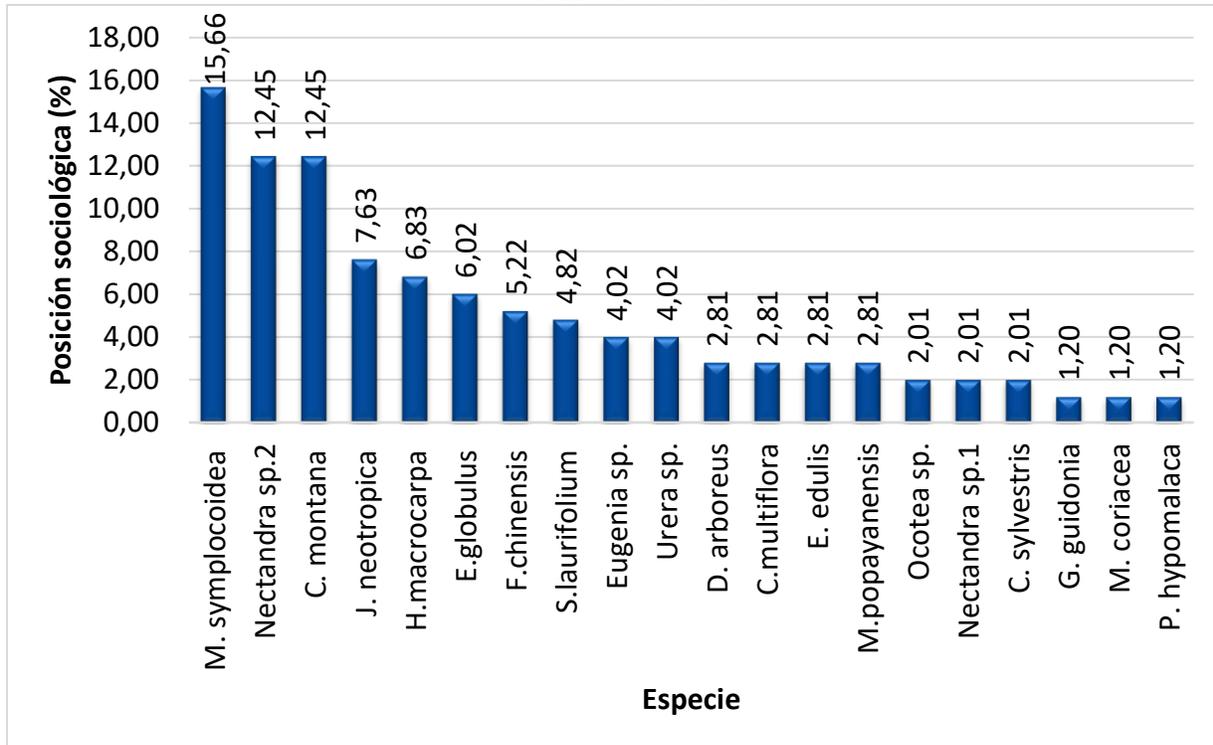
Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Posición sociológica

La posición sociológica, indica el valor de importancia de las especies en los diferentes estratos que componen el bosque, especialmente si se trata de bosques irregulares y heterogéneos. La posición sociológica que ocupan las especies que integran la comunidad forestal, es uno de los parámetros de mayor peso fitosociológico, por cuanto designan el dinamismo y las tendencias de la comunidad estudiada y el inventario forestal permite caracterizar y establecer seis categorías de estrato.

En la Figura 5-97 se puede observar que las especies con mayor peso sociológico (PS%) son *Miconia symplocoidea* con 15,66% con presencia en los tres estratos definidos y las especies *Nectandra sp 2* y *Cedrela montana*, con 12,45% con presencia en dos estratos (dominado y codominante), lo que da un valor de 40,56%; también se puede apreciar que la sumatoria de las especies restantes es del 59,44%. Lo anterior está relacionado con el Índice de Valor de Importancia, puesto que, aquellas especies que tiene predominio en los Pastos arbolados (altos valores en Abundancia, Dominancia y Frecuencia), también presentan los mayores valores en posición sociológica, sin embargo, no se identifican especies con valores amplios respecto a las demás, lo cual permite concluir que la cobertura antrópica es homogénea, tanto en diversidad como en estructura vertical.

Figura 5-97. Posición sociológica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

o Estructura total o dinámica

La diversidad de un bosque se caracteriza no sólo por el número de especies existentes sino también por la distribución de las dimensiones de los árboles. Dos de las variables de dimensión más relevantes para la práctica forestal son el diámetro a la altura de pecho y la altura. El análisis de la estructura diamétrica de este ecosistema muestra *siete* (7) clases diamétricas (Ver Tabla 5-60).

Los resultados indican que los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental analizado, presenta una buena dinámica sucesional, ya que cuenta con una gran cantidad de individuos en sus estadios iniciales y va disminuyendo a medida que aumentan las clases diamétricas. Sin embargo, estadísticamente presenta una distribución en J invertida (ver Figura 5-98), muy similar al comportamiento altimétrico de las especies, esto es concordante con la relación directa que existe entre la altura y el diámetro de los individuos inventariados.

Tabla 5-60. Estructura diamétrica de los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Alto Andino Cordillera Oriental

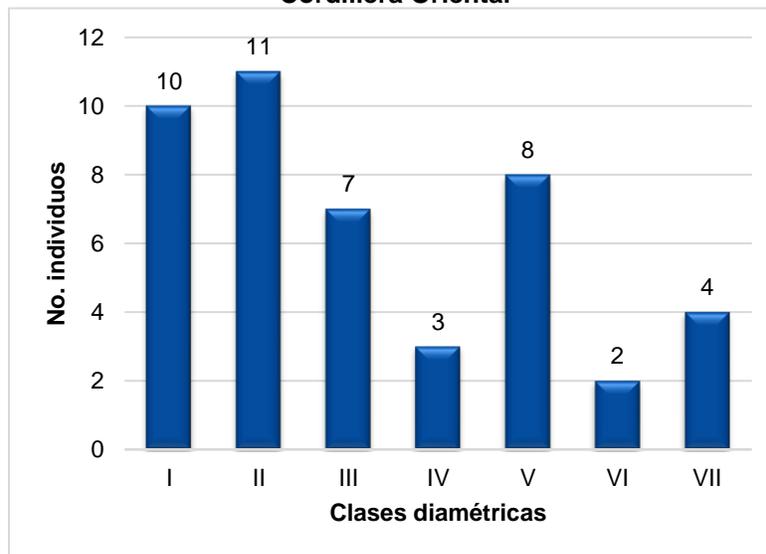
CLASE	INTERVALOS		NI	%
	MIN	MAX		
I	0,10	0,18	10	22,2
II	0,19	0,27	11	24,4
III	0,28	0,35	7	15,6
IV	0,36	0,44	3	6,7
V	0,45	0,52	8	17,8

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

CLASE	INTERVALOS		NI	%
	MIN	MAX		
VI	0,53	0,60	2	4,4
VII	0,61	0,69	4	8,9
TOTAL			45	100

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Figura 5-98. Estructura diamétrica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

De acuerdo con la Figura 5-98, se puede observar la relación que existe entre los promedios de diámetro y alturas para las especies que conforman las diferentes clases diamétricas. Cuando se establece esta relación sin discriminación de especies, se mantiene por lo general la misma tendencia, es decir, una curva parabólica; sin embargo, se produce una alta variabilidad o dispersión de datos, por lo que la curva puede no tener un buen ajuste. Dentro de este contexto, un problema común es la inclinación hacia abajo de la parte final de la curva, debido a la presencia de árboles de diámetro grande y poca altura.

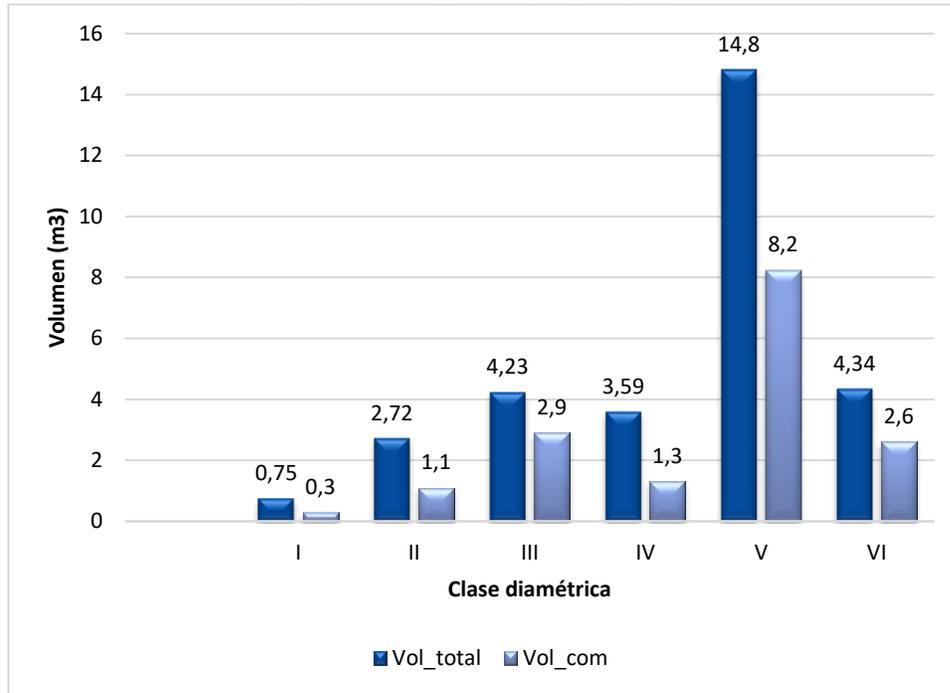
◇ Volumen por clase diamétrica

En la

Figura 5-99 se presentan los volúmenes totales y comerciales cuantificados para cada una de las clases diamétricas establecidas para los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-99. Volúmenes por clase diamétrica de Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

La distribución de volumen en las clases diamétricas de esta cobertura, evidenció una distribución con tendencia menos marcada que en la estructura diamétrica, al obtener valores significativos en las clases diamétricas V y VI; este comportamiento está relacionado con el tipo de cobertura analizado (antropizada), la presencia de árboles maduros y muy maduro que aportan volúmenes altos en las categorías mayores, lo cual permite inferir, que los individuos censados es el resultado del proceso de intervención antrópica a lo largo de los años (Tabla 5-61).

Tabla 5-61. Volúmenes por especie en los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ESPECIE	Vt (m³)	Vc (m³)
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	0,253	0,072
<i>Juglans neotropica</i> Diels	4,477	1,671
<i>Ocotea</i> sp.	2,894	0,965
<i>Nectandra</i> sp.2	1,901	0,757
<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz	3,776	2,214
<i>Erythrina edulis</i> triana ex micheli	0,244	0,061
<i>Fraxinus chinensis</i> Roxb.	3,049	1,168
<i>Urera</i> sp.	1,667	0,778
<i>Casearia</i> cf. <i>sylvestris</i> Sw.	1,709	0,759
<i>Styloceras laurifolium</i> (Willd.) Kunth	2,285	0,882
<i>Clusia multiflora</i> Kunth	0,111	0,028
<i>Miconia symplocoidea</i> Triana	4,518	1,878
<i>Palicourea hypomalaca</i> Standl.	0,050	0,025



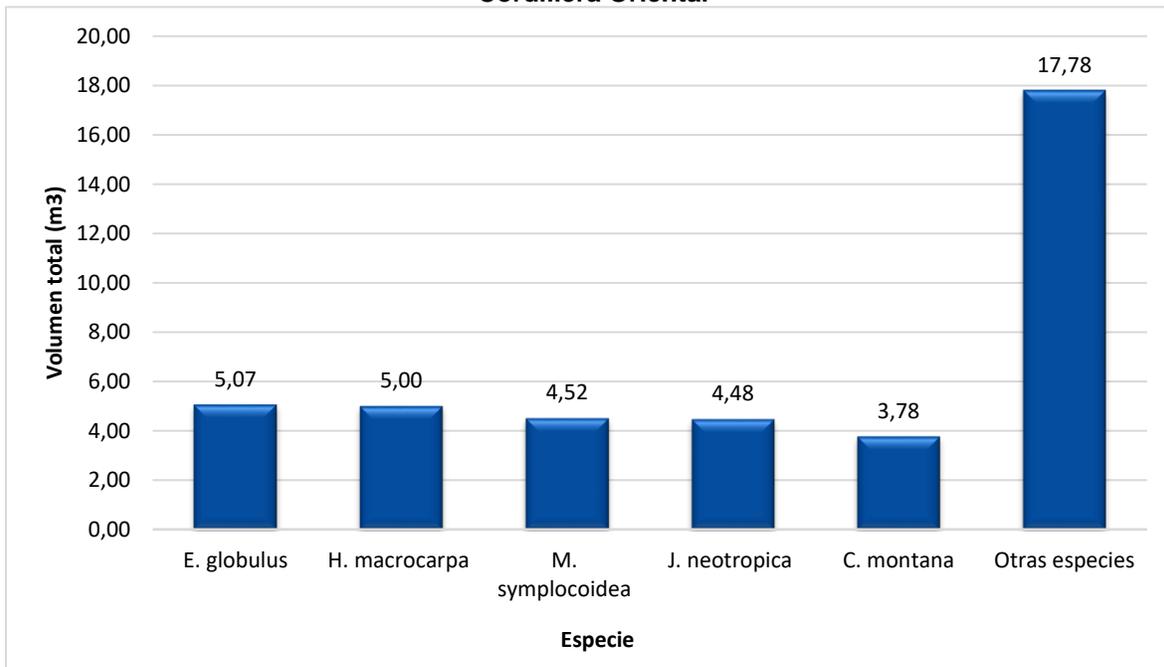
Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

ESPECIE	Vt (m ³)	Vc (m ³)
<i>Dendropanax arboreus</i> (L.) Decne. & Planch.	0,094	0,023
<i>Nectandra sp.1</i>	2,445	0,489
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	5,068	4,245
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	0,024	0,010
<i>Eugenia sp.</i>	0,479	0,348
<i>Myrcia popayanensis</i> Hieron.	0,578	0,400
<i>Hieronyma macrocarpa</i> Müll.Arg.	5,000	4,094
TOTAL	40,62	20,87

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

Para esta cobertura se obtuvo un volumen total de 40,62 m³ y 20,87 m³ de volumen comercial; el volumen total promedio por hectárea es de 67,7 m³/ha y el comercial de 34,78 m³/ha. Con relación al aporte de volumen por especie, la de mayor representación es *E. globulus* a con 5,068 m³ debido a que reportó individuos de gran porte, tanto en altura como en DAP; seguidamente aparecen *H. macrocarpa* (5,00 m³), *M. symplocoidea* (4,52 m³), *J. neotropica* (4,48 m³) y *C. montana* (3,78 m³); las demás especies aportan volúmenes que oscilan entre 0,02 m³ a 3,05 m³ (Figura 5-100).

Figura 5-100. Volúmenes por especie en Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

- Índices Alfa-diversidad para el Bosque denso alto del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

La importancia del análisis de diversidad en coberturas boscosas radica en que se pueden reconocer las zonas de alta biodiversidad o ‘hot spot’. Los resultados de los diferentes índices utilizados para la caracterización de los Pastos arbolados se observan en la Tabla 5-62.

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Las medidas de este nivel de diversidad, se puede dividir en dos categorías: Índices de riqueza de especies (Margalef y Menhinick) e Índices basados en la abundancia relativa de especies (Shannon, Simpson y Berger Parker).

Tabla 5-62. Índices alfa-diversidad para los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental

ÍNDICE	TIPO	VALOR
Índice de Margalef (Dmg)	Riqueza específica	4,99
Índice de Menhinick (Dmn)	Riqueza específica	2,98
Índice de Berger Parker (B)	Abundancia	0,16
Índice de Shannon (H')	Abundancia	2,76
Índice de Simpson (D)	Abundancia	0,92

Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

◇ Índices de riqueza de especies

Son esencialmente medidas del número de especies en una muestra definida y normalmente se presentan como una medida de densidad, es decir, número de especies por unidad de área específica de colección.

Estos índices de diversidad se calculan como una combinación entre el número de especies (S) y el número de individuos total en la muestra (N) y a estos pertenecen Margalef y Menhinick.

Estos índices, intentan medir la diversidad en función de la densidad, es decir, el número de especies/ha y de acuerdo a los resultados descritos en la Tabla 5-62, se observa que la riqueza de especies determinada a través de Margalef y Menhinick, en este ecosistema es de valor medio por ser un área antrópica.

◇ Índices basados en la abundancia relativa de especies

Estos índices buscan conjugar la riqueza y la abundancia relativa y de acuerdo al resultado contenido en la Tabla 5-62, se puede concluir lo siguiente:

El valor de Berger & Parker varía entre 0 y 1, cuando se acerca más a 1 existe mayor dominancia y es menor la diversidad. De acuerdo al resultado obtenido de 0,16, se considera muy bajo en diversidad el ecosistema.

El valor normal de Shannon está entre 2 a 3 y cuando es menor a 2, se considera bajo en diversidad y cuando es mayor a 3, son altos en diversidad de especies. De acuerdo al resultado obtenido de 2,76, se puede inferir que los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, la riqueza de especies, en este ecosistema es de valor medio por ser un área antropizada.

En relación con el índice Simpson, es un indicador de dominancia más que de diversidad y su inverso es un buen indicador de diversidad de hábitat. El valor de 0,92 reportado, por ser cercano a 1, es menor la diversidad en este ecosistema.

○ Análisis de Regeneración natural

La caracterización de la vegetación según la fisonomía, se basa en la arquitectura común de la vegetación, constituida a partir de la configuración espacial en sentido horizontal y vertical de sus diferentes componentes (Rangel & Velásquez, 1997). Para el análisis de la regeneración natural debido a su posición sociológica en el bosque, se usa el Índice de regeneración natural (%RG), el cual determina la importancia de una especie en las

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

categorías de tamaño inferiores (renuevos, brinzales y latizales). Las variables en este índice son la abundancia relativa, frecuencia relativa y categorías de tamaño (Cantillo, 2001).

Las anteriores características no se cumplen en esta cobertura antrópica, debido a la presencia permanente de ganado vacuno y mular en el área de influencia biótica, motivo por el cual no se establecieron parcelas de muestreo.

- **Análisis sucesional**

De acuerdo con Gallegos et al (2008), los grupos ecológicos permiten en cualquier bosque, reconocer y clasificar especies que poseen características biológicas y ecológicas afines y son conjuntos de individuos que utilizan uno o varios recursos del medio ambiente en forma similar. Estos gremios agrupan especies que comparten patrones similares de exigencias de radiación lumínica, regeneración y crecimiento.

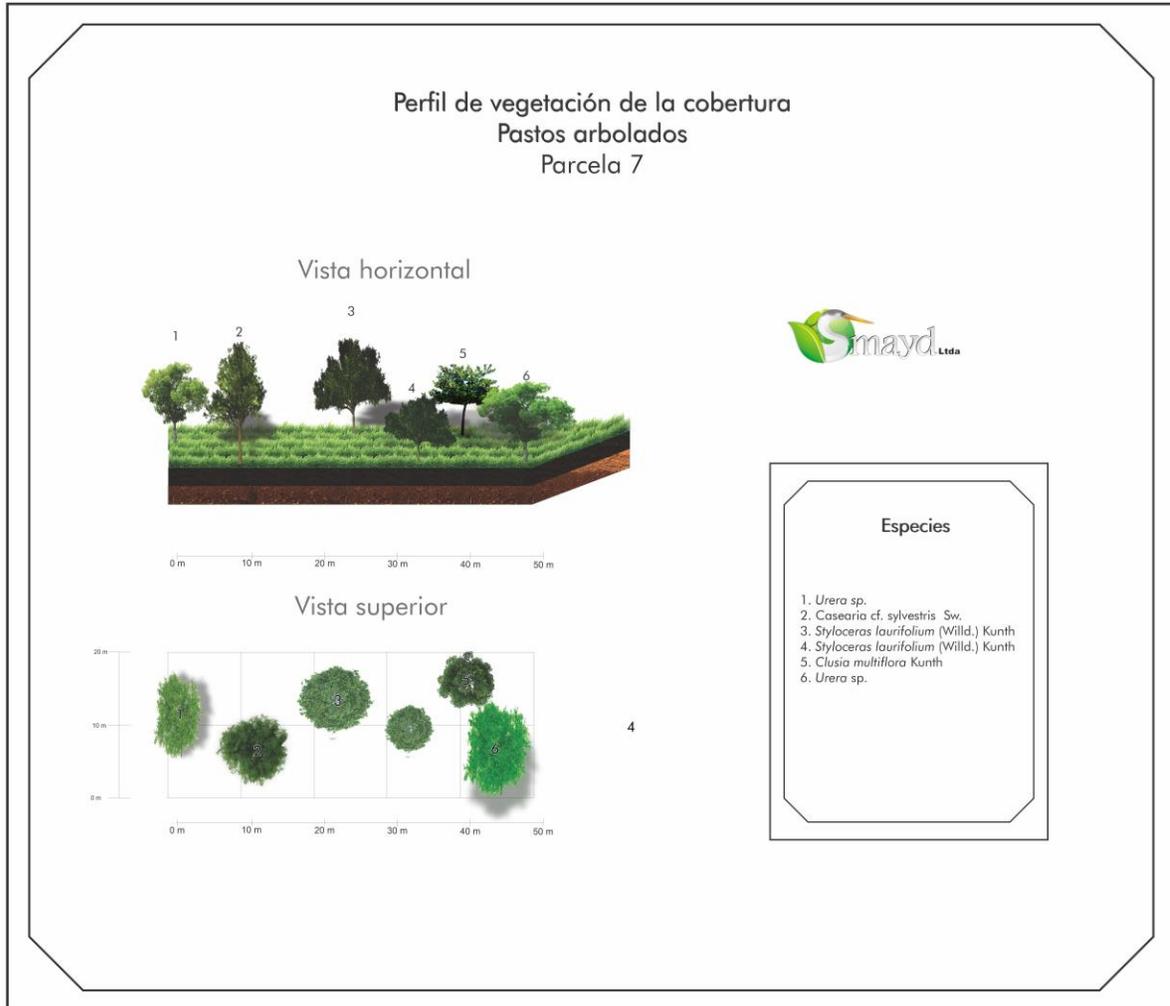
El término gremio se define como un grupo de especies que explota la misma clase de recursos del medioambiente de una manera similar. El gremio agrupa especies que solapan significativamente en sus requerimientos de nicho, sin considerar la posición taxonómica. Con base en los conceptos expuestos, en la cobertura pastos arbolados, por presentar una matriz homogénea (gramíneas) con presencia de árboles dispersos o agrupados y pastoreo constante, la presencia de regeneración natural no es factible, lo cual impide el crecimiento de vegetación en estado sucesional que permita realizar algún análisis bajo lineamientos estadísticos válidos.

- **Perfil de vegetación en los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental**

*En la Figura 5-101, se presenta la distribución espacial de las especies de uno de los puntos de muestreos realizados. Entre estas especies, encontramos *Urera sp.*, *Casearia cf. sylvestris*, *Styloceras laurifolium* y *Clusia multiflora*.*

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016

Figura 5-101. Perfil de vegetación en los Pastos arbolados del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental



Fuente: SMAYD LTDA., 2022.

BIBLIOGRAFÍA

- CAÑARI C, C. Tesis: Análisis Estructural del Bosque Sub-Tropical del fundo Don Bosco, San Ramón. 1972. Huancayo-Perú. 87p. UNCP.
- ESTRADA T, Z. 2007. Tesis para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Biológicas: Análisis e Interpretación de Diversidad Florística en Bosques Húmedos del Perú, con Énfasis al Estudio del “Bosque Macuya” del Distrito de Irazola, Provincia de Padre Abad, Departamento de Ucayali. Lima-Perú. UNMSM.
- HURTADO, C., CORTE, C., & TRIANA M. 2017. Estimación del carbono almacenado en el bosque natural en la cuenca media – baja. Municipio de Río Quito Choco, Colombia.
- HERNANDEZ, J., NAVARRO, C., PEÑA, R., NÁJERA, A. 2018. Patrón de distribución espacial de las especies arbóreas de la región de El Salto, Durango. 18p
- MELO & OMAR. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia, 2003. 235p.
- WADSWORTH, F. 2000. Producción forestal para América tropical. USDA, Servicio Forestal. Washington, DC. 563 p.
- MALLEUX, Jorge. Inventarios Forestales en bosques tropicales. UNA, Lima, 1982. 414 p.
- MATTEUCCI, S; COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Editorial Eva V. Chesneau. EE.UU, OEA.
- MOSTACEDO, B., & FREDERICKSEN, T., 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). 87 p.
- LAMPRECHT, et al. “Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido”. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen. 1990. 335 p.
- LOMBARDI I, I. 1975. La Regeneración Natural en el Restablecimiento de los Bosques Naturales. Reunión Nacional sobre Proyectos de Plantaciones Forestales. Ministerio de Agricultura Dirección General de Forestal y Fauna. Cuzco-Perú.
- LOMBARDI I, I. 1988. Dinámica de los ecosistemas tropicales de la Amazonía Peruana. Monitoreo de Procesos de Deforestación/Degradación en Bosques Húmedos Tropicales. FAO N° 15. Manejo de Recursos Forestales Tropicales en América Latina.
- LOMBARDI I, I. 1995. Tratamiento Silvicultural en Bosque Naturales del Trópico Húmedo. Propuestas-Dantas. V Congreso Nacional Forestal.
- MINISTERIO DE AMBIENTE. 2002. Guía Técnica para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales. Bogotá. D.C, pag 56-79.
- OROZCO, L., & BRUMÉR, C., 2002. Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- PÉREZ, J., Y GARDEY, A.. Definiciones: Definición de campana de Gauss (<https://definicion.de/campana-de-gauss/>). . Publicado: 2016. Actualizado.
- RAMÍREZ Z., CHRISTOPH K., 2001. A Inventario Forestal Global –GFS- Estudio Piloto en Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Costa Rica, Marzo de 2001. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/download/15545-0388865e6fb22f1d7d010789690304ac3.pdf>
- RANGEL-Ch, J.O., 2015. La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat 39, 176–20.
- RODRÍGUEZ N. ARMENTERAS D., MORALES, M Y ROMERO M. 2006. Ecosistemas de los Andes colombianos. Segunda edición. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 154p.
- SABOGAL, C. 1980. Tesis: Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque “Copal”, Jenaro Herrera, (Loreto- Perú). Tesis para optar el título de ingeniero forestal UNALM.
- SUAREZ, J. H., 2002. Guía Técnica para la Realización de Inventarios Forestales. [aut. libro] Ministerio del Medio Ambiente, Asociación Colombiana de Reforestadores, & Organización Internacional de Maderas Tropicales, Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosque Naturales. 1 Edición, Bogotá (Colombia). Editorial Gente Nueva, 2002. p 182.

**COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL –
MODIFICACIÓN 2 LICENCIA AMBIENTAL RESOLUCIÓN No. 170 / 2021–
INFORMACIÓN ADICIONAL**

Segundo Refuerzo de Red en el Área Oriental: Línea de transmisión La Virginia – Nueva Esperanza 500kV - UPME 07 2016



VILLAREAL, H. M., ÁLVAREZ, M., CÓRDOBA-CÓRDOBA, S., ESCOBAR, F., FAGUA, G., GAST, F., UMAÑA, A. M., 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad.