



# INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE DEL PERÚ

---

## Panel 1

*Análisis de datos del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre correspondiente al Panel 1 (20% de la muestra nacional), de los componentes estado del bosque, biomasa, carbono y fauna silvestre de las ecozonas Costa, Sierra, Selva Alta Accesible, Selva Alta de Difícil Acceso, Selva Baja e Hidromórfica*



**SERVICIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE  
DIRECCIÓN DE INVENTARIO Y VALORACIÓN**

Diciembre de 2019

## **CRÉDITOS**

### **INFORME DEL INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE - PRIMER PANEL**

© Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre  
Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre  
Dirección de Inventario y Valoración

**LUIS ALBERTO GONZALES ZÚÑIGA GUZMÁN**  
Director Ejecutivo  
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR

**RUPERTO ANDRÉS TABOADA DELGADO**  
Gerente General

**ELVIRA GÓMEZ RIVERO**  
Directora de la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de  
Fauna Silvestre – SERFOR

**PATRICIA DURAN MONTESINOS**  
Directora (e) de la Dirección de Inventario y Valoración

**EQUIPO TÉCNICO**  
Alfredo Apaza Ticona  
Alexs Arana Olivos  
Juan Baluarte Vásquez  
Gabriel Clostre Orellana  
Ricardo Ernesto De la Cruz Paiva  
Eduardo O'Brien Mazzini  
José Antonio Salazar Rivero  
Christian Sánchez Montesinos  
Germán Alex Sánchez Rojas  
David Alejandro Velarde Falconi

Lima, Diciembre de 2019.

## INDICE DE CONTENIDOS

ACRÓNIMOS .....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	3
INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE .....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. ANTECEDENTES .....	12
2.1. Bases técnicas del diseño del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-INFFS .....	12
2.2. Clasificación de Tipos de bosques y usos de la tierra .....	14
2.3. Inventarios forestales previos .....	19
2.4. Estudios florísticos .....	22
2.5. Inventarios de Carbono .....	26
2.6. Estudios de fauna silvestre.....	28
2.7. Marco legal para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales.....	33
III. OBJETIVO .....	35
IV. METODOLOGÍA .....	35
4.1. Marco metodológico.....	35
4.2. Alcances del estudio.....	37
4.3. Área de estudio .....	37
4.4. Método .....	37
V. RESULTADOS.....	59
<b>5.1 ESTADO DEL BOSQUE</b> .....	61
ECOZONA COSTA.....	63
ECOZONA SIERRA .....	82
ECOZONA SELVA ALTA ACCESIBLE .....	102
ECOZONA SELVA ALTA DE DIFÍCIL ACCESO .....	121
ECOZONA SELVA BAJA .....	140
ECOZONA HIDROMÓRFICA .....	162
ANÁLISIS DEL ESTADO DEL BOSQUE .....	182
CONCLUSIONES.....	230
RECOMENDACIONES.....	236
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	238
<b>5.2 BIOMASA Y CARBONO</b> .....	255
5.2.1 INTRODUCCIÓN.....	257
5.2.2 OBJETIVO .....	258
5.2.3 METODOLOGÍA .....	258
5.2.4 RESULTADOS.....	261
5.2.5 DISCUSIÓN .....	265
5.2.6. CONCLUSIONES.....	268
5.2.7 RECOMENDACIONES.....	269
5.2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	269
<b>5.3 FAUNA SILVESTRE</b> .....	273
ECOZONA COSTA.....	282
ECOZONA SIERRA .....	288
ECOZONA SELVA ALTA ACCESIBLE .....	294
ECOZONA SELVA ALTA DE DIFÍCIL ACCESO .....	299
ECOZONA SELVA BAJA .....	304
ECOZONA HIDROMÓRFICA .....	312
ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA FAUNA SILVESTRE .....	318
CONCLUSIONES.....	323
RECOMENDACIONES.....	324
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	325
ANEXOS .....	327

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Clasificación de los Bosques de Selva Baja .....</i>	<i>15</i>
<i>Cuadro 2. Clasificación de los bosques de la Selva Alta .....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 3. Clasificación de los bosques de la zona Hidromórfica .....</i>	<i>17</i>
<i>Cuadro 4. Clasificación de los bosques de la Costa .....</i>	<i>18</i>
<i>Cuadro 5. Clasificación de los bosques de la Sierra .....</i>	<i>19</i>
<i>Cuadro 6. Tamaño de la muestra por subpoblación y distancia promedio de las parcelas .....</i>	<i>43</i>
<i>Cuadro 7. Número de unidades muestrales del INFFS a ser visitadas en campo .....</i>	<i>49</i>
<i>Cuadro 8. Descripción de formularios de campo para el levantamiento del INFFS .....</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 9. Estimación de la incertidumbre esperada para las distintas variables del inventario nacional forestal y de fauna silvestre .....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 10. Categorías de potencial forestal .....</i>	<i>53</i>
<i>Cuadro 11. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontrados en 28 unidades muestrales del bosque de la ecozona Costa. ....</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 12. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (<math>H'</math>) e Índice de Equidad de Pielou de 28 unidades muestrales .....</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro 13. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales .....</i>	<i>68</i>
<i>Cuadro 14. Promedio del área basal (<math>m^2/ha</math>) por clase diamétrica por estratos <math>5 \leq dap &lt; 10</math> cm (fustal) y <math>\geq 10</math> cm dap (arbóreo) de las 10 primeras especies forestales .....</i>	<i>71</i>
<i>Cuadro 15. Promedio del volumen (<math>m^3/ha</math>) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales .....</i>	<i>71</i>
<i>Cuadro 16. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa .....</i>	<i>72</i>
<i>Cuadro 17. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa .....</i>	<i>73</i>
<i>Cuadro 18. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa .....</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro 19. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa .....</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro 20. IVI simplificado, número de plántulas por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las primeras 10 especies forestales de brinzales .....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 21. IVI simplificado, número de plántulas por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las primeras 10 especies forestales de latizales .....</i>	<i>75</i>
<i>Cuadro 22. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico .....</i>	<i>77</i>
<i>Cuadro 23. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Costa del inventario nacional forestal .....</i>	<i>81</i>
<i>Cuadro 24. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, encontrados en 53 unidades muestrales del bosque de la ecozona Sierra .....</i>	<i>82</i>
<i>Cuadro 25. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (<math>H'</math>) e Índice de Equidad de Pielou de las 53 unidades muestrales .....</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 26. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales .....</i>	<i>88</i>

<i>Cuadro 27. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos 5≤dap&lt;10 cm (fustal) y ≥10 cm dap (arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>90</i>
<i>Cuadro 28. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las diez primeras especies forestales.....</i>	<i>90</i>
<i>Cuadro 29. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Sierra .....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 30. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Sierra .....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 31. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal.....</i>	<i>93</i>
<i>Cuadro 32. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo .....</i>	<i>94</i>
<i>Cuadro 33. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Sierra.....</i>	<i>94</i>
<i>Cuadro 34. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales en la ecozona Sierra.....</i>	<i>95</i>
<i>Cuadro 35. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Sierra del inventario nacional forestal.....</i>	<i>101</i>
<i>Cuadro 36. Número de individuos vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontrados en veintiocho unidades muestrales del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible.....</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 37. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') e Índice de Equidad de Pielou de 28 unidades muestrales .....</i>	<i>104</i>
<i>Cuadro 38. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>107</i>
<i>Cuadro 39. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>109</i>
<i>Cuadro 40. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>110</i>
<i>Cuadro 41. Volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales para individuos del estrato fustal y arboreo .....</i>	<i>110</i>
<i>Cuadro 42. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>111</i>
<i>Cuadro 43. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>112</i>
<i>Cuadro 44. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>113</i>
<i>Cuadro 45. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>113</i>
<i>Cuadro 46. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>114</i>
<i>Cuadro 47. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales de la Ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>114</i>
<i>Cuadro 48. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Alta Accesible del Inventario Nacional Forestal .....</i>	<i>120</i>

Cuadro 49. Número de individuos vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, palmeras y número de individuos no determinados encontrados en cuatro unidades muestrales del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso. ....	121
Cuadro 50. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou de 4 unidades muestrales .....	122
Cuadro 51. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales .....	125
Cuadro 52. Promedio del área basal ( $m^2/ha$ ) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....	128
Cuadro 53. Promedio del volumen ( $m^3/ha$ ) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....	128
Cuadro 54. Volumen comercial ( $m^3/ha$ ) por grupos comerciales para individuos del estrato fustal y arboreo .....	129
Cuadro 55. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso .....	130
Cuadro 56. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso .....	131
Cuadro 57. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso .....	132
Cuadro 58. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso .....	132
Cuadro 59. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso.....	133
Cuadro 60. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso.....	133
Cuadro 61. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico .....	135
Cuadro 62. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso del Inventario Nacional Forestal.....	138
Cuadro 63. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, encontrados en 53 unidades muestrales del bosque de la ecozona Sierra.....	140
Cuadro 64. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou ( $J'$ ) de 128 unidades muestrales.....	142
Cuadro 65. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales .....	147
Cuadro 66. Promedio del área basal ( $m^2/ha$ ) por clase diamétrica por estrato (fustal y arboreo) de las 10 primeras especies forestales.....	149
Cuadro 67. Promedio del volumen ( $m^3/ha$ ) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....	150
Cuadro 68. Volumen promedio ( $m^3/ha$ ) por grupos comerciales en individuos de los estratos fustales, árboles y árboles mayores e iguales de 60 cm dap .....	151
Cuadro 69. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Baja .....	152
Cuadro 70. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Baja .....	152

<i>Cuadro 71. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal en el bosque de la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>153</i>
<i>Cuadro 72. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo en el bosque de la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>154</i>
<i>Cuadro 73. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las diez primeras especies forestales de brinzales.....</i>	<i>154</i>
<i>Cuadro 74. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las diez primeras especies forestales de latizales .....</i>	<i>155</i>
<i>Cuadro 75. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico.....</i>	<i>157</i>
<i>Cuadro 76. Listado de especies de acuerdo con la categorización CITES .....</i>	<i>157</i>
<i>Cuadro 77. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Baja del inventario nacional forestal.....</i>	<i>161</i>
<i>Cuadro 78. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontradas en 17 unidades muestrales del bosque de la ecozona Hidromórfica. ....</i>	<i>162</i>
<i>Cuadro 79. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') y de equidad de Pielou (J') de 17 unidades muestrales .....</i>	<i>164</i>
<i>Cuadro 80. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>167</i>
<i>Cuadro 81. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>169</i>
<i>Cuadro 82. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales.....</i>	<i>169</i>
<i>Cuadro 83. Volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales en individuos de los estratos fustal, arbóreo y árboles mayores e iguales de 60 cm dap .....</i>	<i>170</i>
<i>Cuadro 84. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Hidromórfica.....</i>	<i>171</i>
<i>Cuadro 85. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Hidromórfica.....</i>	<i>172</i>
<i>Cuadro 86. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>173</i>
<i>Cuadro 87. Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Hidromórfica.....</i>	<i>173</i>
<i>Cuadro 88. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las 10 primeras especies forestales de brinzales .....</i>	<i>174</i>
<i>Cuadro 89. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las 10 primeras especies forestales de latizales .....</i>	<i>174</i>
<i>Cuadro 90. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico.....</i>	<i>177</i>
<i>Cuadro 91. Listado de especies de acuerdo con la categorización CITES .....</i>	<i>177</i>
<i>Cuadro 92. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Hidromórfica del Inventario Nacional Forestal .....</i>	<i>180</i>
<i>Cuadro 93. Reservorios de carbono.....</i>	<i>259</i>
<i>Cuadro 94. Ecuaciones alométricas para el cálculo de biomasa por ecozona.....</i>	<i>260</i>
<i>Cuadro 95. Número de Unidad de Muestreo evaluadas y número de registros por ecozona .....</i>	<i>277</i>
<i>Cuadro 96. Número de registros por taxa, por ecozona.....</i>	<i>279</i>

<i>Cuadro 97. Número de registros identificados por categoría taxonómica .....</i>	<i>279</i>
<i>Cuadro 98. Número de especies y géneros diferentes por taxa registrados en el INFFS .....</i>	<i>280</i>
<i>Cuadro 99. Número de especies por taxa, por ecozona.....</i>	<i>280</i>
<i>Cuadro 100. Especies con el mayor número de ocurrencias, por ecozona. ....</i>	<i>280</i>
<i>Cuadro 101. Frecuencia de ocurrencia de especies en las 6 ecozonas.....</i>	<i>280</i>
<i>Cuadro 102. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Costa.....</i>	<i>283</i>
<i>Cuadro 103. Número de especies por taxa en la ecozona Costa .....</i>	<i>283</i>
<i>Cuadro 104. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Costa .....</i>	<i>283</i>
<i>Cuadro 105. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Costa .....</i>	<i>283</i>
<i>Cuadro 106. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Costa .....</i>	<i>284</i>
<i>Cuadro 107. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Costa .....</i>	<i>284</i>
<i>Cuadro 108. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Costa .....</i>	<i>284</i>
<i>Cuadro 109. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS - ecozona Costa, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI).....</i>	<i>285</i>
<i>Cuadro 110. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Costa, con categorización CITES.....</i>	<i>286</i>
<i>Cuadro 111. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Sierra .....</i>	<i>289</i>
<i>Cuadro 112. Número de especies por taxa en la ecozona Sierra .....</i>	<i>289</i>
<i>Cuadro 113. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra .....</i>	<i>289</i>
<i>Cuadro 114. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra .....</i>	<i>289</i>
<i>Cuadro 115. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra .....</i>	<i>290</i>
<i>Cuadro 116. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra.....</i>	<i>290</i>
<i>Cuadro 117. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la ecozona Sierra .....</i>	<i>290</i>
<i>Cuadro 118. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Sierra, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI).....</i>	<i>291</i>
<i>Cuadro 119. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Sierra, con categorización CITES.....</i>	<i>292</i>
<i>Cuadro 120. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>295</i>
<i>Cuadro 121. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Alta Accesible.....</i>	<i>295</i>
<i>Cuadro 122. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>295</i>
<i>Cuadro 123. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible.....</i>	<i>295</i>
<i>Cuadro 124. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>295</i>
<i>Cuadro 125. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible .....</i>	<i>296</i>
<i>Cuadro 126. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la Selva Alta Accesible.....</i>	<i>296</i>
<i>Cuadro 127. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta Accesible, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI) .....</i>	<i>297</i>
<i>Cuadro 128. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta Accesible, con categorización CITES .....</i>	<i>298</i>
<i>Cuadro 129. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso ....</i>	<i>300</i>
<i>Cuadro 130. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso .....</i>	<i>300</i>
<i>Cuadro 131. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso .....</i>	<i>300</i>
<i>Cuadro 132. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso ....</i>	<i>300</i>
<i>Cuadro 133. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso.....</i>	<i>301</i>
<i>Cuadro 134. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso.....</i>	<i>301</i>



<i>Cuadro 135. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Selva Alta de Difícil acceso ...</i>	<i>301</i>
<i>Cuadro 136. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta de Difícil acceso, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI) .....</i>	<i>302</i>
<i>Cuadro 137. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta de Difícil acceso, con categorización CITES .....</i>	<i>303</i>
<i>Cuadro 138. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>305</i>
<i>Cuadro 139. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Baja.....</i>	<i>305</i>
<i>Cuadro 140. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja.....</i>	<i>305</i>
<i>Cuadro 141. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja.....</i>	<i>305</i>
<i>Cuadro 142. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>306</i>
<i>Cuadro 143. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>306</i>
<i>Cuadro 144. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Selva Baja.....</i>	<i>306</i>
<i>Cuadro 145. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Baja, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI) .....</i>	<i>307</i>
<i>Cuadro 146. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Baja, con categorización CITES.....</i>	<i>308</i>
<i>Cuadro 147. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>313</i>
<i>Cuadro 148. Número de especies por taxa en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>313</i>
<i>Cuadro 149. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>313</i>
<i>Cuadro 150. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>313</i>
<i>Cuadro 151. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>314</i>
<i>Cuadro 152. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica.....</i>	<i>314</i>
<i>Cuadro 153. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>314</i>
<i>Cuadro 154. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Hidromórfica, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI) .....</i>	<i>315</i>
<i>Cuadro 155. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Hidromórfica, con categorización CITES.....</i>	<i>316</i>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de las subpoblaciones del INFFS.....	14
Figura 2. Configuración de la unidad muestral para las ecozonas Costa y Sierra .....	39
Figura 3. Configuración de la unidad muestral para las ecozonas Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso.....	40
Figura 4. Configuración de la parcela de medición para ecozona Selva Baja.....	41
Figura 5. Cuadrículas del INFFS para la selección de muestras por subpoblación.....	44
Figura 6. Selección de muestra aleatoria dentro de cada cuadrícula .....	44
Figura 7. Ubicación de muestras del INFFS.....	46
Figura 8. Ejemplo del agrupamiento de parcelas de medición en la ecozona de Selva Baja, Región Loreto.	47
Figura 9. Ejemplo de la distribución de paneles para la ecozona de Selva Baja, Región Loreto.....	48
Figura 10. Diez primeras familias con mayor número de especies .....	64
Figura 11. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener	66
Figura 12. Similitud de especies entre las 28 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.	67
Figura 13. Distribución diamétrica de árboles por hectárea expresado en porcentaje, en la ecozona Costa	68
Figura 14. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Costa .....	70
Figura 15. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo .....	72
Figura 16. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies en el estrato fustal y arbóreo.....	73
Figura 17. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Costa .....	76
Figura 18. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Costa .....	77
Figura 19. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Costa .....	78
Figura 20. Condición fitosanitaria de los árboles $\geq 5$ cm de dap registrados en la ecozona Costa .....	79
Figura 21. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles $\geq 5$ cm de dap registrados en la cozona Costa	79
Figura 22. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) .....	80
Figura 23. Uso potencial de los árboles mayores o iguales de 5 cm de dap registrados en la ecozona Costa .....	80
Figura 24. Promedio del volumen calculado en $m^3/ha$ y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Costa en árboles ( $\geq 10$ cm dap), todas las especies.....	81
Figura 25. Diez primeras familias con mayor número de especies .....	83
Figura 26. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener	85
Figura 27. Similitud de especies entre las 52 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.	86
Figura 28. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Sierra .....	87
Figura 29. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Sierra .....	89
Figura 30. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo .....	91
Figura 31. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo .....	93
Figura 32. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Sierra .....	95
Figura 33. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Sierra.....	96
Figura 34. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Sierra.....	97
Figura 35. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Sierra .....	98
Figura 36. Condición fitosanitaria de los árboles mayores de 5 cm dap registrados en la ecozona Sierra	99
Figura 37. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles $\geq 5$ cm de dap registrados en la ecozona Sierra	99
Figura 38. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) .....	100

<i>Figura 39. Uso potencial de los árboles mayores o iguales de 5 cm de dap registrados en la ecozona Sierra</i>	100
<i>Figura 40. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Sierra en árboles (≥10 cm dap), todas las especies</i>	101
<i>Figura 41. Diez primeras familias con mayor número de especies</i>	103
<i>Figura 42. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener</i>	104
<i>Figura 43. Similitud de especies entre las 28 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos</i>	105
<i>Figura 44. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Alta Accesible expresado en porcentaje</i>	106
<i>Figura 45. Distribución del número de árboles por clase de altura total</i>	108
<i>Figura 46. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo</i>	111
<i>Figura 47. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo</i>	112
<i>Figura 48. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible</i>	115
<i>Figura 49. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Selva Alta Accesible</i>	116
<i>Figura 50. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Alta Accesible</i>	117
<i>Figura 51. Condición fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible</i>	118
<i>Figura 52. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible</i>	118
<i>Figura 53. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)</i>	119
<i>Figura 54. Usos potenciales de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible</i>	119
<i>Figura 55. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Alta Accesible en árboles (≥30 cm dap), todas las especies</i>	120
<i>Figura 56. Diez primeras familias con mayor número de especies</i>	122
<i>Figura 57. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener</i>	123
<i>Figura 58. Similitud de especies entre las 4 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos</i>	124
<i>Figura 59. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso expresado en porcentaje</i>	125
<i>Figura 60. Distribución porcental del número de árboles por clase de altura total</i>	127
<i>Figura 61. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias del estrato fustal y arbóreo</i>	130
<i>Figura 62. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo</i>	131
<i>Figura 63. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	134
<i>Figura 64. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	135
<i>Figura 65. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	136
<i>Figura 66. Condición fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	136
<i>Figura 67. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	137
<i>Figura 68. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)</i>	137
<i>Figura 69. Usos potenciales de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso</i>	138
<i>Figura 70. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Alta Difícil en árboles (≥30 cm dap), todas las especies</i>	139

Figura 71. Diez primeras familias con mayor número de especies .....	141
Figura 72. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener	143
Figura 73. Similitud de especies entre las 128 unidades muestrales evaluadas.....	145
Figura 74. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Baja, expresado en porcentaje.....	146
Figura 75. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Selva Baja.....	148
Figura 76. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias de los estratos fustal y arbóreo .....	151
Figura 77. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies en el estrato fustal y arbóreo.....	153
Figura 78. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Selva Baja .....	155
Figura 79. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Baja.....	156
Figura 80. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Selva Baja...	156
Figura 81. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Baja .....	158
Figura 82. Condición fitosanitaria de los árboles mayores de 10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Baja.....	158
Figura 83. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles mayores de 10 cm de dap calificados con daño, registrados en la ecozona Selva Baja.....	159
Figura 84. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) de la ecozona Selva Baja.....	159
Figura 85. Usos potenciales de los árboles mayores de 10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Baja .....	160
Figura 86. Promedio del volumen calculado en m <sup>3</sup> /ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Baja en árboles (≥30 cm dap), todas las especies excepto palmeras .....	161
Figura 87. Diez primeras familias con mayor número de especies .....	163
Figura 88. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener	164
Figura 89. Similitud de especies entre las 17 unidades muestrales evaluadas.....	165
Figura 90. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Hidromórfica .....	166
Figura 91. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Hidromórfica.....	168
Figura 92. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo.	171
Figura 93. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies a nivel del estrato fustal y arbóreo	172
Figura 94. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Hidromórfica .....	175
Figura 95. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Hidromórfica .....	176
Figura 96. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Hidromórfica	176
Figura 97. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Hidromórfica .....	178
Figura 98. Condición fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica	178
Figura 99. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica.....	179
Figura 100. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) .....	179
Figura 101. Usos potenciales de los árboles ≥10 cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica.....	180
Figura 102. Promedio del volumen calculado en m <sup>3</sup> /ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Hidromórfica en árboles (≥30 cm dap), todas las especies excepto palmeras .	181
Figura 103. Criterios de decisión para la asignación de densidades.....	260
Figura 104. Contenido de biomasa aérea por ecozona .....	262
Figura 105. Contenido de carbono por ecozona .....	262

<i>Figura 106. Contenido de biomasa radicular por ecozona .....</i>	<i>263</i>
<i>Figura 107. Contenido de carbono radicular por ecozona.....</i>	<i>263</i>
<i>Figura 108. Contenido de carbono en hojarasca por ecozona .....</i>	<i>264</i>
<i>Figura 109. Contenido de carbono en madera muerta yacente por ecozona .....</i>	<i>265</i>
<i>Figura 110. Esquema de registros de fauna en el desplazamiento entre unidades de muestreo (UM) ...</i>	<i>276</i>
<i>Figura 111. Ejemplo del recorrido en la unidad de muestreo para registros de fauna.....</i>	<i>277</i>
<i>Figura 112. Registros de fauna silvestre en las 6 ecozonas del INFFS .....</i>	<i>278</i>
<i>Figura 113. Registros de fauna en la ecozona Costa .....</i>	<i>282</i>
<i>Figura 114. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre de la ecozona costa .....</i>	<i>285</i>
<i>Figura 115. Registros de fauna en la ecozona Sierra .....</i>	<i>288</i>
<i>Figura 116. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Sierra .....</i>	<i>291</i>
<i>Figura 117. Registros de fauna en la ecozona Selva Alta Accesible.....</i>	<i>294</i>
<i>Figura 118. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Alta Accesible .</i>	<i>297</i>
<i>Figura 119. Registros de fauna en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso .....</i>	<i>299</i>
<i>Figura 120. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso .....</i>	<i>302</i>
<i>Figura 121. Registros de fauna en la ecozona Selva Baja.....</i>	<i>304</i>
<i>Figura 122. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Baja .....</i>	<i>307</i>
<i>Figura 123. Registros de fauna en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>312</i>
<i>Figura 124. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Hidromórfica .....</i>	<i>315</i>
<i>Figura 125. Datos de la fauna silvestre del INFFS en el portal GBIF .....</i>	<i>320</i>



## ACRÓNIMOS

<b>DAP</b>	Diámetro a la altura del pecho
<b>FAO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
<b>GORE</b>	Gobiernos regionales
<b>GTA</b>	Grupo Técnico de Apoyo
<b>IMA</b>	Incremento Medio Anual
<b>INF</b>	Inventario Nacional Forestal
<b>INFFS</b>	Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
<b>IUCN</b>	International Union for Conservation of Nature
<b>IIAP</b>	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
<b>IVI</b>	Índice Valor Importancia
<b>MINAGRI</b>	Ministerio de Agricultura y Riego
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>MSEF</b>	Monitoreo Socioeconómico Forestal
<b>MFS</b>	Manejo Forestal Sostenible
<b>OIMT</b>	Organización Internacional de Maderas Tropicales
<b>PROBONA</b>	Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos
<b>SERNANP</b>	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
<b>UNALM</b>	Universidad Nacional Agraria La Molina
<b>SUM</b>	Subunidad Muestral
<b>UM</b>	Unidad Muestral
<b>UR</b>	Unidad de Registro
<b>UTC</b>	Unidad Técnica Central
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
<b>WWF</b>	World Wildlife Fund.





## RESUMEN EJECUTIVO



## **Resumen Ejecutivo – Primer Informe del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre**

Los inventarios forestales constituyen uno de los instrumentos más importantes para el registro de información en la evaluación de recursos forestales, pues muestran el estado situacional de los bosques desde el punto de vista cuantitativo y cualitativo.

En el marco de los compromisos asumidos por nuestro país en la cumbre de la tierra y en respuesta a una serie de demandas nacionales, nuestro país solicitó apoyo técnico y financiero a FAO para realizar el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

El INFFS se realizó con una base estadística fiable y con un diseño de muestreo sistemático no alineado. Para tal efecto, el territorio nacional que conforma la población del INFFS fue organizado en seis subpoblaciones denominadas ecozonas: 1) Costa, 2) Sierra, 3) Selva Alta Accesible, 4) Selva Alta Difícil, 5) Selva Baja y 6) Hidromórfica; determinadas con base a criterios fisiográficos, fisonómicos, florísticos, capacidad de almacenamiento de carbono y accesibilidad de éstas. Para la caracterización de las ecozonas se estableció una muestra de campo de 1,855 unidades de muestreo ubicadas en todo el territorio nacional, que se agrupó en 5 paneles con un estimado de ejecución de 20% de unidades muestrales por panel.

En cada unidad muestral visitada se registró las características del bosque, como es la fisiografía, perturbaciones naturales y antrópicas, estado sucesional y uso del bosque. Dentro de la subunidad muestral, se registró el diámetro y altura de los individuos a partir de un diámetro base determinado de acuerdo con la ecoregión. En adición a las variables mencionadas, se registró el estado del individuo, calidad de fuste, estado fitosanitario y grado de descomposición para la necromasa en pie. Asimismo, se evaluó el estado de la regeneración al nivel de brinzales y latizales.

El registro de información de campo se inició el año 2013 y estuvo dirigido inicialmente por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, y luego asumido según el Reglamento de Organización y Funciones vigente<sup>1</sup> por la Dirección de Inventario y Valoración de la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR.

El índice de diversidad de los bosques de la Amazonía peruana calculada por el índice de Shannon Wiener muestra alta diversidad de especies en los bosques de las ecozonas Selva Baja, Selva Alta Accesible y Difícil a partir de individuos mayores e iguales de 10 cm dap; mientras que el valor más bajo corresponde a la ecoregión Costa calculado a partir de individuos mayores de 5 cm dap.

La densidad de individuos por hectárea mayores e iguales de 10 cm dap registrados fue de 567.99, 458.85, 375.85 y 439.01 en las ecozonas Hidromórfica, Selva Baja y Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso, respectivamente; mientras que en la ecoregión Sierra la densidad de árboles mayores o iguales de 5 cm dap fue de 631.66 árboles/ha y en la ecoregión Costa fue de 120.69 árboles/ha.

El promedio de las existencias volumétricas en los bosques de la Selva Baja amazónica en árboles del estrato arbóreo ( $\geq 30$  cm dap) es de 137.20 m<sup>3</sup>/ha y en la ecoregión Hidromórfica equivale a 63.99 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso teniendo en cuenta la misma base diamétrica, se obtuvo 79.16 y 112.94 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. En las ecozonas Costa

---

<sup>1</sup> Aprobado mediante Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI

y Sierra el volumen de madera en el estrato arbóreo ( $\geq 10$  cm dap), disminuye notoriamente obteniéndose 16.94 y 11.30 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente.

El volumen de madera con demanda en el mercado internacional, nacional y regional en árboles entre el rango  $30 \leq \text{dap cm} \leq 60$ , proveniente de los bosques de las ecozonas Hidromórfica, Selva Baja, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso es de 5.91, 11.01, 7.84 y 9.64 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente. Los volúmenes de madera comercial en los mismos escenarios comerciales a partir de árboles mayores de 60 cm dap es de 11.28, 16.76, 3.66 y 30.26 m<sup>3</sup>/ha en las ecozonas Hidromórfica, Selva Baja y Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso, respectivamente.

Más de 84% de los árboles de las ecozonas bosque Hidromórfico y Selva Baja presentan fustes con calidad alta y media, correspondiendo a fustes de calidad alta 61.43% y 69.81%, respectivamente. En los bosques de la eozona Costa cerca de 27.25% de los árboles presentan fustes de calidad alta, mientras que en la eozona Sierra esta cifra es de 91.2%. En los bosques de las ecozonas Selva Alta Accesible y Dificil la proporción de árboles con fustes de calidad alta es de 65.70% y 55.09%, respectivamente.

Más del 93% de los árboles  $\geq 10$  cm registrados en las ecozonas Hidromórfica están sin daño, en la eozona Selva baja se reduce a 84.70%; mientras que en las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso oscila entre 86.15% y 91.47%, respectivamente. Asimismo, en la eozona Costa, 86% de los árboles están sanos, mientras que en la eozona Sierra algo más de 98% de los árboles  $\geq 5$  cm están sin daño alguno, correspondiendo el mayor valor comparado con los árboles registrados en las otras ecozonas.

Asimismo, mayor porcentaje de árboles vivos mayores de 10 cm dap fue registrado en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja (93.75% y 93.13%, respectivamente), en las ecozonas Selva Alta de Dificil Acceso y Selva Alta Accesible y este valor fluctúa entre 88% y 89.40%, respectivamente. En las ecozonas Costa y Sierra en individuos mayores de 5 cm dap el número de árboles vivos es muy similar a las ecozonas antes mencionadas (87.08% y 84.40%, respectivamente); sin embargo, mayor porcentaje de árboles muertos fue observado en la eozona Costa 11.52%, debido probablemente a su mayor accesibilidad y a la intensa actividad antrópica en esta eozona.

Los pobladores rurales próximos a las áreas boscosas recurren al bosque para satisfacer sus necesidades básicas como alimentación, salud y cobijo. En la eozona Hidromórfica se reportó que 75.12% de los árboles vivos registrados cuentan con algún tipo de uso, en la eozona Selva Baja esta cifra disminuye a 63.75%. Adicionalmente, en la eozona Selva Alta Accesible el porcentaje de árboles vivos utilizados es de 32.56%, mientras que en la eozona Selva Alta Dificil sube a 51.20%. La eozona Costa es la que sostiene mayor porcentaje de árboles con uso potencial de alrededor 97%, debido probablemente a su cercanía con comunidades rurales ubicadas en los alrededores del bosque de esta eozona.

El análisis detallado de los usos potenciales por eozona revela que cada eozona tiene una especialidad de uso, por ejemplo, la eozona Hidromórfica destaca por su aporte de madera para construcción rural, cerca de 26% de los árboles vivos están en este segmento, el uso potencial como leña y la provisión de alimentos también sobresalen en esta eozona con 19.46% y 17.61%. En la eozona Selva Baja, mayor porcentaje de uso potencial corresponde al abastecimiento de madera para aserrío y contrachapo (32%), seguido de construcción rural y leña con 10.78% y 10.38%, respectivamente. Asimismo, la eozona Selva Alta de Dificil Acceso también contribuye con alto porcentaje de maderas para aserrío y contrachapado con 25.87%;

mientras que la ecozona Selva Alta Accesible aporta leña con aproximadamente 7.04% de los registros recabados. En la ecozona Costa, mayor porcentaje de uso potencial registrado corresponde a construcción rural 39.67% (el más alto comparado con las otras ecozonas), sin embargo, esta ecozona difiere totalmente de las otras por su aporte en el rubro forraje con 24.77% de los usos registrados, lo que guarda relación con su alta intervención antrópica.

Los bosques tropicales son importantes sumideros de carbono e influyen en gran medida a mitigar los efectos del cambio climático. Por esa razón, deben ser conservados evitando en lo posible el cambio de uso de grandes extensiones de bosques.

El bosque de la ecozona Selva Baja ostenta el más alto valor en captura de carbono (138.84 t C/ha), el menor valor fue observado en el bosque de la ecozona Costa (7.56 t C/ha), lo que se traduce en 295.41 y 16.08 t/ha de biomasa aérea, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este estudio, sobre todo en el bosque de la ecozona Selva Baja son consistentes con los rangos establecidos en los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía de Saatchi que presentan un rango entre 200 a 300 t/ha de biomasa.

Asimismo, nuestros resultados muestran la existencia de una gradiente en el almacenamiento de biomasa y carbono en los bosques de las ecozonas estudiadas, encontrándose que los bosques secos son los que almacenan menos carbono y los bosques amazónicos almacenan mayores cantidades de carbono en términos de toneladas por hectárea (t C/ha).

Al cierre del Primer Panel, se ha anotado 10,581 registros de fauna silvestre, el mayor número de registros corresponde al bosque de la ecozona Selva Baja y el más bajo al bosque de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso.

Los registros anotados corresponden a 1,041 especies cuyo mayor número fue observado en el bosque de la ecozona Selva Baja (627 especies) y el menor número de especies en el bosque de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso (77 especies).

El grupo de especies de fauna silvestre con mayor diversidad registrada corresponde a el orden Aves, con 779 especies. Menor diversidad se registró para el orden Anfibios, con 84 especies.

Las cifras enunciadas con relación al número de registros y especies guardan correspondencia con el número de unidades de muestreo de cada ecozona, por lo que se espera que la inclusión de un mayor número de unidades de muestreo en el bosque de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso, las cifras mencionadas se incrementen.

El INFFS proveerá información para planificar el manejo sostenible de los bosques del país, así como para actualizar la lista de especies amenazadas y suministrar información en el marco de los compromisos internacionales suscritos por nuestro país.



# **INVENTARIO NACIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE**





## I. INTRODUCCIÓN

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (UNCED) de 1992 realizada en Río de Janeiro desarrolló un conjunto de “Principios forestales” para el manejo forestal sostenible (MFS) mundial, en consideración a las múltiples funciones y valores de los recursos forestales. Esta Conferencia dio origen a diversas instituciones internacionales de conservación de los bosques; igualmente, al desarrollo e implementación de políticas nacionales para los recursos forestales orientados a mejorar la condición de las poblaciones dependientes de la actividad forestal, reducción de la degradación y deforestación del bosque, y, ampliación de los beneficios de los usos múltiples que genera el bosque.

El Perú es uno de los 10 países con mayor cobertura forestal en el mundo y el segundo en Latinoamérica después de Brasil; en sus bosques se alberga una gran diversidad biológica, además su territorio es origen y fuente de suministro de ingentes cantidades de agua dulce proveniente de la gran cuenca amazónica. Sin embargo, sus bosques se talan anualmente a una tasa que supera las 120 mil hectáreas (conforme a lo referido por el Programa Nacional de Conservación de Bosques para el periodo 2001-2016), tanto por acción de la agricultura migratoria y la ganadería, como por iniciativas privadas empresariales y por actividades mineras, sin considerar el costo económico del impacto ambiental de dichas actividades.

En este contexto, para nuestro país es importante evidenciar que los bosques tienen impacto vital en el bienestar de la población; de aquí que es imperativo que se gestionen los bosques en forma ordenada y sostenible, con base en información real y actualizada de los mismos, que se reduzca la deforestación y que se amplíe la forestación y reforestación en las áreas de aptitud forestal.

Para hacer frente a estos desafíos, es necesario reforzar en nuestro país la formulación de políticas y planes forestales mediante procesos participativos y multisectoriales; sin embargo, se cuenta con limitada información del estado de los bosques y sus recursos, que son la base fundamental para la toma de decisiones, promoción de cambios, evaluación de logros y evolución de tendencias del manejo forestal sostenible. Es por ello que es necesario invertir en información para la gestión.

La Constitución Política del Perú promulgada el año 1993 establece que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación, y es responsabilidad del Estado promover la preservación, conservación y manejo racional y eficiente de los mismos. Asimismo, los objetivos de desarrollo sostenible del país señalados en la Política Nacional Forestal como los compromisos adquiridos por el Perú en los temas de Cambio Climático, Biodiversidad y Desertificación, así como en los que se derivan del Tratado Libre Comercio-TLC con los EE. UU. de Norteamérica, hacen imprescindible el desarrollo de su capacidad para adquirir, procesar, administrar y analizar información del recurso forestal.

La legislación en materia forestal y fauna silvestre, la gestión sostenible del recurso forestal y la conservación del ecosistema boscoso están a cargo del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y del Ministerio del Ambiente (MINAM). El rol del MINAGRI es promover el aprovechamiento sostenible del bosque y del recurso forestal en general, mientras que del MINAM es la conservación de su diversidad y el beneficio múltiple de los ecosistemas forestales, incluyendo los servicios ambientales.

Específicamente, la función del SERFOR como parte del MINAGRI es la de ejecutar de forma permanente y actualizar de forma periódica el inventario nacional y la valoración de la diversidad forestal y de fauna silvestre en coordinación con los gobiernos regionales, gobiernos locales y otras instituciones públicas y privada

El objetivo del inventario nacional forestal es "proveer en forma continua información actualizada y confiable para la planificación del manejo sostenible de los recursos forestales de las regiones de la Selva, Sierra y Costa peruanas, colectando, procesando y reportando datos sobre la biomasa, reservas de carbono, deforestación, biodiversidad de árboles y fauna silvestre e información socioeconómica de las poblaciones rurales asentadas en su entorno".

En ese sentido, el SERFOR inició el 2013 el inventario nacional de los recursos forestales y de fauna silvestre en coordinación con el MINAM habiendo hasta la fecha evaluado un total de 257 unidades muestrales con bosque que corresponden 28 unidades muestrales - UM a la ecozona Costa, 52 UM a la ecozona Sierra, 28 UM a la ecozona Selva Alta Accesible, 4 UM a la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso, 128 UM a la ecozona Selva Baja y 17 UM a la ecozona Hidromórfica.

## II. ANTECEDENTES

### 2.1. Bases técnicas del diseño del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-INFFS

El registro de datos de campo del inventario nacional forestal y de fauna silvestre se inició el 2013, no obstante, en los años previos se realizaron los arreglos institucionales y el diseño de la metodología propiamente dicha, mediante un proceso participativo que involucró al Ministerio del Ambiente, Gobiernos Regionales, la academia (universidades e Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana- IIAP), sector privado y expertos locales en inventarios forestales, con asistencia técnica de la FAO y el Servicio Forestal de Estados Unidos.

Primeramente, se realizó un trabajo de integración de los pasos del Monitoreo de los Bosques según la experiencia del Servicio Forestal de Estados Unidos y la FAO, que guiaría el proceso de diseño, insumo que fue presentado durante el Taller de Planificación de Inventarios realizado el año 2010. Posteriormente, con la suscripción del acuerdo entre FAO y nuestro país en año 2011, se da inicio al Proyecto GCP/GLO/194/MUL "Inventario nacional forestal y manejo forestal sostenible ante el cambio climático", y se organizan dos talleres donde se establecen las necesidades de información y los objetivos del monitoreo. En forma simultánea, se realizó el acopio de la información existente en el país sobre inventarios forestales. Asimismo, se constituyó el Grupo Técnico de Apoyo (GTA), instancia multisectorial conformada por expertos en inventarios forestales, con carácter consultivo.

La Herramienta de Diseño para el Inventario y Monitoreo (*DTIM*, por sus siglas en inglés) empleada para el diseño del Inventario de Bosques de Producción Permanente fue empleada para definir las preguntas genéricas del Inventario Nacional.

Dichas preguntas genéricas fueron analizadas y se estableció su prioridad en reuniones de consulta técnica realizada en varias regiones del país. Producto de ello, se definieron los indicadores y variables a considerar en el diseño. Posteriormente, se diseñaron los formularios de campo que fueron utilizados durante la ejecución del trabajo de campo.

En forma paralela, los expertos decidieron ensayar otra Herramienta de Diseño, Planificación y Evaluación, basada en modelamientos matemáticos que involucran costos, tiempos y coeficientes estadísticos de variabilidad del bosque (FRIED, por sus siglas en inglés) para determinar el tamaño de la muestra, seleccionar el tamaño y forma de la unidad muestral, así como que el número de subunidades. Esta nueva herramienta permitió seleccionar la configuración de la unidad muestral más eficiente (esto es, que satisfaga los requisitos estadísticos al menor costo posible, aspecto que en todo inventario es crucial).

Teniendo en cuenta que el INFFS pretende llegar a abarcar la mayor variabilidad del recurso forestal del país, el diseño del inventario comprende un sistema de muestreo apropiado para las condiciones del recurso forestal del Perú, en sus condiciones de alta diversidad.

Desde el punto de vista práctico, se consideró el conjunto de las grandes regiones naturales del país como la población, identificándose 6 subpoblaciones o ecozonas: i) Costa, ii) Sierra, iii) Selva Alta Accesible, iv) Selva Alta de Dificil Acceso, v) Selva Baja y vi) Zona Hidromórfica (Figura 1); cada una de las cuales cuenta con un diseño de muestreo particular según las características del recurso forestal que posee. Con dicha información se procedió a la construcción definitiva de las grillas para cada subpoblación y a la distribución de las parcelas correspondientes al primer panel.

El INFFS se concibió como un inventario con parcelas de carácter permanente y de mediciones anuales con ciclos de medición de 5 años en paneles anuales (un panel comprende el 20% del total de unidades muestrales, distribuidas en el íntegro del país). Las unidades muestrales se ubicaron de manera espacialmente no alineada, y agrupadas de manera desigual. En otras palabras, el diseño de muestreo del INFFS es bietápico con conglomerados (clusters) de tamaño desigual, con una distribución de la muestra (unidades muestrales) de manera sistemática no alineada.

Al respecto, Pekkarinen (2012), recomendó inventarios repetidos y que comprendan un diseño sistemático con parcelas en conglomerados. Para asegurar la repetitividad mencionada, el INF debe ser continuo de modo que permita remedir las parcelas y árboles. En base a esta premisa, el Inventario Nacional Forestal del Perú se viene ejecutando bajo un diseño de muestreo sistemático no alineado con estratificación a posteriori, tomando como base el área de cada subpoblación.

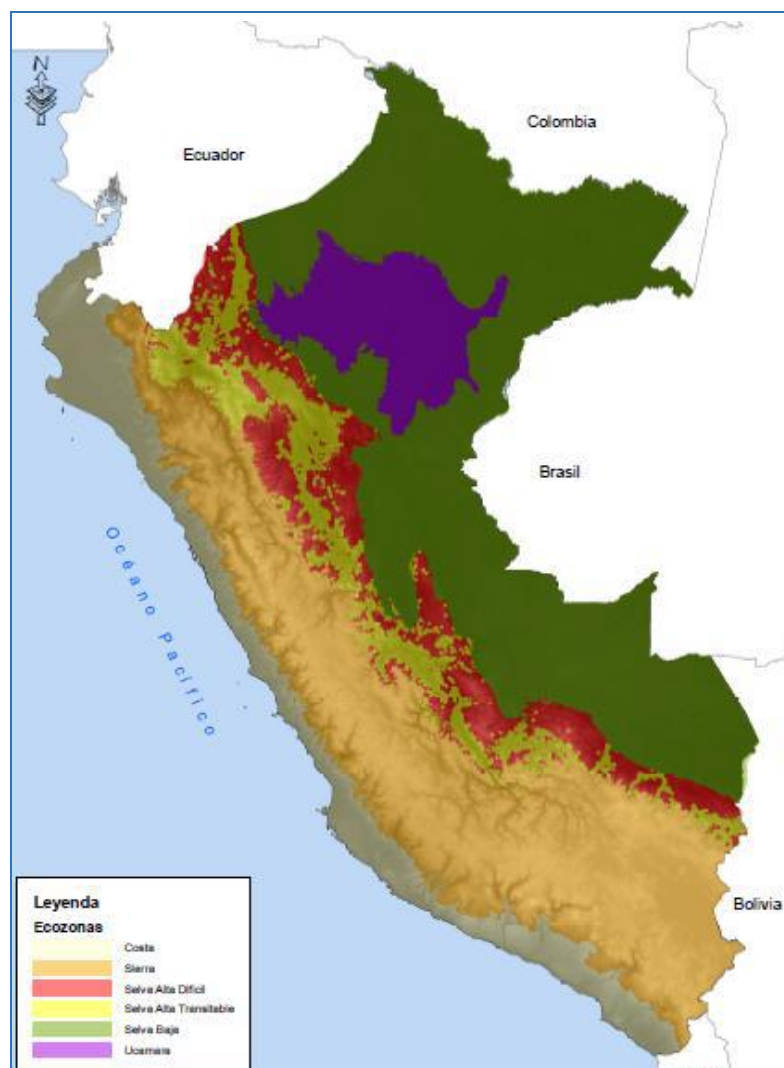
Para determinar el número de parcelas empleadas para el registro de datos de campo, es determinante el error de muestreo: cuanto mayor es el número de parcelas, menor es el error de muestreo y, por lo tanto, más precisos y potencialmente exactos serán los resultados (Dauber, 1995); no obstante, considerando la eficiencia del muestreo, se procura tener únicamente la cantidad necesaria de parcelas para conseguir un error aceptable de muestreo. La misma fuente considera que no hay forma científica de decir qué error de muestreo es aceptable, porque se trata de una decisión administrativa, pragmática e incluso política. Depende del nivel de riesgo que se está dispuesto a aceptar y generalmente, para un inventario forestal se planifica un error del 12% al 20% de la media; no obstante, Dauber (1995) considera que el error admisible difiere para cada parámetro forestal (N/ha, G/ha, V/ha) y también de especie a especie.

Las parcelas conglomeradas (donde una parcela consta de varias subparcelas distanciadas) reducen la variancia entre parcelas, así como el número de parcelas necesarias para asegurar una precisión dada. De esta manera las parcelas o unidades muestrales del INFFS tienen un diseño en forma de "L", compuesto por un conglomerado de subunidades circulares para el caso de las subpoblaciones de Costa, Sierra, Selva Alta (Accesible y Dificil) e Hidromórfica, y de forma rectangular solo para la subpoblación de Selva Baja. Al interior de las subunidades se realizan las mediciones y

evaluaciones de campo. Las subunidades tienen un diseño anidado con diferentes mediciones según la variable evaluada. Aguirre *et al.* (2010) sostiene que las parcelas en forma de “L” son adecuadas para el trabajo de campo, pues permiten “navegar” fácilmente entre parcelas donde únicamente es necesario un giro de 90°, y porque permitirían realizar un ajuste flexible del número de subparcelas, el cual podría ser fácilmente aplicado a los lados de la parcela, en caso de que se determine necesario.

Los datos sobre los atributos o variables relacionados al bosque, medición de variables dendrométricas clásicas (diámetro, altura), la identificación de las especies forestales, y variables cualitativas y cuantitativas se registraron en un juego de 8 formularios que permiten la caracterización del ecosistema forestal en cada unidad muestral, y también las clases de uso de la tierra por medio del mapeamiento dentro de las subunidades.

**Figura 1: Mapa de las subpoblaciones del INFFS**



Fuente: Barrena *et al.* (2011)

## 2.2. Clasificación de Tipos de bosques y usos de la tierra

En nuestro país se ha ejecutado numerosos inventarios forestales que han tratado de establecer clasificación y nomenclatura para la vegetación en grandes áreas de la selva

peruana, entre estos estudios destacan (Malleux, 1971, 1982) y Encarnación (1985). El primero fue propuesto con la finalidad de establecer una metodología estandarizada para el uso de fotografías aéreas en la clasificación y cartografiado de formaciones vegetales de la selva peruana, siendo su mayor interés el potencial forestal de los distintos tipos de bosques; mientras que la clasificación de Encarnación (1985) está basada en el conocimiento profundo de la vegetación de Loreto y utiliza la misma nomenclatura vernacular que utilizan los pobladores de la zona. Los estudios realizados por Malleux (1971, 1982), han servido de base para el Mapa Forestal del Perú 1995 y el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú 2015. El primero identificó 27 formaciones vegetales naturales, correspondiendo 24 formaciones a bosques (Ministerio de Agricultura, 1996), mientras que el Mapa de Cobertura Vegetal ha sido más preciso y ha identificado 56 tipos de uso del suelo, incluido 45 formaciones vegetales boscosas.

Según (MINAM, 2015a) la cobertura vegetal del Perú ocupa una superficie de 103'411,085 ha, correspondiendo 72'266,290 ha a formaciones boscosas, la mayor parte ubicada en la Selva Baja peruana. Se calcula que estos bosques albergan alrededor de 20,000 especies de plantas superiores, de ellas, unas 6,800 son especies forestales, considerando árboles de porte grande y arbolitos pequeños. Tomando en cuenta solamente a los primeros, el número asciende a algo más de 3,000 especies (Brako y Zarucchi, 1993; Joppa *et al.*, 2010); de estas solo 600 han sido debidamente clasificadas y apenas se aprovechan 188 (Ministerio de Agricultura, 2012).

El 61% de los bosques de la selva son para producción forestal y el 21% son de protección. Los bosques de la Selva peruana se pueden clasificar como húmedos a muy húmedos tropicales y subtropicales (Barrena, *et al.*, 2011). Una característica de la Selva es su gran heterogeneidad y biodiversidad.

La Selva peruana se clasifica en Selva Baja y Selva Alta. La Selva Baja, ubicada por debajo de los 500 msnm, es la parte menos poblada del Perú. Esta región es donde se realiza la mayor cantidad de extracción forestal, caracterizada por ser selectiva, las especies más representativas de los bosques son: la caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro (*Cedrela odorata*), Ishpingo (*Amburana acreana*), Lupuna (*Ceiba pentandra*), Cumala (*Virola* sp.), entre otras. Por su topografía conformada por pendientes suaves, posibilita la presencia de grandes extensiones de áreas inundadas e inundables conformada por grandes extensiones pantanosas con predominancia de palmeras como aguaje (*Mauritia flexuosa*) y huasái (*Euterpe precatoria*), a las que se denomina como bosques de la ecozona Hidromórfica.

En el Cuadro 1 se muestran los principales bosques de la Selva baja, siendo el más extenso el Bosque húmedo de colina baja y lomada.

**Cuadro 1. Clasificación de los Bosques de Selva Baja**

Principales bosques de Selva Baja	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Selva Baja
Aguajal	1'654,779	3.59	3.51
Bosque Húmedo de Colina Alta	2'607,836	5.66	5.53
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	27'754,801	60.23	58.87
Bosque húmedo de montaña	9,531	0.02	0.02
Bosque Húmedo de Superficie Plana Inclínada	64,059	0.14	0.14
Bosque Húmedo de Terraza Alta	4'732,997	10.27	10.04
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	7'599,608	16.49	16.12
Bosque Antrópico Secundario	1'660,920	3.60	3.52
Total, Bosque	46'084,531	100	97.76
Selva Baja	47'142,813		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

La Selva alta ubicada entre los 500 a 2000 msnm. La vegetación es muy vigorosa y diversa. Es en esta zona en que se desarrolla la única conífera nativa del Perú: el *Podocarpus* sp. que estuvo presente del norte al centro de la Selva Alta, está a lo largo de casi toda la Ceja de Selva, hoy esta conífera se encuentra sobreexplotada.

La Ceja de Selva se sitúa entre los 2000 a 3800 msnm, de topografía fuertemente accidentada, son tierras de protección, con vegetación abundante, por la humedad, el porte de los árboles es generalmente pequeño y deforme, presenta gran cantidad de epífitas. La función principal de estos bosques es la protección de las cuencas hidrográficas.

Como ya se mencionó la Selva Alta fue a su vez subdivida en dos: Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso, por un criterio de accesibilidad, implica que en la Selva Alta Accesible hay mayor probabilidad de deforestación y presencia de bosques secundarios mientras que en la Selva Alta de Difícil Acceso, esta probabilidad es menor (MINAGRI, *et al.*, 2014).

En el Cuadro 2 se muestran los principales bosques de la Selva Alta, siendo el más extenso el Bosque húmedo de montaña.

**Cuadro 2. Clasificación de los bosques de la Selva Alta**

Principales bosques de Selva Alta	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Selva Alta
Aguajal	47,885	0.23	0.21
Bosque Húmedo de Colina Alta	520,642	2.50	2.32
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	304,088	1.46	1.36
Bosque húmedo de montaña	15'089,650	72.58	67.30
Bosque Húmedo de Superficie Plana Inclinada	15,681	0.08	0.07
Bosque Húmedo de Terraza Alta	111,944	0.54	0.50
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	294,195	1.42	1.31
Bosque Antrópico Secundario	4'405,775	21.19	19.65
Total, Bosque	20'789,860	100	92.73
Selva Alta	22'420,018		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

Los bosques ubicados en zonas Hidromórficas ocupan la llanura aluvial de la selva amazónica, desde el nivel más bajo de los grandes ríos hasta aproximadamente los 750 msnm, con una gran concentración en las grandes depresiones como la del Abanico del Pastaza y la de Ucamara entre los ríos Marañón y Ucayali (Reserva Nacional Pacaya y Samiria) en el departamento de Loreto y en menor proporción en la llanura inundable de los ríos Amazonas, Ucayali, Huallaga, Pastaza, Tigre, Napo, Santiago y Putumayo. Ocupa una superficie de 5'570,736 ha, que representa el 4.33% del total nacional. Este bosque se encuentra inundado casi durante todo el año, producto de las inundaciones que generan los ríos durante la creciente sumado a la precipitación pluvial. Los suelos presentan un pobre drenaje y abundante materia orgánica con lenta descomposición (MINAM, 2015a).

Los tipos de bosque encontrados en diferentes proporciones en ambas partes son los siguientes: Aguajal mixto, Bosque ribereño, Bosque de terrazas medias, Bosque de terrazas bajas, aguajal denso, pantanos arbóreos, Bosque de terrazas altas, Pantanos herbáceos, terrazas altas fuertemente disectadas, bosques de colinas. Mientras que en



Pastaza predominan los aguajales mixtos (29%) y los bosques ribereños (23%) (Centro de Datos para la Conservación (CDC) - WWF, 2002), en Pacaya - Samiria predominan los aguajales densos (18%) con los bosques inundables permanentemente (18%) (Rodríguez *et al.*, 1995). En los aguajales densos y mixtos predomina aguaje (*Mauritia flexuosa*), mientras que en otros tipos de bosques prolifera renaco (*Ficus* sp.), azufre caspi (*Symphonia* sp.), cetico (*Cecropia* sp.), guaba (*Inga* sp.), entre otros. En el Cuadro N° 3 se muestra los principales bosques de la zona Hidromórfica, correspondiendo el más extenso al bosque aguajal. Malleux (1975) señala que en el departamento de Loreto existen 2'893,200 ha de áreas pantanosas y 893,000 ha de aguajales densos; sólo en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria, cuya extensión alcanza las 2'156,770 ha, existen 598,970 ha de aguajales densos y 372,145.75 ha de aguajales mixtos (Mejía, 2000).

Los aguajales son frecuentemente clasificados como bosques monotípicos por la densidad y la dominancia de biomasa de *Mauritia flexuosa*, sin embargo, muchos aguajales no son así y se presentan diferentes combinaciones de vegetación denominados por Peters *et al.* (1989) como bosques oligárquicos. En este bosque dominan comunidades de palmeras de porte arbóreo, alcanzando alturas de hasta 30 m y dap de hasta más de 40 cm. Se incluyen, asimismo, comunidades arbóreas de árboles de hábitats inundables como son los “renacales” y “pungales” (MINAM 2015a).

Puhakka & Kalliola (1993) destaca que los bosques de zonas Hidromórficas de la Amazonía peruana se clasifican en: 1) pantanos de palmeras, y, 2) pantanos boscosos. El primero caracterizado por la abundancia de palmas, especialmente de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y otras especies comunes como palmiche (*Geonoma acualis*), huasaí (*Euterpe* sp.) y sinamillo (*Oenocarpus mapora*), en adición a estas especies, algunos árboles dicotiledóneos pueden también estar presentes, incluyendo *Ficus* (Moraceae) *Symphonia* (Clusiaceae) y *Virola* (Myristicaceae) (Kahn & Mejía, 1991). El segundo grupo incluyen todas las otras formaciones permanentemente inundadas que se encuentran a menudo como zonas transicionales alrededor de otros tipos de pantanos donde la vegetación baja se convierte en bosque. A menudo la abundancia de palmeras da a estas comunidades una estructura muy particular; sin embargo, las masas boscosas caracterizadas por la dominancia de la punga (*Pseudobombax munguuba*) también forman parte de este tipo de comunidades boscosas. La vegetación pantanosa más extensa corresponde al complejo Marañón, el que ocupa las partes distales del abanico aluvial extendiéndose desde el sur este del Ecuador hacia el Marañón (Puhakka & Kalliola, 1993).

En el Cuadro 3 se presentan los principales bosques de la zona Hidromórfica siendo el más extenso el bosque húmedo aguajal.

**Cuadro 3. Clasificación de los bosques de la zona Hidromórfica**

Principales bosques de la Zona Hidromórfica	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Zona Hidromórfica
Aguajal	4'559,422	54.18	52.59
Bosque Húmedo de Colina Baja y Lomada	724	0.01	0.01
Bosque Húmedo de Terraza Alta	109,328	1.30	1.26
Bosque Húmedo de Terraza Baja y Media	3'558,448	42.28	41.04
Bosque Antrópico Secundario	187,546	2.23	2.16
Total, Bosque	8'415,468	100	97.07
Selva Baja	8'669,706		100

Fuente: UTC, reportado en Barrera *et al.* (2011)

Penn, *et. al.* (2008) advierte sobre la salud ecológica de los aguajales teniendo en consideración la reducción de los individuos hembras como producto de la extracción selectiva de las palmeras productoras de mejores frutos.

La región Costa es una estrecha franja longitudinal que se extiende desde el Océano Pacífico hasta los 2,000 msnm en la Cordillera de los Andes. Ocupa una extensión que representa el 11.69% de la superficie total de país, con un litoral de más de 3,000 km de longitud. Presenta una cobertura vegetal arbórea rala tipo seco, de porte bajo y ramificado en la zona norte entre los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque y La Libertad. Además, se concentra una cobertura vegetal de Bosque seco tipo sabana, Algarrobal ribereño, Bosque seco de piedemonte, Bosque seco de lomadas, Colinas bajas, Montañas y Manglares, las que se complementan con las Lomas estas últimas ubicadas por lo general los departamentos de La Libertad, Ancash, Lima, Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna. Tiene buena accesibilidad por la buena infraestructura vial presente en la zona, también facilitada por su topografía fácil de acceso.

En esta región se encuentra el Bosque Seco del Noroeste que cubren más de tres millones de hectáreas. El algarrobo (*Prosopis* sp.) es el árbol emblemático de este bosque, aunque existen otras especies presentes. La especie representativa del bosque seco tipo sabana es el algarrobo (*Prosopis pallida*), que en muchos sectores se encuentra asociado a especies resistentes a las sequías, principalmente con el sapote (*Capparis scabrida*) y en menor proporción con las siguientes especies: bichayo (*Capparis ovalifolia*), cordia lutea (palo santo), faique (*Acacia macrantha*), espina de cristo (*Parkinsonia aculeata*), palo verde (*Cercidium praecox*) y cun (*Vallesia glabra*).

En la actualidad se extrae madera para leña y para producir carbón vegetal, principalmente de los algarrobos, para usos domésticos. Se considera que el 60% del carbón consumido en Lima proviene de estos bosques (Barrena *et al.*, 2011).

En el Cuadro 4 se muestran los principales bosques de la Costa siendo los más extensos el Bosque seco tipo sabana y el Bosque seco de montaña.

**Cuadro 4. Clasificación de los bosques de la Costa**

Principales bosques de Costa	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Costa
Algarrobal Ribereño	6,955	0.18	0.05
Bosque Seco de Colina Alta	331,247	8.52	2.20
Bosque Seco de Colina Baja	283,420	7.29	1.89
Bosque Seco de Lomada	167,888	4.32	1.12
Bosque Seco de Montaña	1'297,028	33.34	8.63
Bosque Seco de Piedemonte	213,634	5.49	1.42
Bosque Seco Tipo Sabana	1'300,441	33.43	8.66
Manglar	5,829	0.15	0.04
Lomas	283,492	7.29	1.89
Plantación Forestal	26	-	-
Total, Bosque Costa	3'889,960	100	25.89
	15'025,082		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

También existen en esta región, cerca de la frontera con Ecuador, aproximadamente 5,829 ha de Manglares, con dos especies de mangle (*Rhizophora* sp.). Los manglares están formados por un conjunto de hasta 40 variedades botánicas, entre las que destaca la especie *Rhizophora mangle*. Estos bosques son actualmente vulnerables por



la construcción de pozas langostineras y la excesiva extracción de conchas y cangrejos y la contaminación por desagües domésticos y químicos de la actividad agrícola.

En el centro y sur de la Costa existe una formación climática llamada “lomas” de la cual solo quedan algunos relictos. Se distribuyen desde Cerro Illescas (Piura) hasta el extremo sur del Perú. Se localizan al nivel del mar y llegan hasta los 1000 msnm.

La Región Andina o Sierra está conformada por la Cordillera de los Andes que atraviesa longitudinalmente el país de sur a norte. Se le considera conformado por tres cadenas montañosas denominadas cordilleras: occidental, central y oriental. La primera de las cuales es la más importante, ya que sus cumbres forman la divisoria continental de las aguas que separan las vertientes del Pacífico y del Atlántico.

Esta región cuenta con menos de un millón de hectáreas de bosques naturales que varían según el piso ecológico. El árbol emblemático de la Sierra es el queñual (*Polylepis* sp.) que es utilizado por la población local como leña. También existen bosques de quishuar (*Buddleia incana*), de aliso (*Alnus jorullensis*), de tara (*Caesalpineae tinctoria*). El quishuar es utilizado como “cortina” para dividir campos, también se le utiliza para leña.

En el pasado, la madera de estas especies era utilizada en las minas, actualmente se le utiliza en la construcción de casas, utensilios, ebanistería, además de la leña. En esta región se han plantado más de 725,000 ha principalmente de *Eucalyptus* sp. y de *Pinus* sp. particularmente en los departamentos de Cusco, Cajamarca, Ancash, Junín, Apurímac y Ayacucho. En Cajamarca se encuentran las plantaciones de Porcón con 12,800 ha, estas plantaciones son manejadas por ADEFOR. Se considera que el 70% a 90% de las plantaciones son de *Eucalyptus* sp.

En el Cuadro 5 se muestran los principales bosques de la Sierra siendo el más extenso el Bosque seco de Valle Interandino

**Cuadro 5. Clasificación de los bosques de la Sierra**

Principales bosques de Sierra	Superficie (ha)	% Total de Bosque	% de Superficie de Sierra
Bosque de Conífera	839	0.11	-
Bosque Relicto Alto Andino	67,277	8.66	0.19
Bosque Relicto Meso Andino	142,029	18.28	0.40
Bosque Seco Tipo Sabana	8,689	1.12	0.02
Bosque Seco de Valle Interandino	484,287	62.35	1.37
Plantación Forestal	73,664	9.48	0.21
Total, Bosque	776,785	100	2.20
Sierra	35'263,940		100

Fuente: UTC, reportado en Barrena *et al.* (2011)

Estudios realizados por Jon (2001) citado por Barrena *et al.* (2011), revela que el Incremento Medio Anual (IMA) de eucalipto, fluctúa entre 3.5 m<sup>3</sup>/ha a 10.2 m<sup>3</sup>/ha en Junín. Por otro lado, el IMA es variable dependiendo de la altitud, suelos, clima y edad, y que varía entre 8 m<sup>3</sup>/ha a 18 m<sup>3</sup>/ha; añade que para Pino el IMA varía de 7 a 15 m<sup>3</sup>/ha.

### 2.3. Inventarios forestales previos

Según Linares (2011), el primer inventario forestal en el Perú data del año 1950, ejecutado con el fin de registrar información sobre los bosques de cetico en la Selva

Baja del sector Pucallpa - Atalaya en un área de 110,000 hectáreas de bosques inundables en las márgenes de los ríos de la región.

Posteriormente, se efectuaron numerosos inventarios sobre todo en bosque de Selva Baja, la mayoría para tramitar los permisos de extracción con fines maderables; sin embargo, estos estudios presentan baja fiabilidad.

En el marco de la nueva legislación forestal y de fauna silvestre se ha otorgado concesiones forestales en cuyo ámbito se han desarrollado cerca de 22 inventarios, algunos con alta fiabilidad, sobre todo en aquellas concesiones certificadas, seguido de un grupo de 3 o 4 concesiones que han recibido algún tipo de asistencia profesional - institucional responsable. Todas las demás obtienen un grado medio de confiabilidad (Linares, 2011). La misma fuente señala que el volumen de madera para árboles >30 cm dap muestran valores entre 43.95 y 114.6 m<sup>3</sup>/ha en bosques de colina alta y colina media, respectivamente.

A nivel de vegetación de Selva Baja, Dancé y Ojeda (1979) muestran valores por tipo de bosques para individuos >10 cm dap, destacando los bosques de colinas clase II y clase III con 282 y 281 individuos/ha, respectivamente; con relación al potencial maderable sobresalen los bosques de colina clase I y clase II con 217 y 212 m<sup>3</sup>/ha de volumen bruto. Los más bajos valores se presentan en el bosque aluvial clase II con 142 m<sup>3</sup>/ha de volumen bruto.

Según CDC - UNALM (1993), en la zona Reservada Pacaya-Samiria se distinguen dos tipos de bosques Hidromórficos caracterizados por la dominancia de aguaje: aguajal denso con predominancia de aguaje en densidades de 450 a 500 estípites de aguaje/ha, asociada con huasai, aguajillo y azufre caspi; y el aguajal mixto con predominancia de 3 palmeras existentes en el aguajal denso, pero con densidades de 100 a 150 estípites de aguaje/ha, en menor proporción existen especies arbóreas como azufre caspi, requia, renaco, caupuri, tangarana, cedro masha, cumalilla y otros.

Según Dancé y Ojeda (1979), los aguajales densos están representados mayormente por las especies *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria*, añade que en 1 ha se registró 458 individuos mayores de 10 cm de Dap y en aguajales semidensos, 316 individuos/ha mayores de 10 cm de Dap. Más preciso para el tramo Tamishiyacu - Itaya (Loreto) Malleux (1973) ha reportado 276 estípites de aguaje/ha mayores de 10 cm DAP en aguajal denso, encontrando además en la misma área 214 estípites de aguaje/ha en aguajal semidenso, y 84 y 82 estípites de aguajes/ha en terrenos de terraza alta y terraza media, respectivamente.

Kahn & Mejía (1991), en el bajo Ucayali - Loreto, registraron en 1 ha de aguajal 11 especies de palmeras, donde el 90.2% está representado por cuatro especies superiores a 1 m de altura: *Mauritia flexuosa*, *Geonoma acaulis*, *Oenocarpus mapora* y *Euterpe precatoria*; predominando *Mauritia flexuosa* con 645 individuos/ha. La misma fuente agrega que en 1 ha de bosque inundado, se encontró 167 individuos de palmeras de *Mauritia flexuosa* con alturas superiores de 10 m y 478 individuos con alturas entre 1-10 m; y en un bosque de 1 ha de superficie ubicado sobre bosques de quebradas en suelos de terrazas altas registró 32 individuos de la misma especie con alturas mayores de 10 m y 218 individuos entre 1 – 10 m de altura.

En el bosque palmeral de tahuampa ubicado en la parte baja del río Ucayali – Loreto, Freitas (1996a) registró en una parcela de una hectárea 490.2 árboles por hectárea mayor de 10 cm DAP, un área basal de 32.66 m<sup>2</sup>/ha y volumen hasta la base de la copa de 389.87 m<sup>3</sup>/ha. La misma fuente precisa que el bosque presenta en total 28 familias, cuyos valores de los parámetros mencionados son variables. Las familias Palmae

(128.4%) y Euphorbiaceae (35.1%) son las que presentan el mayor peso ecológico (IVI), sobresaliendo claramente la primera, pues se constituye como la de mayor abundancia y dominancia aportando más del 50% de estos atributos. A nivel específico, 3 especies (*Mauritia flexuosa*, *Hura crepitans* y *Euterpe precatoria*) representan más de la mitad del IVI total reportado en dicho tipo de bosque, correspondiendo a cada especie valores de 112.3%, 33.2% y 14.6%, respectivamente. Freitas *et al.* (2006) durante la evaluación de servicios ambientales y secuestro de carbono en bosque aguajal de la Reserva Nacional Pacaya - Samiria utilizando parcelas de 2500 m<sup>2</sup> encontró 280 estípites de aguaje por hectárea (>10 cm dap), área basal de 20.91 m<sup>2</sup>/ha y valor de IVI equivalente a 131.15% en aguajal denso; mientras que en aguajal mixto registró 72 estípites de aguaje por hectárea, área basal de 4.94 m<sup>2</sup>/ha y valor de IVI de 41.77%.

En el mismo lugar, ProNaturaleza (2005), reportó para dos sectores, una densidad de 157 y 169 individuos/ha de la especie aguaje (*Mauritia flexuosa*), la misma que se encuentra asociada a otras palmeras como huasaí (*Euterpe precatoria*), shapaja (*Attalea butyracea*), huicungo (*Astrocaryum murumuru*) y cashapona (*Socratea exorrhiza*). También se incluyen algunas especies arbóreas como copaiba (*Copaifera* sp.) y ubos (*Spondias mombin*). En el sotobosque destacan las especies situlli (*Heliconia* sp.) y ñejilla (*Bactris* sp.).

En bosques Hidromórficos de las cuencas de los ríos Morona, Pastaza y Pacaya-Samiria, el Ministerio de Agricultura & Ministerio del Ambiente (2013) utilizando parcelas de 0.35 ha y dap igual o superior de 10 cm, registró palmeras con alturas máximas de 29 m y Dap máximo de 95 cm, correspondiendo los más altos valores en IVI para aguaje (*Mauritia flexuosa*), cumala (*Viola* sp.), guaba (*Inga* sp.), huarmi caspi (*Sterculia apetala*), casha pona (*Socratea exorrhiza*), huasaí (*Euterpe precatoria*), shebón (*Attalea* sp.), aguajillo (*Mauritella aculeata*) y ojé (*Ficus* sp.). Adicionalmente, en parcelas de 1 ha establecidas en la cuenca del río Tahuayo, (MINAM, 2013) encontró mayor IVI en las palmeras: shapaja (*Attalea butyracea*), aguaje (*Mauritia flexuosa*), aguajillo (*Mauritella aculeata*) y la especie arbórea catahua (*Hura crepitans*)

El potencial maderable en bosques aguajales y pantanos de la cuenca del río Tahuayo y Nanay registrados en parcelas de 1 ha de superficie, muestran valores de 42.75 y 163.87 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente (MINAM, 2015b). La misma fuente agrega que cuatro especies aportan más de la mitad del IVI entre ellas: shapaja (*Attalea butyracea*) 71%, aguaje (*Mauritia flexuosa*) 47.04%, aguajillo (*Mauritia aculeata*) 20.77% y catahua (*Hura crepitans*) 12%, registrado en la cuenca del río Tahuayo. En la cuenca del río Nanay las especies aguaje (*Mauritia flexuosa*) 28.29%, cumala caupuri (*Viola pavonis*) 26.98%, *Hyeronima alchorneoides* 24.40%, shiringarana (*Micrandra spruceana*) 18.44%, huasaí (*Euterpe precatoria*) 17.90%, shiringa (*Hevea guianensis*) 15.91%, cumala (*Viola flexuosa*) 13.21, shiringa masha (*Micrandra siphonioides*) 13.03%; representan más de la mitad del IVI reportado.

Dancé y Ojeda (1979) indican que en los bosques secos densos de la Costa se presentan 155 individuos/ha y 40 m<sup>3</sup>/ha de volumen bruto, los bosques secos tipo sabana muestran valores inferiores que representan 40 árboles/ha y 8 m<sup>3</sup>/ha mayores de 10 cm dap, lo que revela que el potencial de estos bosques no es para fines madereros.

El Inventario Nacional Forestal en Sierra desarrollado en Ecuador con el apoyo técnico de FAO, donde se ha ajustado la metodología para que forme parte de los acuerdos internacionales sobre la cuantificación de carbono en los bosques (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012a). El inventario se está desarrollando bajo un diseño de muestreo de doble estratificación, el cual consiste en dos fases. Durante la primera fase se seleccionó una muestra relativamente grande de forma sistemática en todo el país.

Esta muestra servirá para estimar el tamaño o peso de los estratos con relación a la población y la muestra. En la segunda fase se seleccionará una muestra más pequeña para cada estrato. En cada muestra seleccionada se medirá y observará todas las variables de interés a través de las parcelas y/o unidades de muestreo en conglomerado, y a partir de ellas se derivan las estimaciones de cada variable por estrato (Cochran, 1977). Este diseño es comúnmente utilizado por muchos inventarios nacionales, entre algunos países que los usan están Suiza y Estados Unidos (Brassel y Lischke, 1999) citado en Ministerio del Ambiente del Ecuador (2012a).

También el Inventario Nacional Forestal para Sierra que se desarrolló en Bolivia, cuenta con un diseño de muestreo por conglomerado se siguen los pasos que se detallan a continuación. En esta macro región se consideran los bosques andinos y para su división en regiones se basa en la clasificación del Mapa de Bosques Nativos Andinos de Bolivia, realizada por el Programa de Bosques Nativos y Agroecosistemas Andinos (PROBONA), las cuales se dividen en las siguientes regiones: Puna sureña, Puna norteña, prepuna, bosques secos interandinos, chaco serrano, bosque tucumano boliviano (yungas tucumano-bolivianas), yungas. Estas regiones comprenden los departamentos de: el sur de La Paz, parte de Cochabamba y Chuquisaca, Oruro, Potosí y Tarija (Ministerio de Asuntos Agropecuarios, Campesinos y Pesca (2003), citado en Barrena *et al.* (2013).

La misma fuente agrega que el Inventario forestal (con fines maderables), se agrupan variables que corresponden a los árboles, ubicación de parcelas y otros aspectos relacionados con vegetación. Considera información de Fauna, se registra la presencia de animales (mamíferos, reptiles y aves) a través de la identificación de huellas, encuentros casuales y/o reporte de personas del lugar. Incorpora información sobre plantas de importancia (no maderables), además de registrar las especies no maderables que tiene importancia comercial por los subproductos que se obtienen. Finalmente, considera aspectos socioeconómicos, con el objetivo de contar con información relacionada a la influencia de grupos sociales aledaños a la cobertura boscosa, se registran variables relacionadas al uso actual del suelo, producción y mercado y los aspectos ambientales que están influyendo directamente al bosque.

## 2.4. Estudios florísticos

Según Gentry (1988a) los bosques de la Selva Baja peruana son los más ricos del mundo, habiéndose encontrado 300 especies de árboles  $\geq 10$  cm dap en una hectárea.

Posteriormente, esta cifra fue confirmada por Pitman *et al.* (2004), en el Inventario Biológico Rápido del Ampiyacu, en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, donde se registraron 1,500 especies, aproximadamente 299 especies por hectárea con tallas a partir de los 10 cm. En los transectos de árboles, las familias más diversas fueron Fabaceae (86 spp.), Lauraceae (45 spp.) y Chrysobalanaceae (38 spp.); *Licania* fue el género más diverso, seguido de *Eschweilera* (Lecythidaceae), *Pouteria* (Sapotaceae), *Inga* (Fabaceae), *Tachigali* (Fabaceae) y dos géneros de Myristicaceae, *Virola* e *Iryanthera*; la diversidad más alta de hierbas se presentó en la familia Marantaceae. Por otro lado, las especies dominantes de árboles en tierra firme fueron: *Oenocarpus bataua* (Arecaceae), *Senefeldera inclinata* (Euphorbiaceae), *Eschweilera coriacea* (Lecythidaceae), *Virola pavonis* (Myristicaceae), *Hevea guianensis* (Euphorbiaceae), *Protium amazonicum* (Burseraceae) y varias especies del género *Iryanthera* (Myristicaceae); sobresaliendo la dominancia de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en bosques pantanosos.

Con el fin de contribuir a la implementación de áreas de conservación en la Selva Baja peruana, se desarrollaron numerosos inventarios florísticos rápidos, entre los principales se mencionan: Vriesendorp *et al.* (2004), en Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, en tres sitios muestreados ubicados entre los 700-2200 m de altitud, registraron 1400 especies  $\geq 10$  cm dap. En los transectos de árboles, las familias más diversas fueron Rubiaceae (92 especies), Melastomataceae (64), Asteraceae (53), Araceae (52), Fabaceae (52), y Piperaceae (49); mientras que al nivel de género se registran 33 especies de *Psychotria* (Rubiaceae) así como de *Miconia* (Melastomataceae), 25 especies de *Peperomia*, 24 especies de *Piper* (Piperaceae), y por lo menos 15 especies diferentes de *Pleurothallis* y *Maxillaria* (Orchidaceae).

Del mismo modo, en las cuencas de los ríos Nanay-Mazán-Arabela (Vriesendorp *et al.* 2007), se registraron en tres sitios muestreados: 1,100 especies  $\geq 10$  cm dap; las familias más diversas fueron Annonaceae, Lauraceae, Menispermaceae, Myristicaceae, Fabaceae y Sapotaceae. El rango de la diversidad de palmeras en los tres sitios fue desde un número promedio en el Alto Mazán (22 spp.) y Alto Nanay (25), hasta bajo, en Panguana (18). A nivel de género, la riqueza de *Matisia*, *Eschweilera*, *Rudgea*, *Psychotria*, *Tachigali*, y *Machaerium* fue alta en los tres sitios. Ciertos géneros fueron especialmente ricos en un lugar, por ejemplo, *Guatteria* en el Alto Mazán, *Micropholis* en el Alto Nanay y *Ficus*, *Paullinia* e *Inga* en Panguana. Especies de *Parkia*, *Brownea*, *Gloeospermum*, y *Dilkea* fueron sorprendentemente abundantes en los tres lugares, sin embargo, no particularmente ricos en especies. Se resalta el registro de tres especies nuevas para el Perú: *Touroulia amazonica* (Quiinaceae), una especie de *Quararibea* y *Tacca parkeri* (Taccaceae); cinco especies probablemente nuevas para la ciencia: *Calyptanthus* (Myrtaceae), *Anomospermum* (Menispermaceae), *Tachigali* sp., *Dipteryx* sp. (Fabaceae); y especies con distribución restringida *Ruellia chartacea* (Acanthaceae) y *Wettinia drudei* (Arecaceae).

Según MINAM (2015b), los aguajales del departamento de Loreto son formaciones boscosas homogéneas y presentan 37 familias, 106 géneros y 171 especies distintas  $\geq 10$  cm dap en parcelas cuadradas de 1 ha; añade que las 6 familias con mayor número de especies son: Fabaceae (28 especies), Euphorbiaceae (13 especies), Annonaceae y Malvaceae (10 especies cada una) y Crysobalanaceae y Myristicaceae (9 especies cada una). La misma fuente destaca que el cociente de mezcla encontrado en la cuenca del río Tahuayo es de 0.20, mientras que en la cuenca del río Nanay este valor disminuye a 0.13. De la misma forma el Índice de Diversidad Alfa de Fisher encontrado es de 36.46 y 28.10 para las cuencas del río Tahuayo y río Nanay, respectivamente.

La riqueza florística del Palmeral de tahuampa de la cuenca baja del río Ucayali está compuesta por 50 géneros y 58 especies distribuidos en 28 familias, considerando el conjunto de árboles con diámetros  $\geq 10$  cm en 1 hectárea de muestreo (Freitas 1996a). La misma fuente agrega que las familias representadas por el mayor número de géneros son Leguminosae con 7 y Palmae con 4 para los conjuntos diamétricos mayores o iguales que 5 y 10 cm respectivamente. Los géneros que registran el mayor número de especies son *Eschweilera* e *Inga* con 4 cada una.

Otro estudio más detallado efectuado por Freitas *et al.* (2006), muestra una riqueza florística sustentada por su IVI simplificado de 200% con una abundancia de 519 individuos distribuidos en 22 especies, donde aguaje (*Mauritia flexuosa*) predomina sobre las otras, seguido por aguajillo (*Mauritiella aculeata*), copal caspi (*Protium decandrum*), quinilla (*Pouteria* spp.) y azufre caspi (*Symphonia globulifera*), en aguajales densos. En aguajal mixto reportó 604 individuos, donde aguajillo es la especie predominante, seguido por aguaje, renaco, cumala, azufre caspi, entre otras.

El inventario de bosques Hidromórficos ubicados en el río Yavarí y Yavarí Mirín mediante parcelas de muestreo de 0.5 ha, reportan la presencia de un grupo de árboles

y palmeras más abundantes: azufre caspi (*Symphonia globulifera*), cedro masha (*Ruptiliocarpus* cf. *caracolito*), huasai (*Euterpe precatoria*), aguaje (*Mauritia flexuosa*), cumala caupuri (*Virola surinamensis*), shapaja (*Attalea butyracea*), punga (*Eriotheca macrophylla*), timareo (*Ilex* sp.), huacapurana (*Campsiandra* cf. *angustifolia*), carahuasca (*Guatteria* aff. *multivenia*), casha pona (*Socratea exorrhiza*), además de yacushapana (*Buchenavia* sp.) (Pitman *et al.*, 2003).

En la provincia Alto Amazonas - Loreto, se registró las siguientes especies del bosque “aguajal”: aguaje (*Mauritia flexuosa*), catahua (*Hura crepitans*), huasaí (*Euterpe precatoria*), huacapú (*Minquartia guianensis*), hungurahui (*Oenocarpus bataua*), capinurí (*Naucleopsis glabra*), shapaja (*Attalea butyracea*), aceite caspi (*Caraipa valioi*), cumala colorada (*Iryanthera elliptica*), casha pona (*Socratea exorrhiza*), balatilla (*Micropholis venulosa*), *Crudia glaberrima*, balata (*Pouteria guianensis*), conta (*Attalea maripa*), *Micropholis obscura*, ñejilla (*Bactris hirta*), coto vara (*Mollia gracilis*), ñejilla (*Bactris maraja*), luichimapiche (*Myrcia fallax*), misho chaqui (*Naucleopsis concinna*), machimango (*Eschweilera bracteosa*), entre otras (Zárate, 2015).

En la Selva Alta peruana el equipo de Field Museum efectuó numerosos inventarios rápidos, destacando los estudios efectuados en el Bosque Biabo – Cordillera Azul (departamento de San Martín), en la Sierra del Divisor (entre Loreto y Ucayali), en los Cerros de Kampankis (nor oeste del Perú entre Amazonas y Loreto) y en la Cordillera Escalera en el departamento de Loreto. Al respecto, en el Bosque Biabo – Cordillera Azul se registró 1600 especies de plantas destacando la contribución de una nueva especie para la ciencia del género *Euterpe*, palmera multicaule (Alverson *et al.*, 2001).

Del mismo modo, en la Sierra del Divisor, Vriesendorp *et al.* (2006), registró varias especies de plantas endémicas incluyendo varias especies nuevas para la ciencia que crecen en las crestas de piedra arenisca de los géneros *Parkia* y *Aparisthium*.

En los Cerros de Kampankis, Pitman *et al.* (2012), registraron 1100 plantas, destacando 8 especies nuevas para la ciencia que incluyen árboles y arbustos de los géneros *Gyranthera* (Malvaceae), *Lissocarpa* (Ebenaceae), *Lozania* (Lacistemataceae), *Vochysia* (Vochysiaceae), *Kutchubaea*, *Palicourea*, *Psychotria*, *Rudgea* y *Schizocalye* (Rubiaceae), así como un árbol de familia indeterminada. Observó también poblaciones relativamente pequeñas de especies útiles como yarina (*Phytelephas macrocarpa*), y, especies de uso maderable como cedro (*Cedrela odorata*), tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), marupá (*Simarouba amara*) y Moena (*Ocotea* spp.).

En la Cordillera Escalera (Pitman, *et al.* 2014) registró 830 especies en todo el inventario, de estas, 150 especies registradas por encima de los 1,800 m en Alto Cachiyacu son nuevos registros para Loreto. Se estima que 30 especies registradas durante el inventario son nuevas para la ciencia, incluidas varias especies de las familias Rubiaceae, Melastomataceae y Bromeliaceae. Muchas de estas se encuentran en las mayores elevaciones y pueden ser endémicas de la Cordillera Escalera. Especies de valor comercial como (*Cedrelinga cateniformis* y *Cabralea canjerana*), también fueron registradas y 4 especies amenazadas como *Ruagea* cf. *glabra* (en peligro crítico), *Euterpe catinga*, *Parahancornia peruviana* y *Tabebuia incana* (ambos vulnerables).

Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) identificaron 85 especies, 58 géneros y 34 familias en parcelas de medición de 1 ha instaladas en los bosques secos del noroeste peruano. Siendo la familia Fabaceae la más representativa ya que sus especies se distribuye en la mayoría de los ambientes evaluados. Además, registraron desde 31 hasta 458 ind/ha  $\geq 10$  cm dap en cada parcela de medición evaluada. Asimismo, para todos los casos encontraron la clásica estructura forestal de “J” invertida. Con respecto a la diversidad alfa, el índice de diversidad de Shannon varió de 1.17 a 3.03, mientras que el índice de Simpson varió de 0.07 a 0.44 y el índice Alfa de Fisher estuvo en el



rango 1.41-9.96. Por otro lado, *Ceiba trichistandra*, especie dominante por su volumen, es representativa de estos bosques, aunque su densidad es de sólo 3.38 ind/ha.

En los bosques estacionalmente secos de Chaparri en Chiclayo, Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2009) registraron 24 especies (19 géneros y 12 familias). El género más diverso fue *Capparis* y la familia más diversa fue Fabaceae. Siguiendo una curva de acumulación de especies determinaron que el muestreo fue casi completo en un área de 0.8 ha. Encontraron 1255 ind/ha  $\geq 1$  cm dap, de los cuales 425 fueron árboles, 676 arbustos y 155 cactus arbóreos, lo que representó un área basal de 11.74 m<sup>2</sup>/ha. La mayoría de los individuos (57%) estuvieron dentro de la clase diamétrica inferior (1-4.9 cm) lo que indicó que la estructura horizontal mostró la forma de “J” invertida. Las especies con el IVI más alto fueron *Eriotheca ruizii*, *L. huasango*, *C. lutea*, *B. graveolens* y *Ditaxis dioica*.

Aguirre-Mendoza *et al.* (2006) reportaron 313 especies leñosas (que alcanzan los 3 m de altura) pertenecientes a 65 familias para los bosques estacionalmente secos del Perú y Ecuador. De estas 103 son reportadas para ambos países, 136 sólo para Ecuador y 74 sólo para Perú. Registraron 66 especies leñosas endémicas, que representan poco más del 21% del total de especies encontradas, de las cuales 19 están restringidas para el Perú.

Estudios sobre diversidad y endemismo de especies maderables en los bosques estacionalmente secos del Pacífico Ecuatorial, dan cuenta 193 especies en Perú y 272 para Ecuador (79 sólo para Ecuador) y 234 para Perú. La familia con mayor cantidad de especies fue Fabaceae (70 especies), seguido de Malvaceae (19 especies), Boraginaceae, Cactaceae y Moraceae (12 especies cada uno). Identificaron 67 especies, las cuales son endémicas para Ecuador (17 especies), Perú (16 especies) o la región del Pacífico Ecuatorial (34 especies) (Linares-Palomino *et al.* 2010).

Linares-Palomino y Ponce (2005) reportaron una riqueza de 6-25 especies  $\geq 10$  cm dap con 5-14 familias representadas en los bosques estacionalmente secos de Cerros de Amotape. La familia más diversa fue Fabaceae con tres a seis especies. La densidad de ind/ha varió de 55 a 524 en las parcelas de medición evaluadas. Además, el área basal varió de 2.31 a 22.79 m<sup>2</sup>/ha. La distribución horizontal por clases diamétricas mostró el patrón clásico de la curva de “J” invertida. La distribución vertical demostró que la mayoría de los árboles está en las primeras dos clases de altura, es decir, menos de 5 m y entre 5-10 m. Con respecto a la diversidad alfa el índice de Simpson varió de 0.095 a 0.490, mientras que Shannon varió de 1.080 a 2.545 y el Alfa de Fisher varió entre 1.309 y 5.471.

Otro estudio ejecutado por Linares-Palomino *et al.* (2012) dan cuenta de 68 especies leñosas ( $\geq 5$  cm dap) en los bosques estacionalmente secos de Tumbes. La familia más diversa fue Fabaceae con 16 especies, seguida de Capparaceae, Malvaceae y Rubiaceae con 4 especies cada una. Las curvas de acumulación de especies se estabilizaron luego de muestrear 15 subparcelas de 0.04 ha. Todas las parcelas de medición evaluadas mostraron la distribución horizontal típica de “J” invertida. El área basal varió de 4.5 a 21.9 m<sup>2</sup>/ha, siendo las clases diamétricas inferiores las que más contribuyeron al área basal total.

Del mismo modo, Rasal *et al.* (2011) en cinco transectos de 10 x 50 m (2500 m<sup>2</sup> de área de muestreo), encontraron en la zona de la Menta – Piura, 162 individuos (648/ha), entre árboles y arbustos, con un DAP  $\geq 1.0$  cm, correspondiendo a 18 especies, 16 géneros y 15 familias. El mayor número de individuos correspondió a *Cordia lutea* con 38, seguido de *Bursera graveolens* con 22, *Tecoma stans* con 20, *Coccoloba ruiziana* con 15 y *Eriotheca ruizii* con 14 individuos. La misma fuente señala que la zona de

Timbes del mismo departamento fueron determinados 190 individuos (760/ha), entre árboles y arbustos, con un DAP  $\geq 1.0$  cm, correspondiendo a 23 especies, 22 géneros y 19 familias. El mayor número de individuos correspondió a *Cordia lutea* con 95, seguido de *Erythrina smithiana* con 15, *Bursera graveolens* con 10 y *Cestrum auriculatum* y *Cassia* sp. con 8 individuos, respectivamente.

## 2.5. Inventarios de Carbono

La variación de la productividad de los bosques, en términos de biomasa, puede ser explicada por la variación en la intercepción de luz y esta función se encuentra relacionada principalmente con el área foliar de la hoja, la disponibilidad de nutrientes, la disponibilidad de agua, la evapotranspiración y otros factores. Honorio & Baker (2010) mencionan cinco reservorios de carbono forestal y tres de ellos se estiman en base a ecuaciones alométricas (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta) y son la base para la estimación de volumen, biomasa y carbono en todos los tipos de uso de la tierra.

Algunos estudios afirman que la capacidad de secuestro de carbono en los bosques, disminuye con la altitud, pero la falta de información acerca de esto impide afirmar categóricamente esta suposición; sin embargo, existen estudios que han demostrado, al menos para bosques andinos, que la biomasa en los árboles tienden a decrecer a mayores altitudes sobre el nivel del mar (Leuschner *et al.* 2013, Girardin *et al.*, 2013, Moser *et al.* 2011); empero, Araujo-Murakami *et al.* (2011) precisa que la necromasa no está relacionado significativamente con la cantidad de biomasa en la vegetación aérea, pero si tiene una correlación significativa con la densidad de madera viva. Complementan esta afirmación Zanné *et al.* (2009) y Baker *et al.* (2004) aseverando que los bosques del oeste de la Amazonía a pesar que cuentan con suelos más ricos en nutrientes comparado con los bosques del este amazónico, la densidad de la madera de los árboles de las familias dominantes son más altos que los árboles de las familias que dominan los bosques del oeste de la Amazonía, lo que incide que los valores del stock de carbono son mayores en el este de la Amazonía y menores hacia el oeste.

La proporción de biomasa y carbono en los diferentes reservorios es variable, así Chao *et al.* (2009) estimaron que en los bosques de la Amazonía la necromasa constituye casi el 13% de la biomasa total, al respecto, Araujo-Murakami *et al.* (2011) reportó valores de 11% de la masa aérea vegetativa en el departamento de Madre de Dios, confirmando los resultados de Chao *et al.* (2009).

Cummings *et al.* (2002), realizaron cuantificaciones en los bosques amazónicos del sureste de Brasil (Porto Velho, Jamari y Ariquemas), para tipo de bosques abiertos, densos y ecotonos (sabanas), donde encontró producción de biomasa promedio de 313 t/ha, 377 t/ha, 350 t/ha por tipo de bosque, respectivamente. Nascimento & Laurance (2002), quienes cuantificaron la biomasa seca aérea de un bosque en la Amazonia central (Manaos), encontrando que en promedio dicho bosque contenía 397.7 t/ha donde el aporte de fustales corresponde al 81% seguido de restos caídos de madera, (7.0%), pequeños árboles, arbustos y plantas (<10 cm DAP; 5.3%), lianas (2.1%), y las palmas sin tallo (0.3%).

En Colombia, los estudios realizados por Herrera *et al.* (2001) en la cuenca media del río Porce, cuantificaron el aporte de la biomasa herbácea y leñosa pequeña como proporción de la biomasa aérea, así como la necromasa vegetal; obtuvieron ecuaciones de aporte de biomasa con base en el área basal de los individuos mediante métodos directos; encontraron que la vegetación herbácea y leñosa pequeña aporta 0.291 t C/ha y representa el 26% del carbono total sobre el suelo, la hojarasca fina 2.7 t C/ha y los



detritos 2.8 t/ha que corresponden al 2.4% respectivamente del contenido total, los árboles muertos en pie corresponden a 1.8%; el carbono total promedio es de 111.123 t C/ha en bosques primarios intervenidos.

En Selva Alta y bosques andinos, Girardin *et al.*, (2010), evaluaron un transecto que se extiende desde bosques de tierras bajas (<800 m), a través de premontano (800-1200 m), montano bajo (1200-2200 m) y el bosque montano superior (2200-3400 m), examinaron los patrones espaciales de la dinámica del Carbono en la biomasa aérea y subterránea. Se encontró que en las raíces finas los valores aumentaron de 1.50 t C/ha en 194 msnm a  $4.95 \pm 0.62$  t C/ha en 3020 msnm, alcanzando un máximo de  $6.83 \pm 1.13$  t C/ha en el lugar de elevación 2020 msnm. Los valores de carbono de la biomasa aérea disminuyeron de 123.50 t C/ha en 194 msnm a 47.03 t C/ha en 3020 msnm. La media anual de la productividad subterránea fue mayor en parcelas de las tierras bajas más fértiles ( $7.40 \pm 1.00$  t C/ha año) y osciló entre  $3.43 \pm 0.73$  y  $1.48 \pm 0.40$  t C/ha año en el premontano y parcelas de montaña.

Acerca de los bosques de Costa y Sierra, se conoce muy poco; será necesario incrementar nuestro conocimiento, así como mejorar las capacidades para desarrollar estimaciones, brecha que será cubierta con los datos que proporcione el INFFS; sin embargo, algunos estudios, realizados en la Costa peruana muestran que la estimación de carbono en los bosques secos de la Costa peruana son bajos, tal como lo reportó Carnegie y Minam (2014) quienes registraron entre 1 – 8 tC/ha, por su parte Málaga *et al.* (2014), registró valores de 8.37 tC/ha, mientras que Padrón y Navarro-Cerrillo (2007) estimaron un máximo de 4.5 t C/ha. Palomino (2007) estimó valores mucho más altos en los humedales de Cañete alcanzado la cifra de 20.1 t C/ha destacando la contribución de totora (*Scirpus californicus*).

En los Andes peruanos Málaga *et al.* (2014), estimaron en 31.34 t C/ha, entre 3700 – 4200 msnm; Carnegie y Minam (2014) valoraron 11 t C/ha en promedio y valor máximo de hasta 30 t C/ha, en un bosque de *Polylepis* spp. del valle de Ollantaytambo – Cusco, Mansilla-Astete (2001) estimó el contenido de carbono de la vegetación en 3.55 t C/ha.

En la Selva Alta peruana, Málaga *et al.* (2014) registraron en la ecozona Selva Alta Accesible 84.54 t C/ha y en la Selva Alta de Difícil Acceso 98.05 t C/ha, mientras que Ponce *et al.* (2009) en la zona de la Cordillera del Cóndor de Ecuador cercana a Perú estimó el carbono aéreo en tres tipos de bosques clasificados por su altitud (bosque piedemonte entre 300 – 1300 m de altitud, bosque montano bajo entre 1300 – 1800 m de altitud y Bosque Montano entre 1800 – 2800 m de altitud), alcanzado 122.6, 41.61 y 38.97 t C/ha, respectivamente.

En la Selva Baja peruana, Málaga *et al.* (2014), estimó 116.4 t C/ha, mientras que Carnegie y Minam (2014) valoró en 128 t C/ha. Asimismo, Managed Forest E.I.R.L. (2013) estimó el contenido promedio de carbono de la biomasa aérea del departamento de Ucayali en 136.65 t C/ha, destacando por su más alto valor los bosques de montaña, colina baja y colina alta con 151.98, 150.42 y 149.16 t C/ha, respectivamente; el más bajo valor fue estimado en el bosque terraza baja con 94.84 t C/ha. En los bosques de pacales del departamento de Ucayali, García y Del Castillo (2013) estimaron 122.11 t C/ha, mientras que en los bosques pacales de Madre de Dios, Mamani-Condori (2012) reportó hasta 165.63 t C/ha. El stock de carbono de la biomasa aérea y necromasa estimado por Paucar y Cjuno (2015) en un bosque de terraza alta del distrito de Inambari – Madre de Dios fue de 188.391 t C/ha; en los bosques primarios de la provincia de Tahuamanu (Madre de Dios) cerca de la frontera de Perú con Brasil y Bolivia, Lopez-Valenzuela (2015) estimó un total de 92.8 t C/ha de la biomasa aérea. Asimismo, en los bosques aluviales y pantanosos del bajo río Ucayali - Loreto, Honorio *et al.* (2015) estimaron carbono de la biomasa aérea y necromasa en 99.05 y 101.25 t

C/ha, respectivamente; correspondiendo el más alto valor al bosque latifoliado de aguas negras en bosque inundable con 167.05 t C/ha y al bosque de palmeras de aguas negras en bosque pantanoso con 116.4 t C/ha.

En la zona Hidromórfica, Freitas *et al.* (2006) estimó el carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque aguajal denso y mixto de la Reserva Nacional Pacaya – Samiria (Loreto) en 115.40 y 88.50 t C/ha, respectivamente; mientras que García *et al.* (2012) estimó el carbono de la biomasa aérea y necromasa de un ecosistema aguajal de la terraza baja y terraza alta del río Aguaytía – Ucayali, reportando valores de 106.74 y 57.78 t C/ha, correspondientemente; mientras que Managed Forest E.I.R.L, estimó el carbono de la biomasa aérea y necromasa en un bosque Hidromórfico del departamento de Ucayali en 140.11 t C/ha.

## 2.6. Estudios de fauna silvestre

La alta diversidad de la Amazonía peruana no está limitada únicamente a plantas. Varios lugares poseen el récord mundial para especies de aves (554 especies en Tambopata, Madre de Dios; Parker, 1991), mamíferos (más de 122 especies en Balta, Ucayali; Patton, 1982), reptiles (141 especies en Iquitos, Loreto; Dixon y Soini, 1975 y 1976) y mariposas (1209 especies en Tambopata; Emmel, 1992, citado en Gentry y Ortiz (1993)).

A nivel nacional, nuestro país cuenta con 1,849 especies de aves (Plenge, 2016), 580 especies de anfibios (Frost, 2014), 452 especies de reptiles (Uetz y Hallermann, 2014) y 508 especies de mamíferos (Pacheco *et al.*, 2009).

Otros estudios a nivel de Amazonía dan cuenta del registro de varias especies nuevas para la ciencia y nuevos registros para el país: por ejemplo, Pitman *et al.* (2004), en el inventario biológico rápido de Ampiyacu, en el interfluvio Amazonas – Napo – Putumayo, registraron 64 especies de anfibios y 40 de reptiles. Entre los anfibios, encontraron una diversidad especialmente alta en los géneros *Osteocephalus* (ocho especies) y *Eleutherodactylus* (13 especies); siendo la diversidad de *Osteocephalus* la más alta jamás registrada para una sola región. Asimismo, se inventarió una especie de *Osteocephalus* y una especie de *Oscaecilia* (caecilidos o culebra ciega) nuevas para la ciencia. Entre los reptiles se registró la especie *Rhinobothryum lentiginosum*, una falsa coral muy pocas veces registrada para el Perú, mientras que de los caimanes sólo al *Paleosuchus trigonatus*.

Del mismo modo, Vriesendorp *et al.* (2004), en el inventario biológico rápido Megantoni, ubicado en la parte central de la cuenca del río Urubamba, registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700 – 2200 m de altitud, 32 especies de anfibios y 19 de reptiles. Reportan especies en elevaciones inesperadas como *Phrynosoma* más abajo y *Epipedobates macero* más arriba; así como algunas con extensiones de su rango geográfico, como es *Syncope* hacia al sur. Resalta el hallazgo de 12 especies nuevas para la ciencia (7 anuros, 4 lagartijas, y 1 serpiente).

El mismo año, Pitman *et al.* (2004), registraron 362 especies de aves, la mayoría de amplia distribución; al considerar que la zona nororiental de la Amazonía (centro Napo) ha sido identificada como un área de endemismo. Asimismo, registraron cinco especies de aves de distribución restringida: un picaflor topacio de fuego (*Topaza pyra*), el paujil de Salvin (*Crax salvini*), el cuco-terrestre piquirrojo (*Neomorphus pucherani*), el hormiguerito de Dugand (*Herpsilochmus dugandi*) y el tororoi ocrelistado (*Grallaria dignissima*); y algunas especies muy poco conocidas en el Perú: tirano-pigmeo de casquete (*Lophotriccus galeatus*), atrapamoscas diadema (*Conopias parva*), hormiguerito de ala ceniza (*Terenura spodioptila*), ayaymama (*Nyctibius bracteatus*),

periquito rabadilla púrpura (*Touit purpurata*) y tororoi variegado (*Grallaria varia*). También registraron 60 especies de mamíferos, de las cuales 39 especies son mamíferos no voladores y 21 especies son mamíferos voladores. Los mamíferos no voladores encontrados representan nueve órdenes, 18 familias, 36 géneros y 39 especies; mientras que los murciélagos, pertenecientes al orden Chiroptera, se encontraron tres familias, cinco subfamilias, 12 géneros y 21 especies. Entre las especies registradas se mencionan: pichico (*Saguinus nigricollis*) con distribución más restringida. Por otro lado, se registró, una baja densidad de mono aullador (*Alouatta seniculus*), posiblemente por alta presión de cacería; siendo notoria, la alta densidad de sachavaca (*Tapirus terrestris*) y de huangana (*Tayassu pecari*) en la zona del río Yaguas.

Vriesendorp *et al.* (2004), en el inventario biológico rápido Megantoni, registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700-2200 m de altitud, 378 especies; resaltando la alta densidad de pavas y de guacamayos, así como 32 especies de mamíferos grandes y medianos, distribuidos en 7 órdenes y 17 familias.

Bravo y Borman (2008), en un inventario biológico rápido del área de conservación Güepi-Cuyabeno, entre el interfluvio Napo - Putumayo, registraron 46 especies de mamíferos medianos y grandes.

De las 508 especies de mamíferos registradas por Pacheco *et al.* (2009) para nuestro país, 89 especies se encuentran distribuidas en el Bosque Seco Ecuatorial (60) y el Bosque Pluvial del Pacífico (65), según su distribución por ecorregiones (Brack-Egg 1986), formando parte del grupo de ecorregiones moderadamente diversas. De estas 03 son endémicas de estos ecosistemas.

Gilmore *et al.* (2010), en el inventario biológico rápido Maijuna, en el interfluvio Yanayacu - Napo y río Algodoncillo - Putumayo, registraron 66 especies de anfibios y 42 de reptiles. De las especies encontradas, 28 (21 anfibios y 7 reptiles) tienen distribución restringida a la región noroeste de la Amazonía, que comprende Loreto, Ecuador, el sur de Colombia y el extremo noroeste de Brasil. Asimismo, se identificó una especie de rana del género *Pristimantis* que posiblemente sea nueva, así como el segundo registro para Perú, de la rana arbórea *Osteocephalus fuscifascies*, con una extensión de más de 300 kilómetros al sur en su rango de distribución. Es importante destacar que, de acuerdo a los registros, se encontró una mayor diversidad de anfibios en áreas con menor perturbación y cercanas a cabeceras de cuenca. Por otro lado, también registran aves de caza, especialmente paujil nocturno o paujil pequeño (*Nothocrax urumutum*) y paujil (*Mitu salvini*) y trompetero (*Psophia crepitans*), siendo “paujil” el que posee además un fuerte valor socioeconómico en su estudio de valoración económica en el río Algodón.

Concerniente a los mamíferos, Gilmore *et al.* (2010), registraron 32 especies; de las cuales 9 son primates, 7 carnívoros, 5 roedores, 4 ungulados, 4 edentados, 2 marsupiales y 01 cetáceo; asimismo reporta 10 especies de quirópteros; mientras que para la misma zona Aquino *et al.* (2007) reportan 23 especies de mamíferos, siendo los más importantes a nivel comercial sajino (*Pecari tajacu*), huangana (*Tayassu pecari*), sachavaca (*Tapirus terrestris*) y venado colorado (*Mazama americana*).

En la cuenca media del río Tambopata, (Pacheco *et al.* 2011) encontró 76 especies, siendo los quirópteros y los roedores los órdenes más diversos (67.5%). Los índices de diversidad (Shannon - Wiener y Simpson) de los mamíferos menores muestran una correlación negativa y moderada con la altitud; mientras que la abundancia relativa de los murciélagos tuvo una fuerte correlación negativa respecto de la altitud. Por otro lado

3 marsupiales, 1 roedor y 5 quirópteros se destacan por ser los primeros registros para el departamento de Puno.

En el Ere-Campuya-Algodón, Pitman *et al.* (2013), registraron 68 especies de anfibios, 60 de reptiles y 43 especies de primates. Los anfibios se encuentran representados en su mayoría por especies de distribución restringida a la porción noroeste de la Amazonía; se destaca el primer registro para el Perú de la rana venenosa (*Ameerega bilineata*), anteriormente conocida solamente de Ecuador; así como extensiones de rango considerables para tres especies de rana: *Allobates insperatus*, *Chiasmocleis magnova* y *Osteocephalus mutabor*. Por otro lado, encontraron una comunidad rica de reptiles: 22 lagartijas, 31 serpientes, 3 tortugas, 2 caimanes y 1 amphisbaena. También registraron 319 especies, especialistas en bosques de suelos pobres, además de registrar poblaciones saludables de especies de caza. Los registros más importantes de especialistas en bosques de suelos pobres son: tirano-pigmeo de casquete (*Lophotriccus galeatus*), hormiguero de cabeza negra (*Percnostola rufifrons*) y una especie nueva de hormiguerito (*Herpsilochmus* sp. nov.); esta última se encuentra en proceso de descripción basado en un espécimen de la cuenca del Apayacu, registrado en inventarios anteriores en la cuenca del Putumayo; siendo endémica para esta zona. En cuanto a las especies de caza, sobresalen paji (Mitu salvini), pucacunga (Penelope jacquacu) y trompetero (Psophia crepitans). Entre los primates destacan huapo negro (Pithecia monachus), pichico (Saguinus nigricollis), machín blanco (Cebus albifrons), así como especies amenazadas por la sobrecaza en otras áreas de Loreto, como mono choro (Lagothrix lagotricha), sachavaca (Tapirus terrestris), sajino (Pecari tajacu) y huangana (Tayassu pecari). Asimismo, se resalta el registro de perro de monte (Speothos venaticus) y del perro de orejas cortas (Atelocynus microtis).

En el inventario biológico rápido en el nor oeste de Loreto (Ere-Campuya-Algodón), Pitman *et al.* (2013), registraron 68 especies de anfibios y 60 de reptiles. Los anfibios se encuentran representados en su mayoría por especies de distribución restringida en esta zona de la Amazonía; se destaca el primer registro para el Perú de la rana venenosa (*Ameerega bilineata*), anteriormente conocida solamente de Ecuador; así como extensiones de rango considerables para tres especies de rana: *Allobates insperatus*, *Chiasmocleis magnova* y *Osteocephalus mutabor*. Por otro lado, encontraron una comunidad rica de reptiles: 22 lagartijas, 31 serpientes, 3 tortugas, 2 caimanes y 1 amphisbaena.

Asimismo, Pitman *et al.* (2004), registraron 362 especies de aves, la mayoría de amplia distribución; al considerar que la zona nororiental de la Amazonía (centro Napo) ha sido identificada como un área de endemismo. Asimismo, registraron cinco especies de aves de distribución restringida: un picaflor (*Topaza pyra*), paji salvini (*Crax salvini*), cuco terrestre piquirojo (*Neomorphus pucherani*), hormiguerito de dugand (*Herpsilochmus dugandi*) y tororoi ocrelistado (*Grallaria dignissima*); y algunas especies muy poco conocidas en el Perú: tirano-pigmeo de casquete (*Lophotriccus galeatus*), atrapamoscas diadema (*Conopias parva*), hormiguerito de ala ceniza (*Terenura spodiopila*), ayaymama (*Nyctibius bracteatus*), periquito rabadilla púrpura (*Touit purpurata*) y tororoi variegado (*Grallaria varia*).

Vriesendorp *et al.* (2004), registraron en tres sitios muestreados ubicados entre los 700 - 2200 m de altitud, 378 especies; resaltando la alta densidad de pavas y de guacamayos.

Vriesendorp *et al.* (2007), en el inventario rápido Nanay-Mazán-Arabela, registraron 372 especies; encontrando una correlación positiva con el tipo de suelo; sitios con suelos más ricos, registraron mayor cantidad de especies de aves. Es importante resaltar que otras especies conocidas ampliamente del norte del Perú, como hormiguero de máscara

blanca (*Pithys castanea*), saltarín negro (*Xenopipo atronitens*) y tangara hombrirroja (*Tachyphonus phoenicius*) no han sido encontradas en el norte de Loreto.

En el inventario biológico rápido Maijuna, Gilmore *et al.* (2010), registraron 364 especies, muy semejante a lo encontrado por Pitman *et al.* (2004). Los autores reportan la ampliación de rango al este del río Napo para dos especies: *Neopipo cinnamomea* y *Platyrinchos platyrinchos*. Además, se registraron varias especies con rango restringido: seis especies endémicas de la Amazonía noroccidental y 12 especies adicionales presentes sólo al Norte del río Amazonas en el Perú. Por otro lado, también registran aves de caza, especialmente pajiil nocturno (*Nothocrax urumutum*) y pajiil (*Mitu salvini*) y trompetero (*Psophia crepitans*), siendo el “pajiil” posee además un fuerte valor socioeconómico en su estudio de valoración económica en el río Algodón.

En la Selva alta de la Amazonía peruana, destacan los estudios realizados por el Field Museum. En la zona del Biabo Cordillera Azul, Alverson *et al.* (2001) reportó 71 especies de mamíferos incluyendo una pequeña ardilla que posiblemente sea nueva para la ciencia, entre los registros notables de mamíferos incluyen perros del monte, oso de anteojos, 10 especies de primates y avistamiento diario de granes manadas de huanganas, los registros incluyen 13 especies de la lista CITES I y II. También reportó 500 registros de aves incluyendo una nueva especie denominada barbucho de pecho escarlata (*Capito wallacei*), de esta relación 3 especies constituyen nuevos registros para el Perú. Asimismo, anotó 82 especies de Anfibios y Reptiles con 8 registros nuevos (posiblemente especies nuevas) de ranas y una especie nueva de salamandra del género *Bolitoglossa* sp.

En la Sierra del Divisor, Vriesendorp *et al.* (2006) registró una comunidad de primates grande y diversa de 15 especies (13 registradas en dicho inventario y 2 conocidas de inventarios anteriores en la región) y dos especies de monos raros con distribución irregular el pichico negro (*Callimico goeldi*) y el huapo colorado (*Cacajao calvus*). Entre los Anfibios y Reptiles hay especies raras que representan nuevos registros para el Perú (*Osteocephalus subtilis* y *Micrurus albicinctus*). Con respecto a Aves, se registró el Batará de Acre (*Thamnophilus divisorius*) endémica de la Sierra de Divisor, especies de aves raras o pobremente conocidas que están asociadas con arenas blancas o bosques enanos como el Nictibio rufo (*Nictibius bracteatus*), el colibrí topacio de fuego (*Tapeza pyra*) y el tirano- todi de Zimmer (*Hemitricus minimus*); guacamayos, especialmente el guacamayo de cabeza azul (*Primolius coulini*), el cual está restringida a una pequeña población casi exclusivamente en el Perú.

En los cerros de Kampankis (Pitman *et al.* 2012), encontró 108 especies de anfibios y reptiles (60 anfibios y 48 reptiles) con distribución restringida a los bosques amazónicos del norte del Perú y sur de Ecuador y 4 especies (*Dendropsophys aperomeus*, *Osteocephalus eonice*, *Pristimantis academecus* y *P. rodostechus*) se conocen solamente al centro y norte del Perú; sin embargo, el hallazgo más importante de esta expedición fue descubrir 7 anfibios potencialmente nuevos para la ciencia, 3 de estas especies son ranas de lluvia del género *Pristimantis*, cuya diversificación es más pronunciada en las estribaciones andinas, mientras que dos especies son simpátricas del género *Hyloscirtus* se asemejan morfológicamente pero ocupan diferentes hábitats. Además, registró por primera vez en Perú la ranita de cristal *Chimerella mariaelenae*, la rana arborícola (*Osteocephalus verrucifer*, la lagartija de hojarasca *Potamites cochranae* conocidos anteriormente solo para Ecuador y Colombia. También encontró una población poco común de rana marsupial *Gastrotheca longipes*, conocida previamente en solo dos localidades del Perú. La misma fuente reportó en los bosques de colinas la lagartija *Enyalioides rubrigularis* y varias especies de ranitas venenosas y en riachuelos de aguas claras y bien oxigenadas como la ranita de cristal y las ranas *Hyloscirtus*; además de motelo (*Chelonoides denticulata*) y la rana lluvia (*Pristimantis rodostichus*),

que al igual que la ranita de cristal *C. mariaelenae*, son consideradas como especies vulnerables según IUCN. Observaron también el caimán de frente lisa (*Paleosuchus trigonatus*) categorizado como casi amenazado por la ley peruana. La misma fuente da cuenta del registro de 350 especies de los cuales 56 son asociados con montañas y 7 de estas tiene rangos disyuntos; también reportan varias especies raras y poco conocidas como *Leucopternis princeps*, *Wetmorethraupis sterrhopteron* y *Entomodestus leucotis*, las islas de hábitats de mayor altitud albergan especies de distribuciones restringidas, raras o con poblaciones disyuntas como *Heliodoxa gularis*, *Camylopterus villaviscensio*, *snowornis subalaris* y *Gallaria haplonata*. Durante la expedición también se registró 57 de las 79 especies de mamíferos medianos y grandes esperados para la región; así se encontró 11 especies de primates (*Ateles belzebuths*, *lagotherix lagotricha* y *Alouata juara*); felinos grandes como otorongo (*Panthera onca*) y puma (*Puma concolor*). Asimismo, registró el perro de orejas cortas (*Atelocynus microtis*). Otros registros destacados incluyen varios avistamientos de sachavaca (*Tapirus terrestres*), rastros de yungunturo (*Prionomys maximus*) y hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*) tres especies consideradas como vulnerables en el ámbito nacional como internacional. También se registró 16 especies de murciélagos de 103 especies esperadas para la región, resalta la presencia de especies no comunes como *Cormura brevirostris* y *Choeroniscus minor*, que prefieren bosques primarios.

Otros estudios sobre mamíferos en los bosques secos se centran en las áreas protegidas por el estado. Hurtado (2015) realiza un inventario sobre los macro mamíferos en el margen nor-oriental del Parque Nacional Cerros de Amotape, donde se registraron 22 especies. Este trabajo confirma la presencia de chosna (*Potos flavus*) en el lado occidental de los Andes peruanos. De acuerdo con el tipo de bosque, Hurtado (2014) citado en Hurtado (2015), menciona que la abundancia de macro mamíferos varía significativamente ( $p < 0.01$ ) con el tipo de bosque mientras que la estacionalidad fue menos determinante. Por ejemplo, venado colorado (*Mazama americana*) y sajino (*Pecari tajacu*) se registran casi exclusivamente en los Bosques de Transición (BT) y en los Bosques Tropicales del Pacífico (BTP). Además, zorro de sechura (*Lycalopex sechurae*) y venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se registran solamente en el Bosque Seco Ecuatorial; las especies armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), majaz (*Cuniculus paca*), majaz centroamericano (*Dasypus punctata*) y tayra (*Eira barbara*) se encuentran sólo en el BT y BTP. Por otro lado, zarigüeya orejinegra (*Didelphis marsupialis*) y zorro de sechura (*Lycalopex sechurae*) fueron las especies más raras en el Parque. Asimismo, considera extinta localmente a jaguar (*Panthera onca*), oso andino (*Tremarctos ornatus*) y mono ardilla (*Saimiri sciureus*).

En el grupo de los “murciélagos” (Orden Chiroptera) los estudios fueron centrados también en los Bosques secos del Parque Nacional Cerros de Amotape, estos fueron realizados por, Cadenillas (2010), Arias *et al.* (2009), Pacheco *et al.* (2007). Cadenillas (2010) y Pacheco *et al.* (2007) registran en base a estudios de campo y revisión bibliográfica 42 especies de murciélagos, sin embargo, presumen la presencia de hasta 52 especies para el Área Natural Protegida y en general para los bosques secos del norte del Perú. Arias *et al.* (2009) investiga sobre la dieta de los murciélagos nectarívoros de esta área protegida.

Otra zona representativa de los bosques secos es el Área de Conservación Privada Chaparri, Chiclayo, esta área protegida registra 14 especies de mamíferos, donde destacan oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y gato montés (*Leopardus colocolo*); y oso hormiguero norteño (*Tamandua mexicana*) como especies amenazadas (Williams y Plenge 2005).

Las aves de los bosques secos también fueron evaluadas dentro de áreas protegidas, uno de los trabajos se sitúa en el Santuario Histórico de los bosques de Pomac, donde

se registró 106 especies de aves (Angulo, 2014). El ACP Chaparri registra en su ámbito 119 especies de aves (Williams & Plenge 2005).

Chávez-Villavicencio (2013), realiza un listado de 104 especies de aves para el área urbana de la ciudad de Piura, de las cuales 13 son endémicas del Área de Endemismos de Aves Tumbesino.

Las especies más representativas de los bosques secos son pava aliblanca (*Penelope albipennis*) y cortarrama peruana (*Phytotoma raymondii*), ambas son endémicas de estos bosques y están con algún grado de amenaza, además de estar protegidas por la legislación nacional e internacional, la primera se encuentra en Peligro crítico y la segunda en la categoría de En Peligro (UICN 2015).

La fauna herpetológica de la costa peruana y en los bosques secos ecuatoriales, son bastantes conocidos. Existen diversos trabajos realizados en estos ecosistemas. Los primeros trabajos realizados son las descripciones de las especies más comunes de estas zonas. Una de las primeras revisiones para la herpetofauna de la costa peruana y de los bosques secos ecuatoriales lo realiza Schmidt & Walker (1943) listando a las serpientes de la costa peruana; para las lagartijas la realiza Schmidt (1957) para el Género *Dicrodon*, y en general para la Familia Teiidae a Harvey *et al.* (2012), citados por Carrillo e Icochea (1995).

El trabajo más completo sobre la herpetofauna de los bosques secos ecuatoriales lo publica Venegas (2005), quien reporta 06 especies de anfibios y 33 de reptiles, sin embargo, es escasa la información de la dinámica de las poblaciones. En el Perú, la realizó Carrillo e Icochea (1995), quien lista a las especies de reptiles del Perú, su distribución biogeográfica y por departamentos.

## **2.7. Marco legal para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales**

La Constitución política del Perú en su artículo 66° señala que los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Añade que por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal. Por otro lado, el artículo 67° establece que el Estado determina la política nacional del ambiente, promueve el uso sostenible de sus recursos naturales, mientras que el artículo 68° precisa que el Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

La Ley No 26821 – Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales en su Artículo 7° señala que es responsabilidad del Estado promover el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a través de las Leyes especiales sobre la materia, las políticas del desarrollo sostenible, la generación de la infraestructura de apoyo a la producción, fomento del conocimiento científico tecnológico, la libre iniciativa y la innovación productiva. Añade que el Estado impulsa la transformación de los recursos naturales para el desarrollo sostenible. Asimismo, en el Artículo 8°, menciona que el Estado vela para que el otorgamiento del derecho de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales se realice en armonía con el interés de la Nación, el bien común y dentro de los límites y principios establecidos en la presente ley, en las leyes especiales y en las normas reglamentarias sobre la materia. Del mismo modo, el Artículo 10° destaca que el Estado, a través de los sectores competentes, realiza los inventarios y la valorización de los diversos recursos naturales y de los servicios ambientales que prestan, actualizándolos periódicamente.

La Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre en su artículo 1° del título preliminar establece que toda persona tiene el derecho de acceder al uso, aprovechamiento y disfrute del patrimonio forestal y de fauna silvestre de la Nación de acuerdo con los procedimientos establecidos por la autoridad nacional y regional y a los instrumentos de planificación y gestión del territorio; además de participar en su gestión. Asimismo, en el artículo 1° de la sección primera, menciona que la Ley tiene la finalidad de promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad.

Asimismo, el artículo 13° de la misma Ley destaca la creación de SERFOR erigiéndola como la autoridad nacional forestal y de fauna silvestre. Mientras que en el artículo 35°, precisa que el SERFOR es la autoridad encargada de elaborar de forma permanente y actualizar de forma periódica el inventario nacional y la valoración de la diversidad forestal y de fauna silvestre en coordinación con los gobiernos regionales, gobiernos locales y otras instituciones públicas y privadas. Este inventario pueden realizarlo terceros, según lo establezca el reglamento. El SERFOR es responsable de que la información esté disponible para los usuarios. Añade que el SERFOR aprueba los criterios técnicos para la elaboración de inventarios forestales y de fauna silvestre en cada uno de sus niveles, así como para la integración de la base de datos al SINAFOR.

El Decreto Supremo N° 018-2016 – Reglamento para la Gestión Forestal, en su artículo 38° precisa que el SERFOR se encarga de elaborar, ejecutar, acopiar y/o sistematizar, según corresponda, los inventarios forestales y de fauna silvestre y los resultados de estos, sea que se refieran al nivel nacional, regional, unidades de manejo, especializados, entre otros. Esta información es incluida en el Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre - SNIFFS. Agrega que el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre es el proceso mediante el cual se registra variables cualitativas y cuantitativas de los recursos forestales y de fauna silvestre en las áreas que comprenden el territorio nacional, y que permiten contar con información sobre las especies, composición, distribución, estructura, productividad y dinámica en los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, la cuantificación de carbono u otras variables. Precisa que el diseño, planificación, ejecución, seguimiento y actualización periódica del INFFS está a cargo del SERFOR, quien coordina su ejecución con el MINAM, el SERNANP, los Gobiernos Regionales y otras instituciones públicas y privadas.

El Decreto Supremo N° 011-2015-MINAM, establece la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático y considera que el principal reto asociado al Cambio Climático en el Perú es reducir los riesgos e impactos previsibles, fortaleciendo capacidades para enfrentarlos a través de una gestión integrada de los tres niveles de gobierno que permita reducir vulnerabilidades y aprovechar oportunidades. La Estrategia reconoce igualmente el potencial nacional para la captura, la conservación de reservas de carbono, y la mejor gestión de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero - GEI. Todo ello permitiría sentar las bases para un desarrollo sostenible y bajo en carbono potencializando los bosques como sumideros de carbono.



### III. OBJETIVO

El Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre tiene por objetivo proveer en forma continua información actualizada y confiable para la planificación del manejo sostenible de los recursos forestales de las regiones de la Selva, Sierra y Costa peruanas, incluyendo los bosques naturales y plantaciones, colectando, procesando y reportando datos sobre la biomasa, reservas de carbono, deforestación biodiversidad de árboles y fauna silvestre e información socioeconómica de las poblaciones rurales asentadas en su entorno.

### IV. METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) fue formulada en el Marco del Proyecto “Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú”, ejecutado entre los años 2011-2015 por convenio entre el Estado Peruano y la FAO con participación de los Ministerios de Ambiente y de Agricultura y Riego y que contó con la participación de los Gobiernos Regionales y la Iniciativa Peruana del Sector Forestal del Programa de Cooperación del Servicio Forestal de Estados Unidos de América, según se mencionó en los antecedentes.

La metodología del INFFS está propuesta para ser aplicada a nivel nacional, tomando como división las ecozonas utilizadas en el INFFS las cuales son: Costa, Sierra, Selva Alta (Accesible y Difícil), Selva Baja y zona Hidromórfica<sup>2</sup>.

#### 4.1. Marco metodológico

El “Marco metodológico del Inventario Nacional Forestal” (Minagri, Minam y FAO, 2014) es resultado de un trabajo articulado entre profesionales e instituciones conocedoras del proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. El marco metodológico del Inventario Nacional Forestal - INFFS, permite conocer los conceptos utilizados para explicar y aplicar la metodología, este instrumento metodológico fue Aprobada y validada por el grupo técnico el 12 diciembre del 2012.

En primer lugar, se desarrolló el contexto, marco de referencia y los alcances de los conceptos y definiciones. En segundo lugar, se considera una aproximación de definiciones más directamente vinculadas al INFFS y los requerimientos de los diferentes usuarios. También se utilizó criterios definidos para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales de la FAO (FAO, 2010a), tales como porcentaje mínimo de cobertura arbórea, altura de los árboles, área mínima y ancho mínimo.

El INFFS define **bosque** como un “ecosistema predominantemente arbóreo que debe tener una superficie mayor de 0.5 ha, con un ancho mínimo de 20 metros y presentar una cobertura de copas mínima del 10% de su área. La vegetación predominante está representada por árboles de consistencia leñosa que tienen una altura mínima de 2 metros en su estado adulto para Costa y Sierra, y 5 metros para la Selva amazónica. En su concepción integral comprende el relieve, suelo, agua, plantas, fauna silvestre y los microorganismos que condicionan asociaciones florísticas, edáficas, topográficas y

---

<sup>2</sup>Para más información revisar la memoria descriptiva de las ecozonas o sub-poblaciones del INF (2014).

climáticas con capacidad funcional autosostenible para brindar bienes y servicios. En el caso del bosque denso está estructurado en varios estratos”.

Las estimaciones del INFFS son reportadas para el área total de bosque, subdivididas en los tipos de bosque y clases de uso de la tierra más importantes. Para ello, se construyó una clasificación basada en el Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (Ministerio del Ambiente de Perú, 2015a).

La clasificación del INFFS sigue un orden jerárquico y tiene cuatro niveles:

Nivel 1: Clasifica el uso de la tierra en dos categorías generales, “bosque” y “no-bosque”. La clasificación se basa en la definición de bosque para el INFFS.

Nivel 2: Separa las categorías del nivel 1 según su origen natural o antrópico.

Nivel 3: Para las categorías de “bosque”, el criterio de clasificación se basa en la condición climática, mientras que para las categorías de “no-bosque” en un criterio fisonómico.

Nivel 4: Para las categorías de “bosque” y de “no-bosque natural”, la clasificación se basa en criterios fisiográficos y florísticos”. Para las categorías de “no bosque antrópico”, el criterio es el uso actual específico.

Una de las ventajas de esta clasificación es que permite la estimación de variables en categorías de bosque o usos de la tierra de diferentes niveles, pero vinculadas entre sí. Las categorías específicas están contenidas en categorías de niveles más generales. Otra ventaja es que la clasificación considera categorías fuera de los bosques (no bosque), situación que deja abierta la posibilidad de recopilar información sobre recursos en otros usos de la tierra. Esta información podrá mejorar los cálculos de emisiones y absorciones de carbono forestal, Por otro lado, el levantamiento de información en campo se realiza solo en áreas con bosque, existe la probabilidad que las brigadas encuentren usos diferentes del bosque, estas áreas deberán ser asignadas a una de las categorías de no-bosque para mejorar el conocimiento del cambio, principalmente en áreas con mosaicos de bosques secundarios, tierras en abandono y áreas de producción agropecuaria. Estos datos, además de ser parte del informe de resultados, pueden servir para apoyar clasificaciones supervisadas en análisis de cobertura mediante teledetección, y también puede ser utilizada para estimar la precisión de diversos mapas.

Uno de los esfuerzos interinstitucionales más resaltantes de los últimos años es el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS), una herramienta de carácter continuo y multipropósito del Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Riego, que permite conocer y valorar los bosques peruanos en toda su magnitud, y es que los bosques no sólo deben ser identificados como fuente de recursos maderables sino como un ecosistema que alberga una gran biodiversidad de especies, convirtiéndose en un hábitat para cientos de comunidades y en un proveedor de servicios ambientales indispensables para la sociedad en general.

Asimismo, servirá como documento orientador para realizar inventarios complementarios y especializados por personas naturales y jurídicas de derecho público o privado vinculadas a la gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre y de otros recursos biológicos de su competencia.

## 4.2. Alcances del estudio

El Inventario Nacional Forestal tiene un alcance nacional (Figura N° 2), que permite la mejor planificación y toma a decisiones en cuanto a la gestión de los bosques en el territorio nacional, desde la planificación hasta el levantamiento de información en la Costa, Sierra y Selva peruana. Finalmente, los resultados del INFFS sirven como herramienta para la gestión de los bosques con la finalidad de la implementación de políticas públicas referidas al sector forestal.

## 4.3. Área de estudio

El área de estudio comprende las 6 subpoblaciones o ecozonas establecidas por el INFFS.

## 4.4. Método

Para definir la población de interés, la configuración de las parcelas y el diseño de muestreo del INFFS, se establecieron las siguientes condiciones:

- Debe responder a las necesidades de información definidas en el Marco Metodológico.
- Debe considerar las limitantes de accesibilidad del país.
- Debe responder a un monitoreo permanente de los bosques.
- Debe facilitar la movilización de los recursos económicos, humanos y logísticos.

### 4.4.1. Población y subpoblaciones de interés

En la aplicación de las teorías estadísticas del muestreo es importante definir la población en donde se seleccionará la muestra para medir los atributos de interés (Cochran, 1977). En inventarios forestales la mayoría de los atributos de interés están referidos los árboles ubicados en un área determinada. Es por ello, que los árboles se miden en pequeñas áreas denominadas parcelas de medición y la población de interés se puede referir al área o superficie de tierra de dimensión conocida en la cual se seleccionan las muestras o parcelas de medición (Betchold & Patterson, 2005), citado en Barrena *et al.* (2011).

Los inventarios forestales involucran principalmente la medición de árboles, las mediciones en campo se desarrollan a través de una muestra. Esto significa que los árboles se miden en pequeñas áreas que se denominan “parcelas de medición”. La suma del área de las parcelas de medición de un inventario forestal, constituyen una muestra del área total de la cual se quiere obtener una estimación. En términos estadísticos, esta área total de la cual se quiere obtener información se denomina “población”.

La población de interés del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) es la superficie continental del territorio nacional, en donde, se estiman los cambios en la cobertura y biomasa de bosques en relación con otros usos de la tierra, a través de un área de muestreo. La ventaja de esta población de interés es la posibilidad de incorporar mediciones en usos de la tierra diferentes al bosque y para futuras mediciones de carbono de árboles fuera del bosque, siendo este recurso potencialmente importante.

Este enfoque ha sido implementado en varios países, por ejemplo, en Nicaragua se realizaron mediciones de árboles fuera del bosque y se ha estimado que cerca del 25%

de la biomasa aérea total del país está contenida en este recurso (Instituto Nacional Forestal de Nicaragua, 2009). En Zambia y Kenia se están implementando inventarios integrados de recursos naturales, donde se han incorporado mediciones de recursos agrícolas y ganaderos.

Debido a la complejidad ecosistémica de los bosques del Perú y a las diversas condiciones de accesibilidad, también se determinaron 6 subpoblaciones de interés. El objetivo es optimizar el diseño de muestreo en cada una de ellas. La optimización depende de la variabilidad estadística, los costos de levantamiento de campo, y los niveles de accesibilidad.

Las 6 subpoblaciones, también llamadas ecozonas<sup>3</sup>, se definieron con base en cinco criterios: fisiográfico, fisonómico, florístico, capacidad de almacenamiento de carbono y accesibilidad (Ministerio de Agricultura y Riego, *et al.* 2014). Las características principales se describen a continuación y se muestran en la figura N° 1 (Mapa de Ecozonas o Subpoblaciones del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre):

- Selva Baja, predominan los bosques de Selva de la Amazonía peruana entre 100 y 500 msnm.
- Hidromórfica, determinada por el abanico del río Pastaza y la depresión Ucamara, predominan zonas de bosques inundables, más homogéneos y por sus condiciones inundables se espera un mayor almacenamiento de carbono en suelos.
- Selva Alta Accesible, predomina el bosque de Selva entre 500 hasta 3800 msnm no más lejos de 20 km de infraestructura humana o áreas deforestadas.
- Selva Alta de Difícil Acceso, predomina el bosque de Selva entre 500 hasta 3800 msnm más lejos de 20 km de infraestructura humana o áreas deforestadas.
- Sierra, zona de los Andes desde los 2000 msnm desde la zona de Costa, llegando hasta 6000 msnm y bajando en la zona oriental hasta los 3800 msnm. Predominan coberturas de pajonal altoandino y páramos. Los bosques son de porte bajo de tipo relictos altos y meso andinos homogéneos con fuertes intervenciones, complementada con los bosques secos de valles interandinos.
- Costa, zona predominantemente desértica entre los 0 hasta los 2000 msnm, con presencia de bosques secos, distribuidos principalmente al norte del país.

El marco muestral del INFFS es el conjunto infinito de puntos que existen en la población de interés que pueden ser seleccionados para ubicar las parcelas donde se realizarán las mediciones y observaciones biofísicas.

#### **4.4.2. Configuración de las parcelas de medición y cálculo del tamaño de la muestra**

Las parcelas o unidades muestrales (UM) del INFFS tienen 03 configuraciones distintas, que se caracterizan por el diseño en forma de “L” compuesto por un conglomerado de subparcelas o subunidades muestrales (SUM), con diseño anidado y diferentes mediciones según la variable evaluada. Estas tres configuraciones buscan reducir la variancia entre parcela, así como el número de parcelas necesarias para asegurar una precisión dada.

---

<sup>3</sup> Para más información revisar la memoria descriptiva de las ecozonas o sub-poblaciones del INF.

A continuación, se describen las tres configuraciones de UM de medición del INFFS.

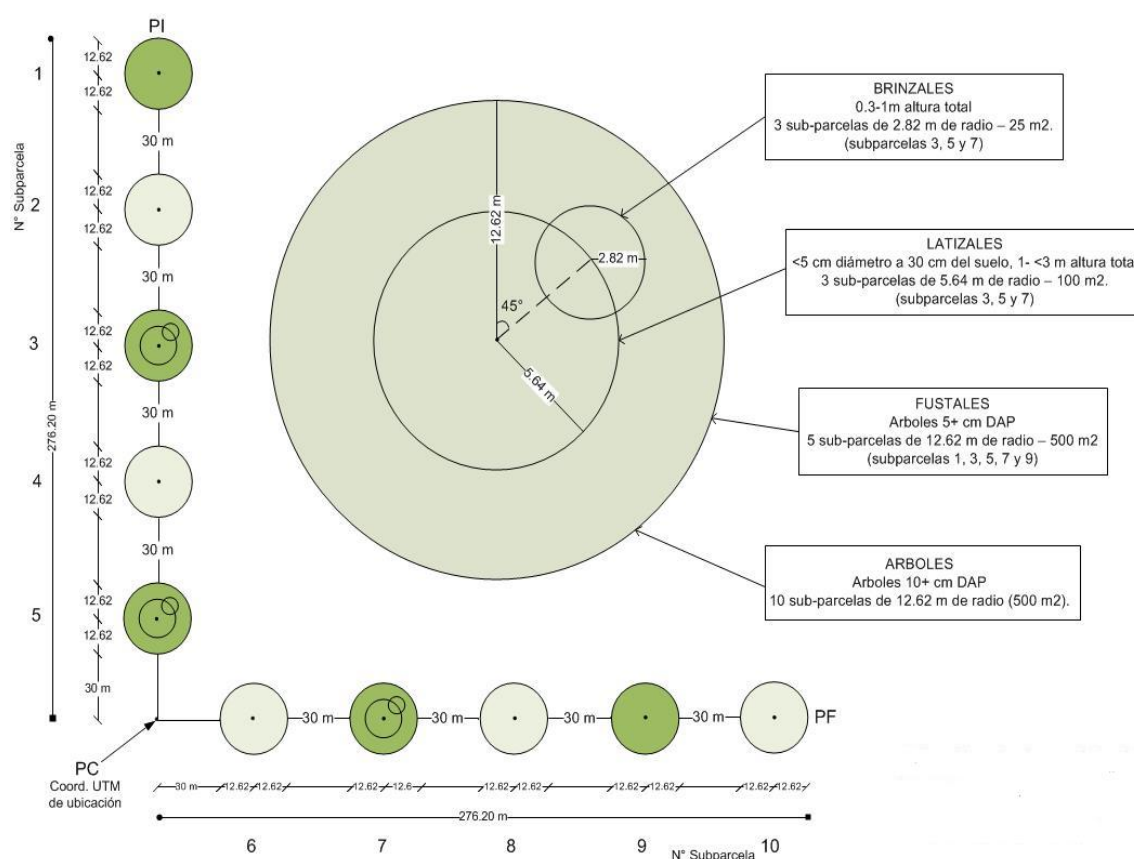
#### 4.4.2.1. Unidad muestral para las ecozonas Costa y Sierra

Consiste en un conglomerado en forma de “L”, con un eje de longitud de 276.2 m en dirección Norte, y otro similar en dirección Este. La superficie total de la UM es de 5000 m<sup>2</sup> (0.5 ha), dividida en 10 SUM circulares de 12.62 metros de radio, equivalentes a 500 m<sup>2</sup> (0.05 ha), donde se miden los árboles mayores de 10 cm de dap. En cada eje se ubican 5 SUM, distantes a 30 m entre sí (Figura 2).

En las SUM 1, 3, 5, 7 y 9 se miden los fustales, que se definen como los individuos con tallas entre 5-9.99 cm dap. En las subparcelas SUM 3, 5 y 7 se ubican las parcelas de dimensiones más pequeñas, donde se cuenta la regeneración natural, en términos de latizales y brinzales.

Los latizales son aquellos individuos en crecimiento con diámetro menor a 5 cm, medido a una altura con respecto al suelo de 30 cm y altura total entre 1 y 3 m, se cuentan en subparcelas (Sp-la) de 5.64 m de radio, equivalente a 100 m<sup>2</sup> (0.01 ha). Los brinzales son individuos con alturas entre 0.3 y 1 m que se cuentan en subparcelas (Sp-br) de 2.8 m de radio, equivalente a 25 m<sup>2</sup> (0.0025 ha).

**Figura 2. Configuración de la unidad muestral para las ecozonas Costa y Sierra**



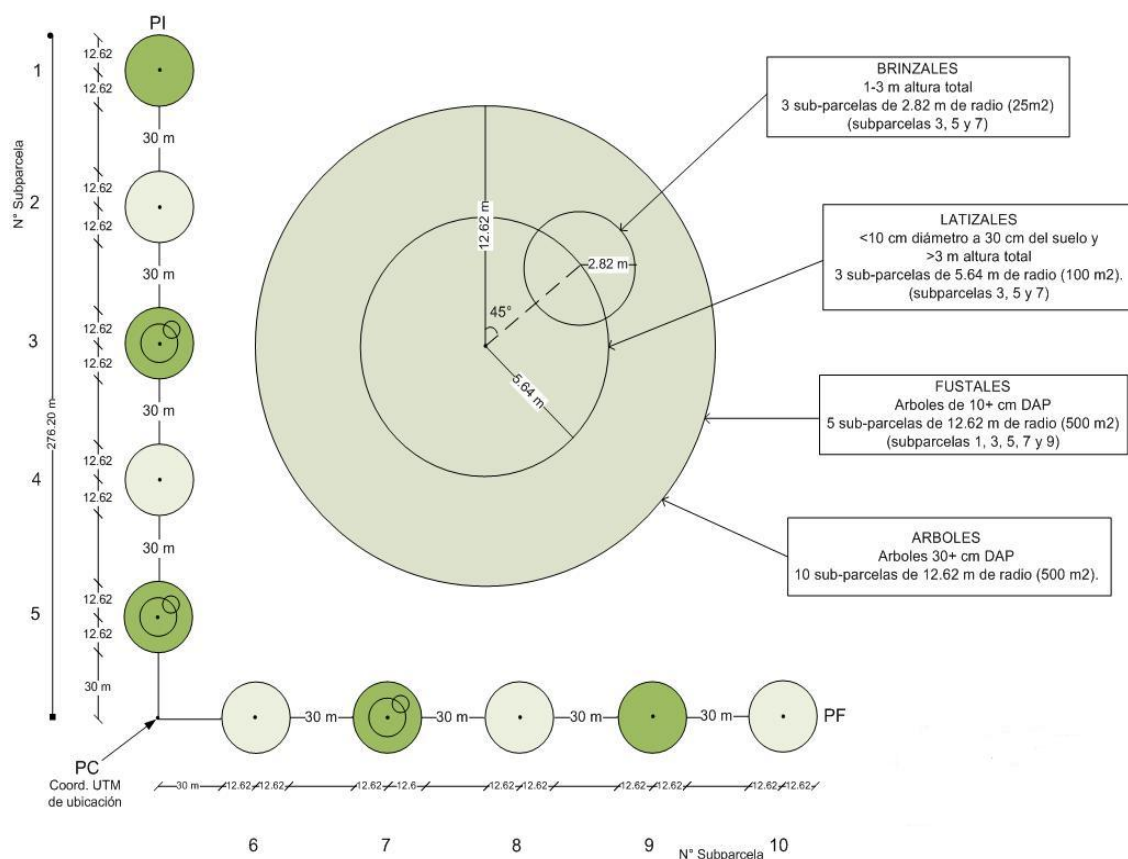
Fuente: SERFOR, 2019

#### 4.4.2.2. Unidad muestral para las ecozonas Selva Alta Accesible, Selva Alta de Difícil Acceso e Hidromórfica.

Se trata de un conglomerado de subparcelas dispuestas en forma de “L”, con un eje de dirección Norte y 276.2 m de longitud y otro de dirección Este con longitud, conformada por 10 SUM con disposición similar a la Um de la ecozona Costa y Sierra, en los cuales se mide los individuos con tallas a partir de los 30 cm dap.

En las SUM 1, 3, 5, 7 y 9 se miden los fustales, que son individuos de 10-29.9 cm dap. La regeneración natural se cuenta en subparcelas anidadas dentro de las SUM 3, 5 y 7. Los latizales tiene para el caso dap menor a 10 cm y una altura mayor de 3 m; los brinzales son aquellos individuos con alturas entre 1 y 2.99 m, según se muestra en la Figura 3.

**Figura 3. Configuración de la unidad muestral para las ecozonas Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso**



Fuente: SERFOR, 2019

#### 4.4.2.3. Unidad muestral para la ecozona Selva Baja

Consiste en un conglomerado de subparcelas dispuestas en forma de “L” Figura 4. Un eje tiene dirección Norte y una longitud de 385 m, mientras que el otro eje tiene dirección Este y una longitud de 425 m. La superficie total de la UM es de 7000 m<sup>2</sup> (0.7





$$n = (t \text{ CV\%} / E\%)^2$$

Donde:  $n$  = tamaño muestra  
 $t$  = valor tabular al 95% de confianza (1.96 o 2)  
 $\text{CV\%}$  = coeficiente de variación  
 $E\%$  = error esperado

El atributo de interés que requiere mayor número de parcelas es el que determina el tamaño de muestra para la subpoblación.

El tamaño de muestra o número de parcelas de medición por ecozona resultó de un proceso analítico sobre múltiples combinaciones de forma y tamaño de parcela, su varianza hipotética, costo de levantar diferentes tipos de parcelas y la precisión esperada. Para el efecto, se desarrolló una herramienta de planificación, diseño y evaluación del INFFS<sup>6</sup>, la cual, además de apoyar el diseño, permitirá evaluar la metodología, tanto para ajustar el diseño, como para integrar más variables de interés en el futuro.

El método de selección de la muestra del INFFS es innovador por el hecho de que es eficiente en costos y precisión, además no utiliza una estratificación previa por tipos de bosque como se realiza frecuentemente en inventarios de una sola medición<sup>7</sup>. La estratificación previa hace más eficiente este tipo de inventarios porque homogeniza la varianza dentro de cada estrato basado en tipos de bosque, sin embargo, para inventarios continuos o periódicos, como el INFFS, complica sustancialmente el cálculo, debido a que los bosques son estratos cuya superficie puede cambiar con el tiempo. Sin embargo, es de notar que el método sí toma en cuenta el área de bosque para determinar el número de muestras que se requieren para alcanzar la precisión deseada en cada ecozona o subpoblación, lo que permitirá producir información confiable por tipo de bosque, utilizando técnicas como la estratificación a posteriori y el análisis con múltiples fuentes, que combina información de sensores remotos.

#### 4.4.3. Diseño de muestreo

El diseño de un muestreo estadístico tiene como objetivo seleccionar las muestras que representan a cada subpoblación y en su conjunto a la población de interés. De esta forma el diseño de muestreo del INFFS es *“sistemático, espacialmente no alineado, distribuido en paneles con submuestras agrupadas en unidades de tamaño desigual”* (Minagri *et al.*, 2014). Se buscó el método más eficiente de distribución espacial de las unidades de muestreo para minimizar los costos y el error de estimación (McRoberts *et al.*, 2014).

En el proceso de configuración de las parcelas de medición y cálculo del tamaño de la muestra (Minagri, *et al.*, 2014), se describió el cálculo del tamaño de la muestra que se requiere para alcanzar las metas de precisión de cada subpoblación. El resultado de este cálculo se muestra en el Cuadro 6, donde cada subpoblación presenta diferente tamaño de muestreo influenciado por: i) las metas de precisión, ii) la variabilidad de los principales atributos, iii) la configuración de la parcela, iv) el área de bosque asignada para responder a las metas de precisión, v) la accesibilidad y vi) los costos de levantamiento de campo.

<sup>6</sup> Desarrollada conjuntamente con científicos del Servicio Forestal de Estados Unidos

<sup>7</sup> Esta herramienta forma parte del soporte tecnológico desarrollado por FAO dentro de la iniciativa Open Foris.



**Cuadro 6. Tamaño de la muestra por subpoblación y distancia promedio de las parcelas**

Ecozona	Total de UM	Tamaño de cuadrícula (km)
Selva baja	808	24
Hidromórfica	91	31
Selva alta accesible	288	20
Selva Alta de Dificil Acceso	101	34
Costa	460	19
Sierra	5545	8
<b>Total, población</b>	<b>7293</b>	

Fuente: FAO, 2014

El total de la muestra para es de 7293 unidades muestrales, la mayoría correspondientes a la Sierra. Esto es debido a que esta subpoblación registra bosques relictos y plantaciones forestales, que son bosques de poca superficie y distribución dispersa, por lo que, para capturarlos con la muestra, la grilla debe ser más intensa (8 km de lado).

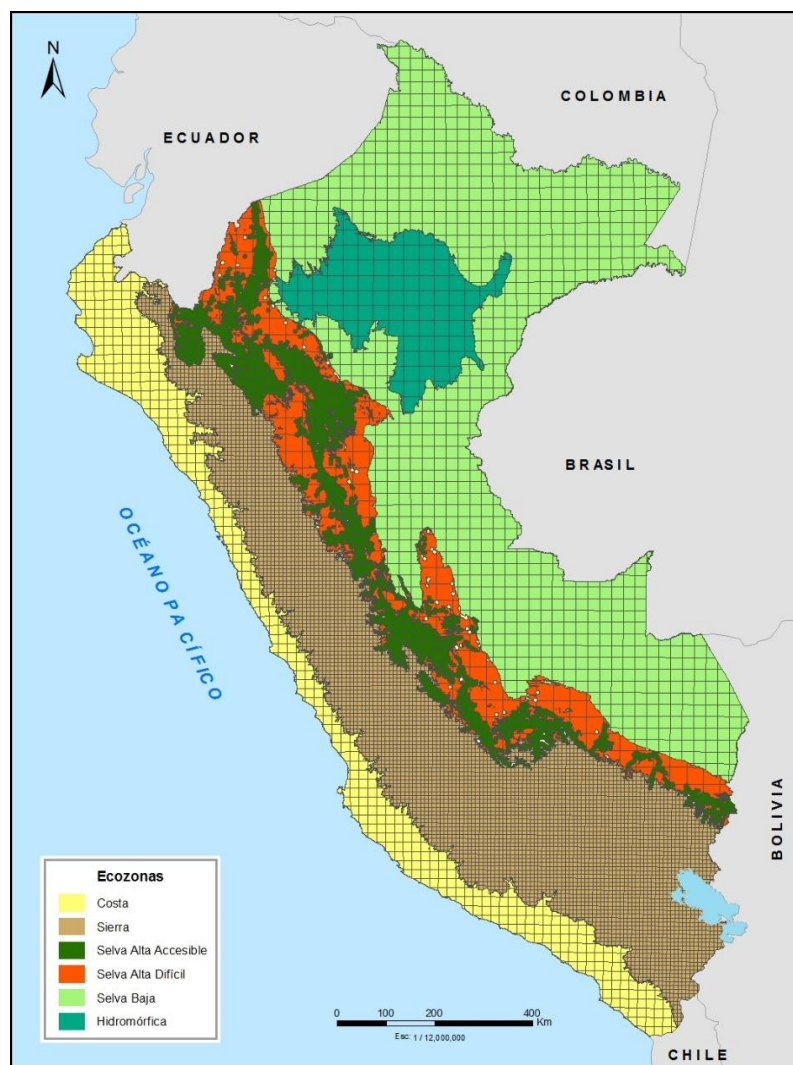
La superficie mínima de reporte presentada del Cuadro 6, se refiere al área mínima que es posible reportar a la meta de precisión fijada (desarrollado en el punto 4.4.1.) Para las ecozonas Hidromórfica, Costa, Sierra y Selva Alta de Dificil Acceso corresponde a la misma área de bosque estimada en el mapa de cobertura vegetal (Ministerio del Ambiente del Perú, 2015a). Para Selva Baja corresponde a la superficie de bosque de terrazas y para Selva Alta Accesible a la superficie estimada de bosques de montaña.

Una vez determinado el tamaño de la muestra, se procedió a la selección geográfica de los puntos de muestreo. El proceso desarrollado combina características de muestreo sistemático y muestreo al azar, comúnmente llamado muestreo sistemático no alineado. En cada subpoblación se construyeron cuadrículas como se muestra en la figura 5, cuyo tamaño depende del número de muestras necesarias en cada subpoblación (Cuadro 6). Para calcular la longitud de la cuadrícula se utilizó la siguiente fórmula:

$$d = \sqrt{a/n}$$

Donde:  $d$  = distancia o longitud de la cuadrícula  
 $a$  = área de la subpoblación  
 $n$  = número de muestras requeridas

**Figura 5. Cuadrículas del INFFS para la selección de muestras por subpoblación**



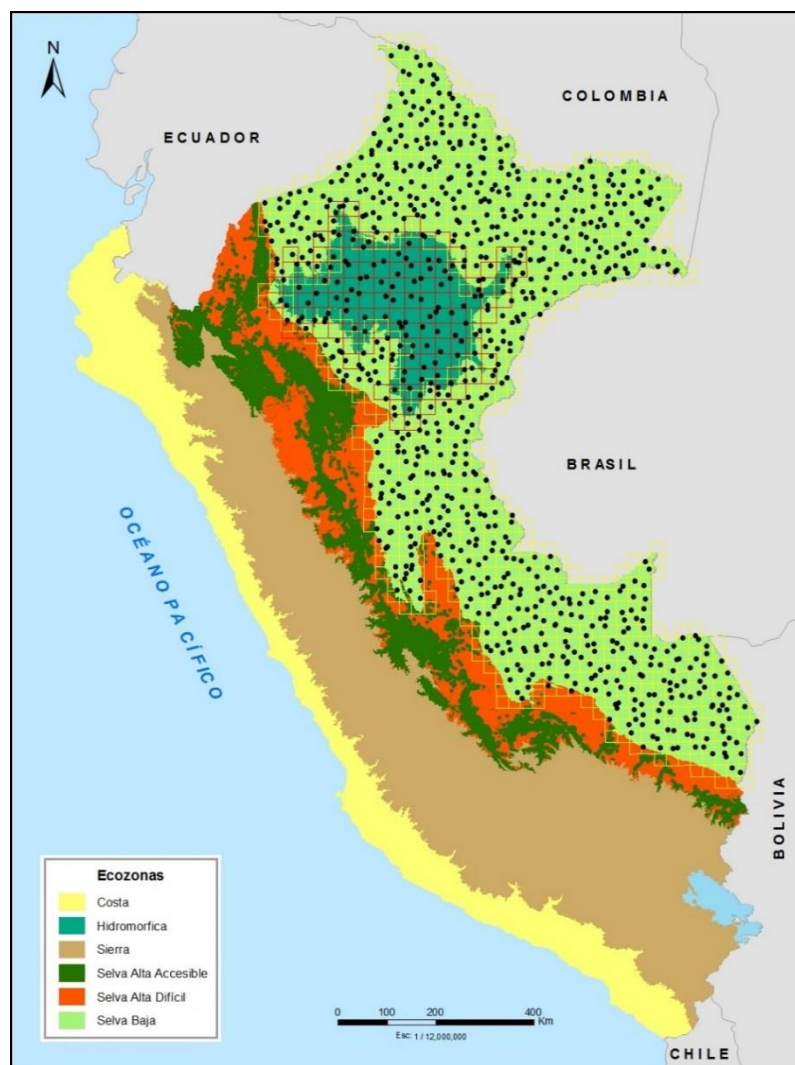
Fuente: FAO, 2014

Dentro de cada celda de la cuadrícula se seleccionó un punto al azar, como se muestra en la Figura 6.

La distribución de muestras final se muestra en la figura 7, donde cada punto representa el vértice o punto central de la parcela de medición. Las siguientes características del diseño responden a las condiciones establecidas en (Minagri *et al.*, 2014). Durante el Taller de criterios para la metodología y diseño del Inventario Nacional Forestal (Ramírez, 2012), se discutieron las siguientes opciones sobre la distribución temporal de la muestra para inventarios permanentes:

- Inventarios periódicos, existe un período de tiempo entre cada medición (ejemplo, cada 5 años).
- Inventario continuo, las mediciones son anuales a partir de una sub-muestra de la población (ejemplo, 20% cada año en un período de 5 años).

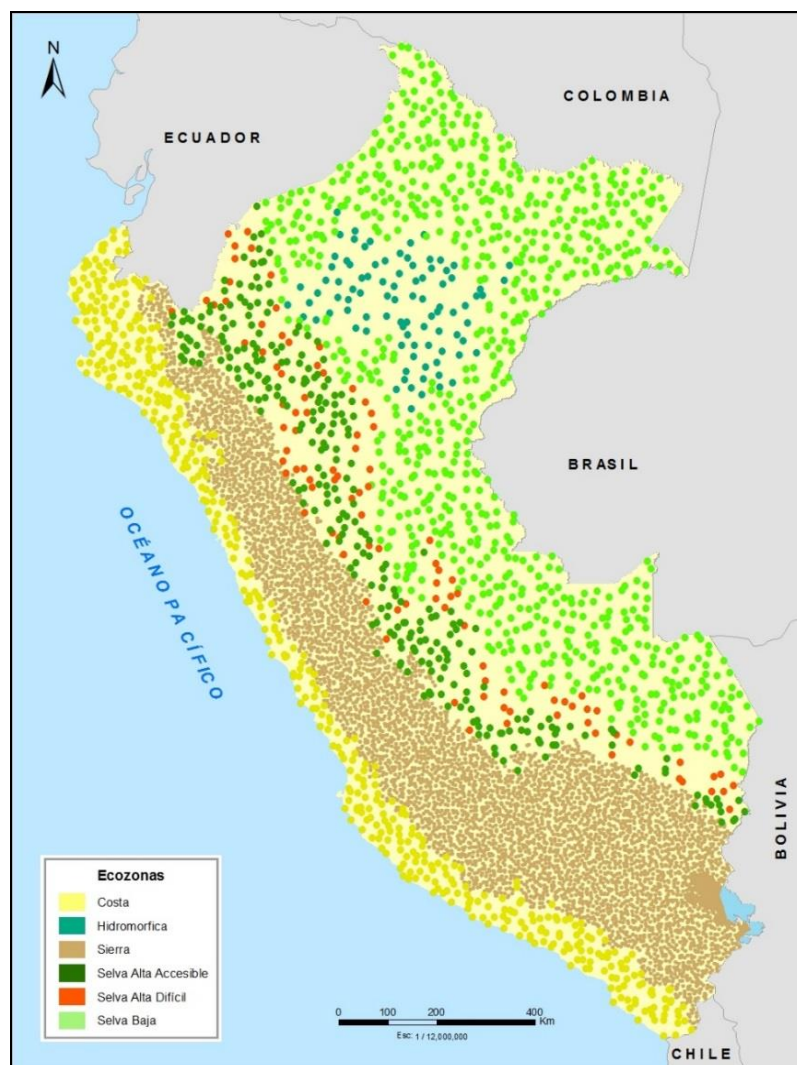
**Figura 6. Selección de muestra aleatoria dentro de cada cuadrícula**



Fuente: FAO, 2014

Para el INFFS se decidió por un inventario continuo porque facilita el proceso de institucionalización, la planificación de presupuesto, la construcción de capacidades, la permanencia del aprendizaje de los recursos humanos y facilidad de movilización de recursos económicos, logísticos y humanos. Los inventarios continuos son ejecutados en Austria, Finlandia, Francia, Suecia y Estados Unidos (Köhl y Scott, 1998), citado en Minagri *et al.*, (2014). Para inventarios continuos se deben construir paneles, que consisten en submuestras que pueden ser medidas de forma independiente y equivale a toda la población Czaplewski y Thompson (2009) citado en Minagri *et al.*, (2014). La selección o distribución de la submuestra en los paneles puede ser de dos formas (Pekkarinen, 2011), citado en Minagri *et al.*, (2014):

- Distribución según zonas o regiones.
- Distribución sistemática en todo el país.

**Figura 7. Ubicación de muestras del INFFS**

Fuente: FAO, 2014

La primera opción tiene la ventaja de facilitar la logística, pero tiene la desventaja que cada zona o región tiene que esperar cinco años para actualizar su información y un financiamiento incierto puede resultar en un inventario nacional incompleto. La segunda opción, al inicio es logísticamente más desafiante; sin embargo, se obtendrían datos nacionales desde el primer año facilita la institucionalización en regiones, porque continuamente se están realizando mediciones, por ende, también facilita la permanencia del aprendizaje a nivel regional.

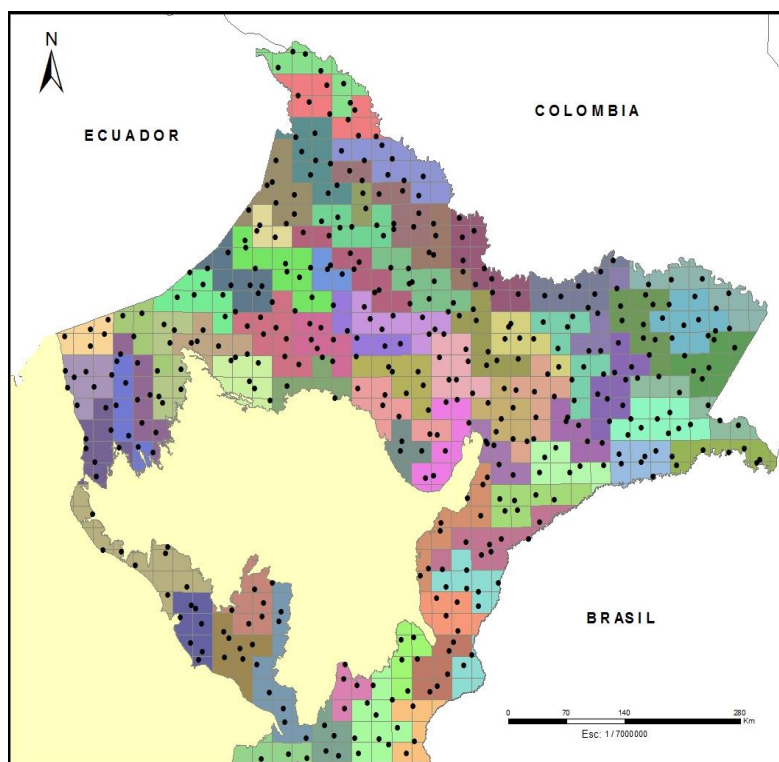
Para el INFFS se decidió por paneles con distribución sistemática de las submuestras. Cada panel tiene aproximadamente 20% de la muestra total en cada subpoblación. Se espera que un panel se mida cada año, por lo que un ciclo de levantamiento del INFFS sería de cinco años. La selección de submuestras de forma sistemática puede ser individual o en grupos.

La primera opción puede resultar logísticamente menos eficiente, especialmente en condiciones de difícil accesibilidad. Por esta razón para optimizar la formación de los paneles, se agruparon las unidades de muestreo con base en la planificación logística del trabajo de campo, de tal forma que cada grupo de parcelas se pueda medir en un viaje de una o dos brigadas en un mes laboral como tiempo máximo. Durante la

agrupación también se considera la homogeneización de la muestra según la presencia de bosque, es decir, en las zonas de borde de bosque y en zonas con bosques fragmentados. Para formar los grupos se utiliza información de las vías de accesos, delimitación de cuencas, fisiografía, hidrografía y presencia de bosque. En la

Figura 8 se muestra un ejemplo de la agrupación de parcelas para la subpoblación de Selva Baja en el departamento de Loreto.

**Figura 8. Ejemplo del agrupamiento de parcelas de medición en la ecozona de Selva Baja, Región Loreto.**



Fuente: FAO, 2014

El diseño de grupos de parcelas se comporta como un muestreo bi-etápico, donde los grupos son las unidades primarias y las parcelas de medición son las unidades secundarias. Por esta razón, durante los primeros cinco años de medición se deberá utilizar un estimador insesgado para submuestreo de unidades de tamaño desigual (Cochran, 1977). Durante los primeros paneles, los errores de muestreo serán más altos por tratarse de un porcentaje de la muestra. Sin embargo, en el transcurso de los cinco paneles, las precisiones de los datos irán mejorando y al finalizar el primer ciclo, este problema no existirá porque a partir de este momento se tendrá la muestra completa. Para construir los paneles se buscó una distribución homogénea de los grupos de parcelas en cada subpoblación (Figura N° 10).

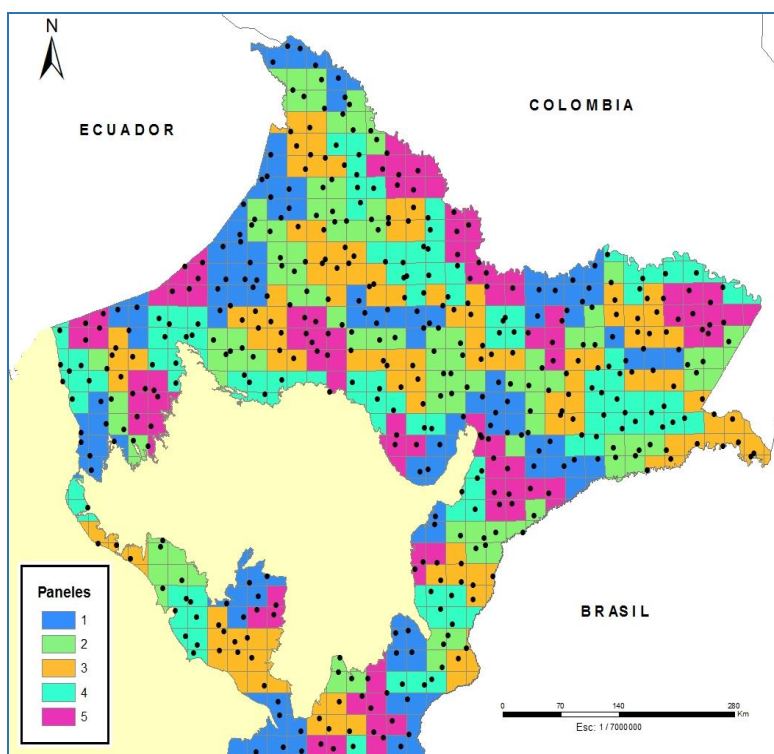
El diseño temporal y espacial seleccionado tiene ventajas logísticas y administrativas, ya que permite distribuir los costos totales del INFFS en cinco años. Por otro lado, la distribución sistemática de grupos de parcelas en todo el territorio, facilita el manejo de recursos humanos, además obliga a planificar actividades anualmente, además prevé la disponibilidad de información anual, ya que los datos estarían en actualización continua, a diferencia de los inventarios periódicos, donde se esperaría por cinco años para esta actualización.



Es importante notar que el diseño no utiliza una estratificación previa por tipos de bosque como ocurre con frecuencia en inventarios de una sola medición. En efecto, la estratificación previa hace más eficiente este tipo de inventarios porque homogeneiza la varianza dentro de cada estrato basado en tipos de bosque. Sin embargo, para inventarios continuos o periódicos, como en el caso del INFFS, complica sustancialmente el cálculo debido a que los bosques son estratos cuya superficie puede cambiar con el tiempo. No obstante, para mejorar el análisis de los datos, se recomienda utilizar técnicas como la estratificación a posteriori o el desarrollo de modelos geoestadísticos, el cual utiliza datos de varias fuentes (campo y sensores remotos).

Definido el número total de muestras, el siguiente paso fue el análisis de cobertura de las UM. En la etapa de diseño se había realizado un análisis rápido de bosque/no bosque para determinar el tamaño final de la muestra. Sin embargo, como parte del procedimiento de muestreo se realizó el análisis para establecer las UM a programar en comisiones de campo (“visitables”), utilizando una aplicación desarrollada en Google Earth<sup>8</sup>, donde se determinó que en 1855 UM al menos una subunidad (SUM) tiene alta probabilidad de estar ubicada en bosque (Figura 9), siendo este el número final de UM que serán medidas en el campo. En el Cuadro 7 se presenta la distribución de las UM a programar por ecozona.

**Figura 9. Ejemplo de la distribución de paneles para la ecozona de Selva Baja, Región Loreto**



Fuente: FAO, 2014

<sup>8</sup> Esta herramienta forma parte del soporte tecnológico desarrollado por FAO dentro de la iniciativa Open Foris.

**Cuadro 7. Número de unidades muestrales del INFFS a ser visitadas en campo**

Ecozona	Total de UM según diseño de muestreo	UM a programar ("visitables")
Selva baja	808	804
Hidromórfica	91	88
Selva alta accesible	288	261
Selva Alta de Dificil Acceso	101	101
Costa	460	112
Sierra	5545	489
<b>Total, población</b>	<b>7293</b>	<b>1855</b>

Fuente: FAO, 2014

#### 4.4.4. Toma de datos de campo

El levantamiento de información en campo se realiza por medio de unidades muestrales distribuidas sistemáticamente en la superficie del territorio nacional. Debido a las diversas condiciones de relieve del país, se determinaron 6 subpoblaciones de interés o ecozonas: Selva Baja, Selva Alta Accesible, Selva Alta de Dificil Acceso, Sierra, Costa e Hidromórfica.

Los inventarios forestales involucran principalmente la medición de árboles. Su enfoque permite evaluar el estado del bosque, la fauna silvestre y las comunidades cercanas al bosque. Las mediciones de campo se desarrollan a través de una muestra que se obtiene de un análisis de variabilidad y optimización de costos. Las parcelas de medición a ser visitadas se seleccionan mediante un estudio con imágenes satélite.

Para hacer frente a los altos costos que implica ejecutar una evaluación de campo con alta confiabilidad, se divide el total de parcelas del país en cinco partes llamadas paneles. Cada panel se medirá en un año y constituye una submuestra de toda la población, facilitando el manejo de recursos financieros para la medición y evaluación de cambios a lo largo del tiempo. La recopilación de datos en campo del INFFS se realiza en dos momentos, el primero durante el acceso a la parcela hasta el punto central o vértice de las parcelas. En este recorrido se recopila la siguiente información:

1. Datos sobre uso de la tierra, donde se describe la clase de uso actual y se colecta un punto de GPS, esta información se recopila para los análisis de cobertura mediante sensores remotos.
2. Datos sobre avistamientos y rastros de fauna silvestre.

El INFFS constituye un proceso permanente que implica actividades de diseño, planificación, ejecución, seguimiento y actualización periódica, a cargo del SERFOR, quien coordina con el MINAM, el SERNANP, los Gobiernos Regionales y otras instituciones públicas y privadas en las diferentes fases, de acuerdo con sus competencias, según corresponda. La Dirección de Inventario y Valoración tiene por mandato la ejecución del INFFS, que comprende las siguientes etapas:

- Planificación de la ejecución del INFFS: comprende el reconocimiento de la localización de la unidad muestral, la definición de la ruta para el acceso, el tiempo y el presupuesto que tendrá la meta de trabajo. En esta etapa es fundamental la participación de los Gobiernos Regionales. Antes de iniciar la recolección de datos en el campo, se debe contar con un mapa de ubicación de las parcelas de muestreo con los detalles que fueran pertinentes, de acuerdo a la relación indicada en la sección correspondiente (Elaboración de mapas).

- Socialización de las actividades del INFFS: consiste en la comunicación de las acciones planificadas a las autoridades regionales, locales y población *in situ* (comunidades nativas, comunidades campesinas, ribereños, pobladores locales) vinculadas al ámbito de las unidades muestrales, con el objetivo de contar con su respaldo para ingresar a hacer las evaluaciones de campo. En esta etapa también se verifica la pertinencia de la ruta de acceso elaborada durante la etapa de planificación y se recaban los datos personales de los principales contactos para facilitar el ingreso de las brigadas de campo.
- Capacitación: proceso que se organiza para lograr que el personal a cargo de las evaluaciones de campo adquiera destreza y conocimiento en la metodología del INFFS, que le permita realizar la toma de datos con mayor eficacia y asegurar la calidad de los datos. Por otro lado, las capacitaciones son realizadas a las brigadas conformadas por profesionales y personal contratado por la empresa ejecutora del Inventario. SERFOR como autoridad forestal socializa e instruye en el uso de las herramientas, equipos y formularios para el recojo de datos en campo. Las evaluaciones técnicas se realizan a los miembros de las brigadas.
- Levantamiento de datos: es la etapa donde se realiza la toma de datos en campo de las parcelas definidas en la etapa de planificación. Es necesario contar con formularios claros y sencillos para recolectar los datos de campo durante el inventario. Se requiere establecer una forma de evaluación con la finalidad de que los datos registrados en los formularios sean claros y correctos, las cuales son: El Inventario Nacional Forestal se han desarrollado dos libretas de campo: una conformada por 8 formularios (1-7 y 10) y otra con 2 formularios (8-9). Esta estructura responde a las necesidades de información y la secuencia lógica del trabajo de campo que se realiza. Asimismo, en esta etapa se efectúa el monitoreo socioeconómico mediante la encuesta *ad hoc* dirigida a algunos pobladores ubicados en las cercanías de las parcelas de muestreo. Los formularios previstos se listan en el Cuadro 8.
- Supervisión: en esta parte del proceso, la Dirección de Inventario y Valoración del SERFOR verifica el desempeño de las brigadas de campo a cargo del levantamiento de datos, involucra también el análisis de consistencia de los registros de campo. Este proceso busca mejorar la confiabilidad de los resultados informados por la Empresa contratista responsable del levantamiento de datos. Actualmente, la supervisión es realizada por el equipo de profesionales de la DIV.
- Procesamiento: consiste en la limpieza de datos, el cálculo de los indicadores y la estadística asociada.
- Análisis, interpretación y elaboración del informe: consiste en el análisis, interpretación y redacción del documento técnico correspondiente.
- Publicación y difusión: parte del proceso en el cual los informes de los resultados se presentan a las entidades nacionales y academia, centros de investigación y población en general. Los resultados también se incluyen en el módulo de inventarios del Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre – SNIFFS.

Adicionalmente a estas etapas se realiza el control de calidad que consiste en un conjunto de acciones que se realiza de manera transversal para asegurar la ejecución de los procesos a un nivel deseado de calidad.



Las brigadas realizan el levantamiento de datos en base a formularios establecidos y se definen reglas de validación y consistencia (Brigadas de Verificación de Hot Check, 10% en Brigadas de Verificación de Cold Check y 10% en Brigadas de Verificación de Blind check y estudios especiales); así como el seguimiento de los datos de los equipos de campo a través del control interno en las brigadas. Finalmente, la supervisión de las brigadas permite mejorar el registro de los datos en función a tiempos y costos, necesarios para verificar la Planificación del levantamiento de campo y para facilitar el ingreso de futuras mediciones incluye control interno de brigadas (forman parte la lista de chequeo de materiales y formularios) y las Visitas de verificación (Brigadas de Verificación Hot, Cold y Blind Check).

**Cuadro 8. Descripción de formularios de campo para el levantamiento del INFFS**

Formulario	Descripción
1	Bitácora de acceso a la parcela: Se describen los hitos principales de acceso al punto de inicio de la parcela
2	Ubicación de la parcela: Se dan referencias de ubicación del punto central y marca permanente. Se describen además las categorías de uso de la tierra
3	Estado de uso actual de la tierra: Se registran datos acerca del estado y cambio de uso de la tierra y perturbaciones a la vegetación. También, se describen la estructura y sucesión del bosque
4	UR1 Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones: Para las subparcelas 1, 3, 5, 7 y 9: Se anotan los parámetros dasométricos de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, con DAP mayor o igual a 10 cm. Se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques. Para las subparcelas 2, 4, 6, 8 y 10: Se anotan los parámetros dasométricos de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, con DAP mayor o igual a 30 cm de DAP. También se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques Para todas las parcelas: Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones: Se anotan los parámetros dasométricos y condiciones de los árboles vivos, muertos en pie y tocones, mayores a 10 cm de DAP. Se grafica el área efectiva de medición, en caso de no estar cubierta íntegramente por bosques
5	Latizales: Se anota el conteo por especie de los individuos con DAP menor a 10 cm y altura menor a 3 m
6	Brinzales: Se anota el conteo por especie de los individuos con altura de 1 a 3 m
7	Miembros de la brigada: Se anotan los datos correspondientes a todos los miembros que conformaron la brigada, en las distintas posiciones que ocupan en ella Personas de contacto: Se anotan los datos correspondientes a todas las personas que fueron contactadas para el acceso a la parcela
8	Registro de fauna: Se registra evidencias de fauna silvestre, asociadas a la categoría de uso de la tierra donde sean avistadas
9	Registro de pendientes: Se anota la caracterización del relieve de la línea eje de la parcela, en sentido norte y este, en términos de pendiente por tramo (se sugiere cada 5m)
10	Lista de chequeo de Control Interno de Brigadas

Fuente: SERFOR, 2019

#### 4.4.5. Incertidumbre estadística esperada de las principales variables

Para el cálculo de las incertidumbres se requiere de estimaciones de la varianza de los parámetros evaluados. Las incertidumbres son usadas para construir intervalos de confianza y se presentan generalmente como un porcentaje respecto del parámetro evaluado. Como los intervalos construidos son simétricos, es decir, la diferencia entre el límite superior y el parámetro estimado es igual a la diferencia entre el límite inferior y el parámetro estimado, se puede calcular la incertidumbre a partir de la fórmula:

$$I = (LS - \hat{O}) * 100$$

Donde: **I**: Incertidumbre

**LS**: Es el límite superior del intervalo de confianza

**Ô**: Es la estimación del parámetro evaluado

Para inventarios forestales el cálculo de la incertidumbre se realiza generalmente usando un nivel de confianza estadístico de 95%. En tal sentido, el 95% de las estimaciones de los límites inferior y superior del intervalo de confianza contendrán al verdadero valor del parámetro estimado.

El GTA, para el diseño de la muestra, estableció las incertidumbres para las distintas variables a calcular por ecozonas, que se presentan en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Estimación de la incertidumbre esperada para las distintas variables del inventario nacional forestal y de fauna silvestre**

Variables	Costa	Sierra	Selva Baja	Selva Alta Accesible	Selva Alta de Difícil Acceso	Hidro-mórfica
Densidad de árboles/ha*	10.7%	10.7%	3.3%	7.1%	9.6%	10.0%
Área basal/ha*	12.0%	12.0%	3.8%	8.3%	11.6%	12.0%
Volumen/ha*	10.9%	10.9%	3.3%	7.3%	10.1%	10.4%
Densidad de fustales/ha**	17.7%	17.7%	5.8%	10.5%	17.5%	17.2%
Latizales/ha***	15.6%	15.6%	5.2%	10.5%	14.0%	14.3%
Brinzales/ha****	16.9%	16.9%	6.0%	12.1%	18.1%	18.4%

\* Árboles ≥10 cm dap (Costa y Sierra), ≥30 cm dap (Selva Baja, SA Accesible, SA Difícil e hidromórfica)

\*\* Fustales 5≤dap<10 cm dap (Costa y Sierra), 10≤dap<30 cm dap (Selva Baja, SA Accesible, SA Difícil e hidromórfica)

\*\*\* Latizales <5 cm diámetro a 30 cm del suelo, 1 - <3 m altura total (Costa y Sierra), <10 cm dap y >3 m de altura total (Selva Baja, SA Accesible, SA Difícil e Hidromórfica)

\*\*\*\* Brinzales 0.3 – 1 m de altura total (Costa y Sierra), 1 – 3 m de altura total (Selva Baja, SA Accesible, SA Difícil e Hidromórfica)

Fuente: Barrena *et al.* (2013)

#### 4.4.6. Cálculo de la varianza en el muestreo bi-etápico

Como se mencionó líneas arriba, el INFFS tiene la particularidad de un inventario continuo que se ejecutará a través de etapas llamadas paneles, de tal manera que las unidades muestrales que se registren durante los primeros cuatro paneles serán agrupadas en clústeres y serán procesadas considerando una varianza bi-etápico cuya ecuación es la siguiente:

$$V(\hat{Y}_{SUUS}) = \frac{N^2(1-f_1)}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - \hat{Y})^2}{n-1} + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n \frac{M_i^2(1-f_{2i})s_{2i}^2}{m_i}$$

Donde:

- $V$  : Varianza bi-etápica
- $\hat{Y}$  : Estimado del total de la población
- $N$  : Número total de clústeres en la población
- $f_1$  : Factor de corrección (FCPF) para poblaciones finitas de la muestra de zonas
- $\hat{Y}_i$  : Total estimado de clúster i
- $\hat{Y}$  : Media estimada de los totales de los clústeres
- $n$  : Número de clústeres en la muestra
- $M_i$  : Área de clúster i
- $f_2$  : FCPF para la muestra de parcelas
- $s_i$  : Varianza estimada de clúster i

#### 4.4.7 Procesamiento y análisis de datos

Los datos colectados en formularios en papel son digitados en Open Foris Collect, software que es un conjunto de herramientas de código abierto desarrollada por la FAO, que permite configurar encuestas con una interfaz fácil de usar. Su diseño permite manejar múltiples tipos de datos y reglas de validación complejas; asimismo, facilita la recopilación, el análisis y la generación de informes flexibles y eficientes.

Posteriormente, se realiza la limpieza y análisis de consistencia de datos colectados basados en la tolerancia a parámetros validados. La limpieza consiste en la identificación de datos vacíos, valores extremos, inconsistencias y datos que escapen a los rangos establecidos, así como registros que no cumplan con las reglas de validación y consistencia; como parte de ello se podrán completar los datos faltantes y se realizarán cálculos de indicadores para consultas posteriores.

Luego de contar con la base de datos limpios, se realiza el cálculo de variables o indicadores. En el caso de Potencial maderable (en términos de volumen por hectárea), este se califica utilizando la categorización propuesta por ONERN (1975) (Cuadro 10). Cabe destacar que estas categorías no discriminan grupos comerciales de la madera.

**Cuadro 10. Categorías de potencial forestal**

Categorías	Potencial	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)
I	Excelente	> de 150
II	Muy bueno	149.9-120
III	Bueno	119.9-90
IV	Regular	89.9-60
V	Pobre	< de 60

Fuente: ONERN (1975)

Para el caso de las ecozonas Selva Alta Accesible, Selva Alta de difícil acceso, Selva Baja e Hidromórfica, se agruparon las especies maderables según su potencial comercial de acuerdo con la escala propuesta por la Dirección Ejecutiva de Forestal y Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Loreto, criterio que fue empleado para categorizar las especies maderables del inventario de los Bosques de Producción Permanente de las zonas 7 y 8 de Loreto (Minagri & Serfor, 2015). Dichas categorías son: a) especies con potencial mercado de exportación, b) especies con potencial mercado nacional, c) especies con potencial mercado regional, y, d) especies sin demanda comercial. La conformación de estas categorías se presentan en el Anexo VII.

#### 4.4.8. Variables por calcular

Las variables por calcular son las siguientes:

##### a. Número de árboles por hectárea y clases diamétricas

Esta variable mostrará el comportamiento de la curva de distribución incluyendo los individuos fustales y árboles de cada ecozona.

##### ***Ecozonas Costa y Sierra***

Para los bosques de Costa y Sierra se debe calcular el número de árboles mayores de 5 cm dap por clases diamétricas. En este caso, la primera clase diamétrica es la de fustales (desde 5 cm hasta 9.9 cm de dap); la amplitud de las clases es de 10 cm, siendo la máxima clase diamétrica dependiente del diámetro máximo de los árboles registrados en cada ecozona.

##### ***Ecozonas Selva Baja, Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso***

Se debe calcular el número de árboles mayores de 10 cm dap por cada clase diamétrica, con amplitud de 10 cm por clase. Las clases de 10 a 19.9 cm y 20 a 29.9 corresponden a los fustales.

##### b. Índice Valor de Importancia (IVI)

$$IVI = \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa} + \text{dominancia relativa}$$

Cada una de las variables del IVI debe calcularse tanto para el estrato árboles como para fustales. Este análisis debe hacerse para las especies y familias existentes en cada ecozona.

##### ***Densidad Relativa***

Según Curtis y McIntosh (1950, 1951), citado en Nebel et al. (2000) y Lamprecht (1990) la densidad relativa se calcula con la siguiente fórmula:

$$Dr\% = \left( \frac{ni}{N} \right) \times 100$$

Donde: *Dr* : Densidad relativa

*ni* : Número de individuos de la *i*ésima especie

*N* : Número de individuos totales en la muestra

### **Frecuencia Relativa**

Según Curtis y McIntosh (1950, 1951), citados en Lamprecht (1990), la frecuencia absoluta y relativa se calcula de acuerdo con el siguiente procedimiento:

$$FrA = \left( \frac{Fi}{Ft} \right) \times 100$$

Donde: *FrA* : Frecuencia absoluta  
*Fi* : Número de UM en que la especie i está presente  
*Ft* : Número total de UM

Consecuentemente, la frecuencia relativa se calculará de la siguiente manera:

$$Fr\% = \left( \frac{FrAni}{FrAT} \right) \times 100$$

Donde: *Fr* : Frecuencia relativa  
*FrAni* : Frecuencia absoluta de la iésima especie  
*FrAT* : Total de las frecuencias en el muestreo

Para la frecuencia relativa por especie se aplicará la siguiente fórmula:

Frecuencia Relativa =  $\frac{\text{número de UM que contienen a la especie}}{\text{UM para todas las especies de la muestra}} \times 100$

### **Dominancia Relativa**

Según Curtis y McIntosh (1950, 1951), citados en Lamprecht (1990) la dominancia absoluta y relativa se calcula de acuerdo con el siguiente procedimiento:

$$Da = \frac{Gi}{Gt}$$

Donde: *Da* : Dominancia absoluta  
*Gi* : Área basal en m<sup>2</sup> para la iésima especie  
*Gt* : Área basal en m<sup>2</sup> de todas las especies

Consecuentemente, la dominancia relativa se calculará de la siguiente manera:

$$Dr\% = \left( \frac{DaS}{DaT} \right) \times 100$$

Donde: *Dr* : Dominancia relativa  
*DaS* : Dominancia absoluta de una especie  
*DaT* : Dominancia absoluta de todas las especies

Para la dominancia relativa por especie se aplicará la siguiente fórmula:

Dominancia Relativa =  $\frac{\text{área basal de la especie}}{\text{área basal total de la muestra}} \times 100$

### c. Composición florística

#### ***Diversidad alfa ( $\alpha$ ) (riqueza)***

Es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel “local” (Villarreal, *et al.* 2006).

En términos simples la diversidad alfa expresa el número total de especies presentes en un determinado lugar, sin tomar en cuenta el valor de importancia o abundancia de estas. Existen varios índices para medir la diversidad alfa, en este estudio solo se tuvo en cuenta los que se relacionan con los objetivos del INFFS.

Los índices de diversidad alfa se calcularon para cada ecozona siguiendo la misma base diamétrica utilizada para calcular el número de árboles por cada ecozona.

El análisis de este índice se realizó por cada unidad muestral al interior de cada ecozona.

#### ***Índice de Shannon Wiener***

El Índice de Shannon – Wiener expresa la diversidad de especies en un determinado hábitat mostrando sensibilidad al cambio en el número de especies (Villarreal *et al.* 2006). Estudios analizados con este índice presentan valores entre 0.5 y 5, aunque su valor normal está entre 1.5 y 3.5; valores inferiores a 1.5 se consideran bajos y superiores a 3.5 son altos. No tiene límite superior, en todo caso lo da la base del logaritmo que se utilice. Gentry (1995) en los trabajos que realizó, analizó sus datos con  $\log_2$ ; el presente estudio fue analizado con logaritmo natural –  $\ln$ , tal como se usa actualmente. Al respecto, Condit *et al.* (1996) señalan que este índice de diversidad captura de mejor manera las diferencias de diversidad y riqueza de especies en muestras pequeñas, pese a ser independientes del tamaño de la muestra.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:  $H'$  : Índice de Shannon Wiener  
 $p_i$  : Abundancia relativa de cada especie  
 $\ln$  : Logaritmo natural o neperiano

#### ***Índice de equidad Pielou ( $J'$ )***

Basado en el índice de diversidad de Shannon–Wiener, la división entre  $\ln(S)$  intenta compensar el efecto de la riqueza de especies. La equidad mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada (Villarreal *et al.* 2006). Su valor va de 0 a 1, de forma que “1” corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J' = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:  $J'$  : Índice de equidad de Pielou.

$H'$  : Índice de Shannon-Wiener.  
 $\ln$  : logaritmo natural o neperiano  
 $S$  : Riqueza de especies.

Al igual que el índice de Shannon Wiener, el Índice de Equidad Pielou se analizó por cada unidad muestral al interior de cada ecozona.

### **Diversidad Beta ( $\beta$ ) (similaridad)**

El grado de recambio de especies (diversidad beta), ha sido evaluado principalmente teniendo en cuenta proporciones o diferencias. Las proporciones pueden evaluarse con ayuda de índices, así como de coeficientes que nos indican qué tan similares/disímiles son dos comunidades o muestras. Muchas de estas similitudes y diferencias también se pueden expresar o visualizar por medio de distancias. Estas similitudes o diferencias pueden ser tanto de índole cualitativa (utilizando datos de presencia-ausencia) como de carácter cuantitativo (utilizando datos de abundancia proporcional de cada especie o grupo de estudio; por ejemplo: número de individuos, biomasa, densidad relativa, cobertura, etc.) (Villareal *et al.* 2006).

El Índice de Diversidad Beta se analizó por cada unidad muestral al interior de cada ecozona. Para estimar la similaridad entre unidades muestrales con respecto a la composición florística optamos por el carácter cualitativo, usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et al.* (2000).

### **Coeficiente de similitud de Jaccard ( $I_j$ )**

Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas.

El coeficiente de Jaccard expresa el grado en que las dos muestras son semejantes por las especies presentes en ellas. Da igual peso a todas las especies sin importar su abundancia y por ende da importancia incluso a las especies más raras (Villareal *et al.* 2006). En nuestro caso se ha utilizado este índice para ser mostrado a través de una cladograma, de tal manera que no se recurrirá al calcular por su fórmula.

### **Coeficiente de Sørensen (coeficiente de similitud - cualitativo) o de Czekanowski ( $I_s$ )**

Relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios.

El coeficiente de Sørensen relaciona la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales. Al igual que el Coeficiente de Jaccard, el intervalo de valores para este coeficiente va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1 cuando los sitios tienen la misma composición de especies (Magurran, 2004), es decir, que son similares, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_s = \frac{2c}{a+b} * 100$$

Donde:  $a$  : Número de especies en el sitio A  
 $b$  : Número de especies en el sitio B  
 $c$  : Número de especies presentes en ambos sitios A y B, es decir, que están compartidas

#### d. Área Basal

Se calcula mediante la siguiente fórmula, para cualquier individuo en cualquier ecozona:

$$AB = \frac{\pi}{4} \times dap^2$$

Donde:  $AB$ : Área basal del tallo  
 $dap$ : Diámetro a la altura del pecho o diámetro a 1.30 m del suelo.  
 $\pi$  : Pi (3.1416)

Al igual que la variable número de árboles, el área basal se presentará por clase diamétrica.

#### e. Volumen Maderable

Al igual que las otras variables dasométricas, el volumen maderable se calculará para los árboles vivos, y se presentará por clase diamétrica.

Para el cálculo del volumen comercial, se utilizará la fórmula referida en el Manual Base de Bosques de Producción Permanente, teniendo en cuenta las particularidades de la conformación de los árboles.

$$V = \frac{\pi}{4} \times dap^2 \times Hf \times ff$$

Donde:  $V$ : Volumen comercial (m3)  
 $dap$ : Diámetro a la altura del pecho (metros)  
 $Hf$ : Longitud del fuste, similar a altura de fuste o comercial. Para arbustos, es la longitud de la rama (en metros).  
 $ff$ : Para las ecozonas Costa y Sierra se consideró el factor de forma 0.70. Para las demás ecozonas se aplica el valor 0.65.  
 $\pi$  : Pi (3.1416)



## V. RESULTADOS

Los resultados se presentan de acuerdo a tres ejes temáticos: Estado del Bosque, Biomasa y Carbono y Fauna Silvestre.

Asimismo, cada eje temático presenta su desarrollo por ecozona (Costa, Sierra, Selva Alta Accesible, Selva alta de difícil acceso, Selva Baja e Hidromórfica).

Por la particularidad de cada componente, se presenta su propio análisis, conclusiones y bibliografía consultada.



## **5.1 ESTADO DEL BOSQUE**



## ECOZONA COSTA

### 5.1.1. Composición florística

#### 5.1.1.1. Composición a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos en 28 unidades muestrales 1094 individuos  $\geq 5$  cm dap, correspondiendo 959 a individuos vivos, 107 a individuos muertos en pie y 28 individuos a tocones.

En el caso de los individuos vivos mayores o iguales de 5 cm dap, se ha reportado 24 familias identificadas (promedio 4.35 por unidad muestral), 44 géneros (5.5 géneros por unidad muestral) y 53 a nivel de especie (5.71 especies por unidad muestral) (Cuadro 11).

Los individuos vivos del estrato fustal corresponden a 23 familias botánicas diferentes (promedio de 3.39 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 37 géneros (promedio de 3.96 por unidad muestral) y 44 a nivel de especies (promedio de 4.25 por unidad muestral) (cuadro N° 12).

En el estrato arbóreo ( $\geq 10$  cm dap) fueron registrados 422 individuos, correspondiendo 355 a individuos vivos, 48 a individuos muertos en pie y 19 individuos a tocones.

Los individuos vivos del estrato arbóreo corresponden a 19 familias botánicas diferentes identificadas (promedio de 2.89 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 34 géneros (promedio de 3.46 por unidad muestral) y 39 a nivel de especies (promedio de 3.50 por unidad muestral).

**Cuadro 11. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontrados en 28 unidades muestrales del bosque de la ecozona Costa.**

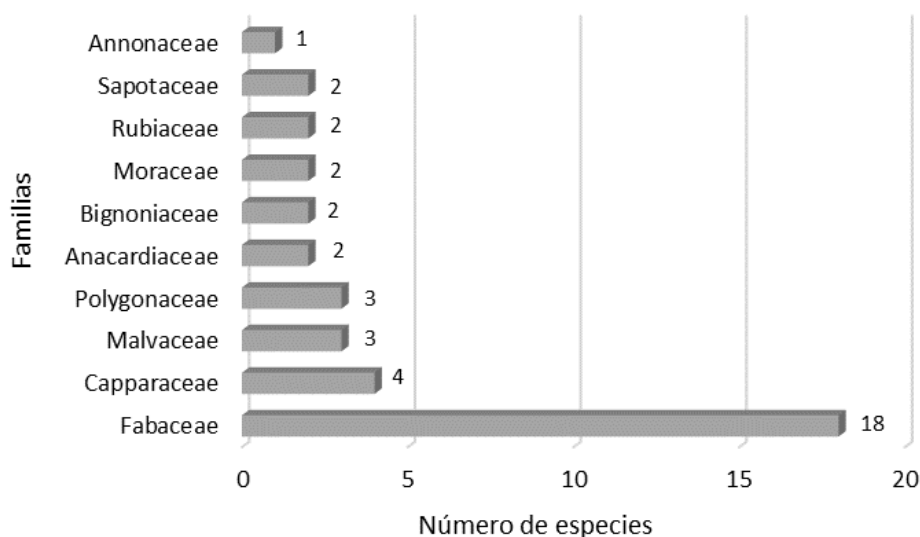
Variables	Total	Promedio	Desv. Estándar
<b>N° de Familias</b>			
( $05 \leq \text{dap} < 10$ cm)	23	3.39	2.42
( $\geq 10$ cm dap)	19	2.89	2.42
Sub total	24	4.35	2.98
<b>N° de Géneros</b>			
( $05 \leq \text{dap} < 10$ cm)	37	3.96	3.04
( $\geq 10$ cm dap)	34	3.46	3.21
Sub total	44	5.50	4.33
<b>N° de Especies en general</b>			
( $05 \leq \text{dap} < 10$ cm)	44	4.25	3.21
( $\geq 10$ cm dap)	39	3.50	3.23
Sub total	53	5.71	4.49

Las diez primeras familias con mayor número de especies  $\geq 5$  cm dap en las 28 unidades muestrales fueron: Fabaceae (18 especies), Capparaceae (4 especies), Malvaceae y Polygoniaceae (3 especies cada una), Anacardiaceae, Bignoniaceae,

Moraceae, Rubiaceae y Sapotaceae (2 especies cada una), el resto de las familias cuenta con menos de una especie cada una (Figura 10).

Las especies más abundantes cuyos diámetros son superiores de 5 cm de dap fueron *Bursera graveolens* (196 individuos), *Cordia lutea* (109 especies), *Loxopterygium huasango* (77 especies), *Prosopis pallida* (70 especies), *Caesalpinia paipai* (63 especies) y *Capparis scabrida* (62 especies).

**Figura 10. Diez primeras familias con mayor número de especies**



### 5.1.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

#### 5.1.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa, calculada con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 5$  cm dap, muestra valor de 2.94, considerado como normal para las condiciones de bosque de la ecozona Costa. Independientemente en cada UM, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la UM 669 alcanzó 2.294, siendo el mayor y el más diverso de las 28 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.894.

La UM 600 cuenta con Índice de Shannon Wiener de 2.293, siendo la segunda más diversa, con una equidad más alta de 0.923. En la UM 629 el valor de la equidad fue mayor (0.994) y la diversidad (1.378); aunque la diversidad no es alta, se puede notar alto valor de equidad, lo que nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta UM. Las UM 542, 554, 556, 565, 613 y 655 poseen índices de diversidad y de equidad de 0 cada una, siendo éstas menos diversas y con menor distribución de especies (Cuadro 12).

La diversidad Alfa de las 28 UM, calculado con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 5$  cm dap, refleja el comportamiento de las parcelas a través de la línea que indica la normalidad de los datos y la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo

exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal.

**Cuadro 12. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou de 28 unidades muestrales**

UM	S	$H'$	$J'$	UM	S	$H'$	$J'$
501	2	0.500	0.722	599	11	1.869	0.779
502	6	1.209	0.675	600	12	2.293	0.923
538	5	0.859	0.534	613	0	0.000	0.000
539	9	1.818	0.827	625	4	1.259	0.908
542	1	0.000	0.000	628	5	1.310	0.814
553	2	0.530	0.764	629	4	1.378	0.994
554	1	0.000	0.000	630	6	1.421	0.793
556	1	0.000	0.000	647	5	1.438	0.893
558	5	1.351	0.839	648	5	1.204	0.748
565	1	0.000	0.000	655	1	0.000	0.000
567	8	1.578	0.759	663	12	2.158	0.869
568	6	1.222	0.682	664	16	2.213	0.798
593	2	0.410	0.592	669	13	2.294	0.894
594	2	0.693	1.000	672	13	1.919	0.748
<b>Total</b>				<b>158</b>	<b>2.943</b>	<b>0.741</b>	

*UM: Unidad muestral*

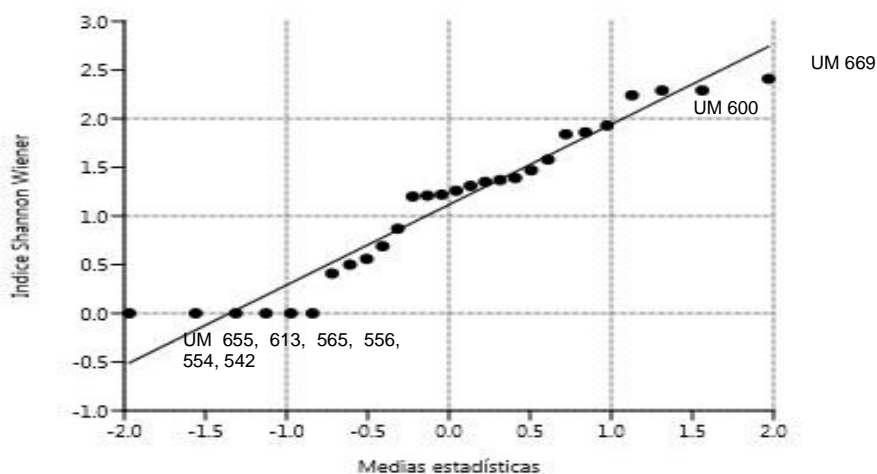
*$H'$ : Índice de Diversidad Shannon Wiener*

*S: Número de especies*

*$J'$ : Equidad de Pielou*

A partir de los valores presentados en el Cuadro 12 se puede observar que las unidades muestrales CO-542, 554, 556, 565, 613 y 655 tienen valores bajos (0, cada una en índice de Shannon – Wiener), lo cual puede interpretarse como inusual respecto a la mayoría de las unidades muestrales. Este comportamiento es evidenciado en la figura 11, en donde se observa que estas unidades muestrales están en la parte baja de la línea oblicua.

**Figura 11. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



#### 5.1.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

La similitud entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et. al.* (2000).

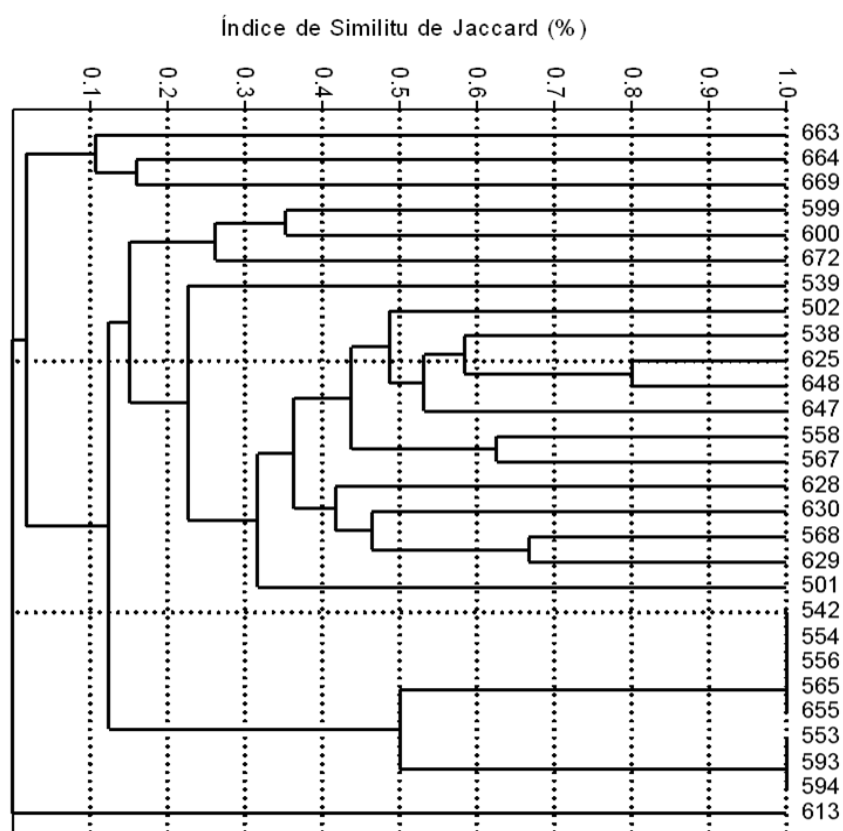
Ambos índices fueron estimados para individuos  $\geq 5$  cm dap, y permite identificar las semejanzas existentes entre las UM, a partir de datos cualitativos (presencia o ausencia de especies) cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

La mayor similitud, calculada en función al índice de Sørensen, se reportó entre las UM 542-554, 542-556, 542-565, 542-655, 554-556, 554-565, 553-593, 553-594, 554-655, 556-565, 565-655, 593-594 y 556-655 con 100% de similitud, todas con una especie compartida (según se aprecia en la tabla 11 del anexo I). La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (figura 12).



**Figura 12. Similitud de especies entre las 28 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales



## 5.1.2. Estructura del bosque

### 5.1.2.1. Estructura horizontal

La estructura horizontal de los árboles del bosque de la ecozona Costa, refleja mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores.

En total se contó hasta 120.69 árboles por hectárea, correspondiendo 45.51 árboles al estrato fustal y 75.17 al estrato arbóreo. Las 10 primeras especies representan 76.67% del total de individuos, las especies del estrato fustal aportan 37.70% y las especies del estrato arbóreo contribuyen con 62.29% (cuadro 13). Asimismo, al interior del estrato fustal ( $5 \leq dap < 10$ ), las especies *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Tabebuia* sp. aportan juntos más de 51.78% del total reportado en este estrato. A nivel del estrato arbóreo ( $10 \leq dap$ ) destacan las especies *Bursera graveolens*, *Loxopterygium husango*, *Caesalpinia paipai* y *Cochlospermum vitifolium* que contribuyen con algo más de 53%.

La lista detallada del número de árboles por hectárea para cada una de las especies y clases diamétricas se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo I.

**Cuadro 13. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

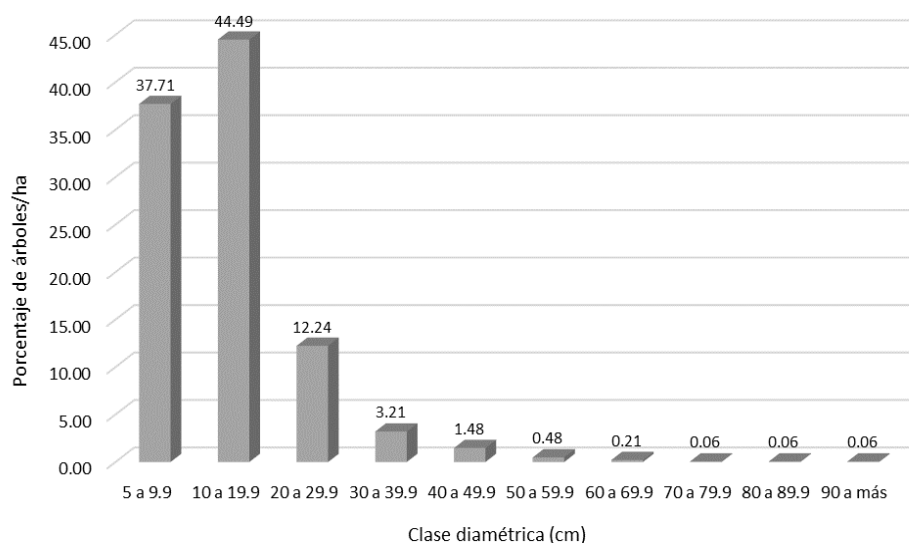
Especie	Número de árboles/ha por clase diamétrica										Total	Número de árboles/ha por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Bursera graveolens</i>	4.517	17.707	2.134	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	24.446	4.517	19.929
<i>Cordia lutea</i>	13.068	3.369	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.437	13.068	3.369
<i>Tabebuia sp.</i>	5.984	2.526	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.705	5.984	2.720
<i>Caesalpinia paipai</i>	2.143	4.100	1.752	0.411	0.162	0.000	0.000	0.000	0.074	0.000	8.642	2.143	6.499
<i>Loxopterygium huasango</i>	1.268	3.118	2.396	0.669	0.484	0.315	0.258	0.000	0.000	0.000	8.509	1.268	7.241
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.662	3.452	2.315	0.194	0.298	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.922	0.662	6.260
<i>Prosopis sp.</i>	3.528	2.154	0.906	0.188	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.839	3.528	3.311
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.000	1.471	1.286	1.124	0.499	0.074	0.000	0.000	0.000	0.000	4.455	0.000	4.455
<i>Capparis scabrida</i>	1.861	0.912	1.057	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.896	1.861	2.035
<i>Capparis crotonoides</i>	2.120	1.397	0.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.690	2.120	1.570
Demás especies*	10.362	12.901	1.972	1.131	0.276	0.194	0.000	0.074	0.000	0.074	26.985	10.362	16.623
Otros**	0.000	0.583	0.583	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.166	0.000	1.166
<b>Total general</b>	<b>45.512</b>	<b>53.690</b>	<b>14.769</b>	<b>3.871</b>	<b>1.782</b>	<b>0.584</b>	<b>0.258</b>	<b>0.074</b>	<b>0.074</b>	<b>0.074</b>	<b>120.690</b>	<b>45.512</b>	<b>75.178</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En la Figura 13 se presenta la distribución diamétrica del número de árboles hectárea  $\geq 5$  cm dap, expresado en porcentaje; se observa que la distribución configura la típica “J” invertida.

En las clases diamétricas de 5-9.90 cm sobresalen las especies *Cordia lutea*, *Tabebuia* spp. y *Bursera graveolens*. En la clase diamétrica entre 10-19.9 destacan *Bursera graveolens* y *Caesalpinia paipai*. En la clase diamétrica de 20-29.9 cm sobresalen *Bursera graveolens*, *Cochlospermum vitifolium* además de *Loxopterygium huasango*. En las clases diamétricas superiores a 30 cm dap no existen especies que destaquen; sin embargo, se observa la presencia continua de las especies *Prosopis sp.*, *Eriotheca ruizii* *Cochlospermum vitifolium* y *Loxopterygium huasango* entre las clases diamétricas de 5 a 60 cm, lo que evidencia buena estructura diamétrica de estas especies.

**Figura 13. Distribución diamétrica de árboles por hectárea expresado en porcentaje, en la ecozona Costa**

El análisis individualizado de la distribución por clases diamétricas de las principales especies comerciales como *Tabebuia* sp. revela la ausencia de individuos a partir de la clase diamétrica superior a 25 cm dap, debido a la extracción selectiva de esta especie con fines comerciales.

Otra especie prácticamente extinta es *Bursera graveolens* ya que no se observan individuos a partir de 35 cm de dap, debido probablemente al uso del material leñoso en chamanería y sobre todo como leña; sin embargo, cuenta con un considerable número de individuos en las clases diamétricas inferiores que garantiza su sostenibilidad natural.

Con respecto a *Cordia lutea*, solo se ha observado individuos en las clases diamétricas dentro del rango de 5-19.9 cm dap. Esta especie se desarrolla en los bosques de la llanura costera y son intensamente aprovechados con fines no maderables; adicionalmente, *Loxopterygium huasango* es ampliamente utilizada como construcción de casas, muebles, instrumentos de trabajo, entre otros.

#### 5.1.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona Costa se ha tomado como referencia la altura máxima de los individuos.

En este caso, hemos establecido arbitrariamente siete clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase de altura total.

En la Figura 14 se observa que la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 5$  cm dap de las 28 unidades muestrales registradas está caracterizada por una gran cantidad de árboles con fustes delgados (67.57% del total). A nivel de clases altimétricas, la mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de altura entre 5-9.9 m con cerca de 43% del total, el menor número de árboles se encuentra en la clase de altura de 30-34.9 m con 0.12% del total.

Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m figuran *Loxopterygium huasango* y *Eriotheca ruizii*.

En la clase altimétrica <5 m la especie más abundante son: *Cordia lutea* y *Bursera graveolens*, con 8.63 y 5.15 individuos por hectárea, respectivamente. Asimismo, la especie *Bursera graveolens* sobresale nítidamente en la clase altimétrica 5-9.9 m 12.94 individuos por hectárea, esta misma especie es la más abundante en la clase altimétrica de 10-14.9 m de altura total con 5.29 individuos/ha.

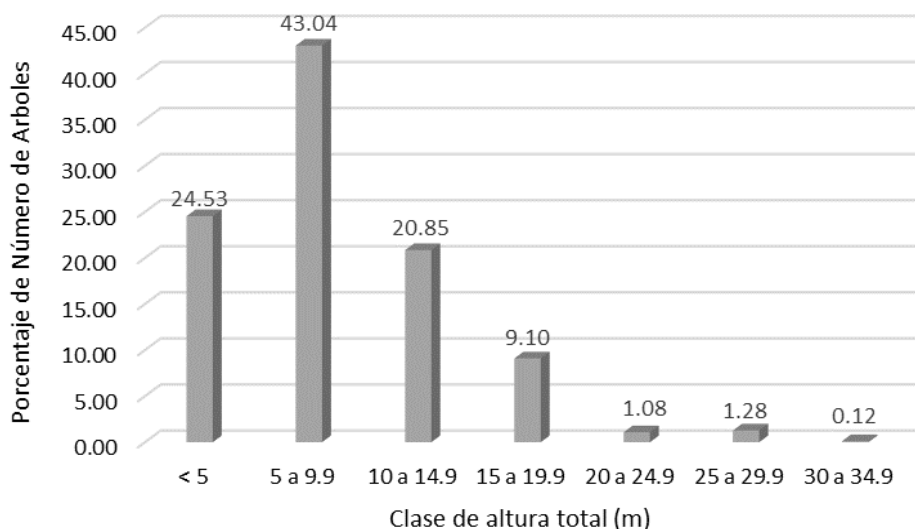
En la clase altimétrica de 15-19.9 m, la especie más abundante es *Cochlospermum vitifolium* con 3.15 individuos por hectárea, seguido de *Eriotheca ruizii* con 1.25 individuos por hectárea. En la clase altimétrica 20-24.9 m, también sobresale *Eriotheca ruizii* con 0.34 individuos por hectárea.

La especie *Gallesia integrifolia*, es la más abundante en la clase altimétrica 25-29.9 m con 0.58 individuos por hectárea, seguido de *Myrica pubescens* con 0.27 individuos por hectárea.

El estrato superior del bosque (de 30-34.9 m) es dominado por la especie *Ceiba* sp.

La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo I.

**Figura 14. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Costa**



### 5.1.3. Área basal por clase diamétrica

En el cuadro 14 se presenta las 10 primeras especies forestales con mayor área basal promedio ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ) ordenadas por clases diamétricas en individuos  $\geq 5$  cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo 1 que se adjunta.

El área basal promedio encontrado en las 28 unidades muestrales de este estudio está entre 2.68, 0.20 y 2.48  $\text{m}^2/\text{ha}$  en individuos  $> 5$  cm dap,  $5 \leq \text{dap} < 10$ , y  $\geq 10$  cm dap, respectivamente.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más de 78.25% del total registrado en esta ecozona. A nivel general y en el estrato arbóreo destacan las especies *Loxopterygium huasango* y *Bursera graveolens* con importantes áreas basales y representan 31% y 32.42% de los árboles mayores de 5 cm dap y mayores de 10 cm dap (estrato arbóreo), respectivamente.

**Cuadro 14. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos 5≤dap<10 cm (fustal) y ≥10 cm dap (arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área Basal/ha por clase diamétrica (m <sup>2</sup> /ha)										Total	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.006	0.050	0.111	0.066	0.078	0.078	0.073	0.000	0.000	0.000	0.461	0.006	0.455
<i>Bursera graveolens</i>	0.024	0.252	0.092	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.374	0.024	0.350
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.000	0.029	0.061	0.109	0.074	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.293	0.000	0.293
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.009	0.065	0.078	0.040	0.023	0.000	0.000	0.000	0.043	0.000	0.257	0.009	0.248
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.003	0.061	0.110	0.021	0.041	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.236	0.003	0.233
<i>Prosopis</i> sp.	0.015	0.027	0.050	0.017	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.117	0.015	0.103
<i>Ceiba</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.079	0.114	0.000	0.114
<i>Cordia lutea</i>	0.056	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.056	0.046
<i>Capparis scabrida</i>	0.009	0.014	0.050	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.009	0.069
<i>Terminalia valverdeae</i>	0.001	0.005	0.009	0.016	0.000	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.001	0.072
Demás especies*	0.084	0.247	0.098	0.085	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.553	0.084	0.469
Otras**	0.000	0.009	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.000	0.032
<b>Total general</b>	<b>0.206</b>	<b>0.804</b>	<b>0.682</b>	<b>0.365</b>	<b>0.263</b>	<b>0.140</b>	<b>0.073</b>	<b>0.036</b>	<b>0.043</b>	<b>0.079</b>	<b>2.689</b>	<b>0.206</b>	<b>2.483</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

#### 5.1.4. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 15, se presenta las 10 primeras especies forestales con mayor volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥5 cm dap. Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen más de 83.42% del total registrado en esta ecozona, mientras que en el estrato arbóreo estas aportan 84.90% del total. A nivel de volumen total y estrato arbóreo destacan por su importante volumen maderable las especies *Loxopterygium huasango* y *Ceiba* sp. con 35.85% y 37.4%, respectivamente.

**Cuadro 15. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Volumen/ha por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)										Total	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.018	0.278	0.896	0.677	0.705	0.951	0.337	0.000	0.000	0.000	3.862	0.018	3.844
<i>Ceiba</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.721	0.000	1.774	2.495	0.000	2.495
<i>Bursera graveolens</i>	0.070	1.278	0.636	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.021	0.070	1.951
<i>Eriotheca ruizii</i>	0.000	0.117	0.309	0.771	0.503	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	1.878	0.000	1.878
<i>Terminalia valverdeae</i>	0.002	0.037	0.085	0.204	0.000	0.893	0.000	0.000	0.000	0.000	1.221	0.002	1.219
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.024	0.434	0.365	0.162	0.123	0.000	0.000	0.000	0.109	0.000	1.218	0.024	1.193
<i>Prosopis</i> sp.	0.038	0.115	0.262	0.211	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.746	0.038	0.708
<i>Coccoloba</i> sp.	0.028	0.276	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.492	0.028	0.464
<i>Cordia lutea</i>	0.216	0.238	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.454	0.216	0.238
<i>Gallesia integrifolia</i>	0.003	0.039	0.149	0.212	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.403	0.003	0.400
Demás especies*	0.379	0.968	0.788	0.316	0.216	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.666	0.379	2.287
Otros**	0.000	0.065	0.207	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.272	0.000	0.272
<b>Total general</b>	<b>0.780</b>	<b>3.844</b>	<b>3.886</b>	<b>2.588</b>	<b>1.666</b>	<b>2.022</b>	<b>0.337</b>	<b>0.721</b>	<b>0.109</b>	<b>1.774</b>	<b>17.728</b>	<b>0.780</b>	<b>16.948</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

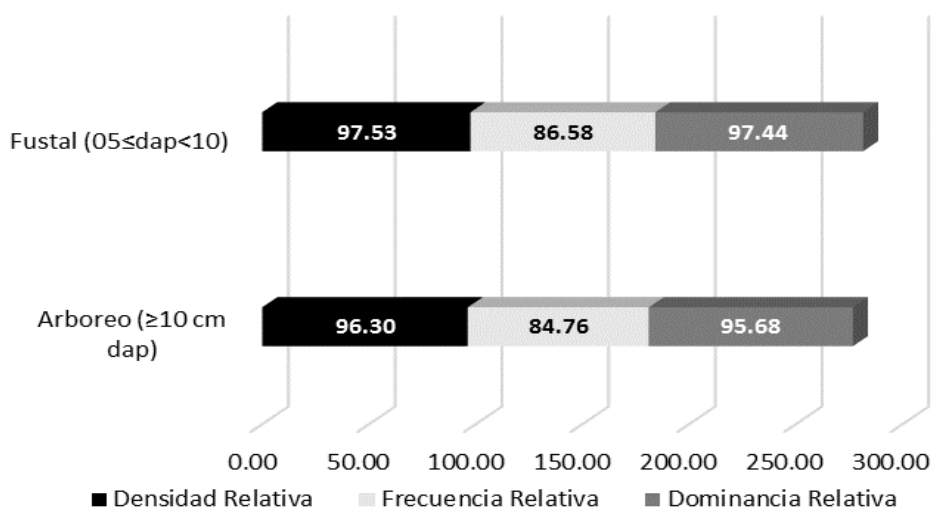
La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo 1 que se adjunta.

### 5.1.5. Índice Valor de Importancia - IVI

#### 5.1.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

Para facilitar la interpretación de los datos, el análisis se efectuó por estratos, es decir, a nivel fustal y arbóreo. En la Figura 15 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las 10 primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 15. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo**



El Cuadro 16 y el Cuadro 17 presentan las 10 primeras familias del estrato fustal y arbóreo, y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con respectivos IVIs se presenta en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo I.

**Cuadro 16. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.282	28.241	81.481	26.829	0.272	27.240	82.310
Boraginaceae	0.273	27.315	40.741	13.415	0.250	25.028	65.757
Burseraceae	0.151	15.123	22.222	7.317	0.183	18.306	40.746
Capparaceae	0.106	10.648	40.741	13.415	0.105	10.465	34.528
Anacardiaceae	0.032	3.241	29.630	9.756	0.034	3.369	16.366
Polygonaceae	0.046	4.630	18.519	6.098	0.041	4.107	14.835
Bignoniaceae	0.054	5.401	7.407	2.439	0.057	5.737	13.577
Malvaceae	0.011	1.080	7.407	2.439	0.012	1.233	4.752
Rubiaceae	0.009	0.926	7.407	2.439	0.011	1.093	4.458
Ximeniaceae	0.009	0.926	7.407	2.439	0.009	0.866	4.231
Demás familias*	0.023	2.315	37.037	12.195	0.024	2.441	16.951
Otros**	0.002	0.154	3.704	1.220	0.001	0.115	1.489
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>303.704</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

**Cuadro 17. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa**

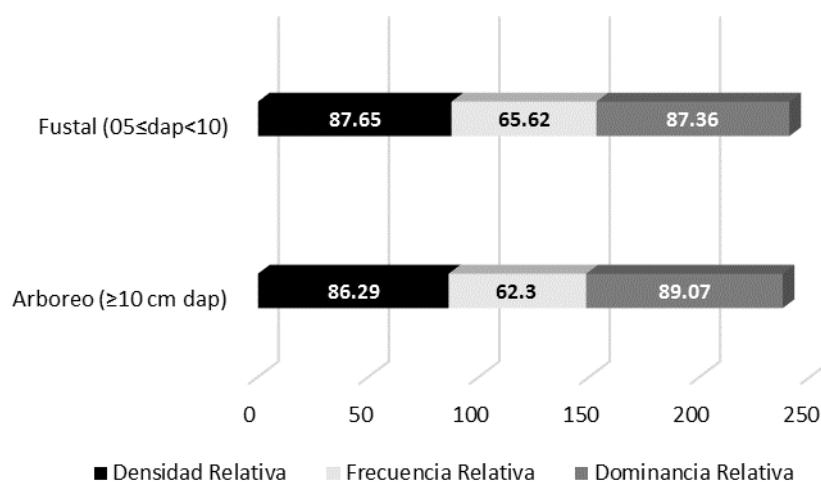
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.306	30.562	81.481	20.952	0.281	28.112	79.626
Anacardiaceae	0.168	16.782	55.556	14.286	0.238	23.823	54.891
Burseraceae	0.213	21.324	37.037	9.524	0.117	11.669	42.516
Malvaceae	0.071	7.082	22.222	5.714	0.161	16.142	28.939
Capparaceae	0.052	5.158	59.259	15.238	0.040	3.952	24.348
Boraginaceae	0.038	3.772	29.630	7.619	0.015	1.530	12.921
Bixaceae	0.037	3.695	11.111	2.857	0.052	5.245	11.797
Cactaceae	0.029	2.925	18.519	4.762	0.025	2.510	10.197
Bignoniaceae	0.029	2.925	7.407	1.905	0.015	1.548	6.378
Polygonaceae	0.021	2.079	7.407	1.905	0.012	1.153	5.136
Demás familias*	0.031	3.079	51.852	13.333	0.036	3.592	20.005
Otros**	0.006	0.616	7.407	1.905	0.007	0.724	3.245
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>388.889</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

### 5.1.5.2. Índice Valor de Importancia – IVI de las especies

En la Figura 16 se compara el IVI de las 10 primeras especies en los estratos fustal y arbóreo.

**Figura 16. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies en el estrato fustal y arbóreo**

El Cuadro 18 y el Cuadro 19 presentan las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo que dominan sobre el resto de las especies con mayor IVI. La lista detallada de las especies del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo I.



**Cuadro 18. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Cordia lutea</i>	0.273	27.315	40.741	11.458	0.250	25.028	63.801
<i>Bursera graveolens</i>	0.151	15.123	22.222	6.250	0.183	18.306	39.679
<i>Prosopis pallida</i>	0.119	11.883	51.852	14.583	0.115	11.462	37.928
<i>Capparis scabrida</i>	0.091	9.105	37.037	10.417	0.086	8.622	28.143
<i>Loxopterygium huasango</i>	0.032	3.241	29.630	8.333	0.034	3.369	14.943
<i>Caesalpinia paipai</i>	0.048	4.784	14.815	4.167	0.049	4.906	13.856
<i>Pithecellobium excelsum</i>	0.046	4.630	14.815	4.167	0.046	4.647	13.444
<i>Tabebuia</i> sp.	0.052	5.247	7.407	2.083	0.055	5.501	12.832
<i>Coccoloba ruiziana</i>	0.035	3.549	11.111	3.125	0.028	2.792	9.466
<i>Leucaena</i> sp.	0.028	2.778	3.704	1.042	0.027	2.733	6.553
Demás especies*	0.122	12.191	118.519	33.333	0.125	12.519	58.043
Otros**	0.002	0.154	3.704	1.042	0.001	0.115	1.311
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>355.556</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies que no están relacionadas con algún nombre científico

**Cuadro 19. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Costa**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Loxopterygium huasango</i>	216.000	16.628	51.852	10.769	0.238	23.780	51.177
<i>Prosopis pallida</i>	242.000	18.630	48.148	10.000	0.162	16.151	44.780
<i>Bursera graveolens</i>	277.000	21.324	37.037	7.692	0.117	11.669	40.685
<i>Eriotheca ruizii</i>	87.000	6.697	22.222	4.615	0.121	12.100	23.413
<i>Caesalpinia paipai</i>	110.000	8.468	25.926	5.385	0.093	9.278	23.131
<i>Capparis scabrida</i>	52.000	4.003	51.852	10.769	0.029	2.864	17.636
<i>Cordia lutea</i>	49.000	3.772	29.630	6.154	0.015	1.530	11.456
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	48.000	3.695	11.111	2.308	0.052	5.245	11.248
<i>Armatocereus</i> sp.	38.000	2.925	18.519	3.846	0.025	2.510	9.281
<i>Ceiba</i> sp.	2.000	0.154	3.704	0.769	0.039	3.946	4.869
Demás especies*	169.000	13.010	174.074	36.154	0.101	10.089	59.253
Otros**	9.000	0.693	7.407	1.538	0.008	0.840	3.071
<b>Total general</b>	<b>1299.000</b>	<b>100.000</b>	<b>481.481</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies que no están relacionadas con algún nombre científico

### 5.1.6. Número de brinzales y latizales

En el Cuadro 20 se presentan las 10 primeras especies forestales con mayor valor de IVI simplificado de brinzales para la ecozona Costa. La lista detallada de las especies brinzales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en la Tabla N° 9 del Anexo I.



**Cuadro 20. IVI simplificado, número de plántulas por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las primeras 10 especies forestales de brinzales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	
<i>Bursera graveolens</i>	630.303	23.318	36.364	14.815	38.133
<i>Cordia lutea</i>	393.939	14.574	22.727	9.259	23.833
<i>Vachellia</i> sp.	381.818	14.126	13.636	5.556	19.681
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	200.000	7.399	9.091	3.704	11.103
<i>Capparis scabrida</i>	66.667	2.466	18.182	7.407	9.874
<i>Prosopis pallida</i>	60.606	2.242	18.182	7.407	9.650
<i>Gallesia integrifolia</i>	145.455	5.381	9.091	3.704	9.085
<i>Loxopterygium huasango</i>	30.303	1.121	18.182	7.407	8.528
<i>Eriotheca ruizii</i>	96.970	3.587	9.091	3.704	7.291
<i>Caesalpinia paipai</i>	30.303	1.121	13.636	5.556	6.677
Demás especies*	478.788	17.713	68.182	27.778	45.491
Otras**	187.879	6.951	9.091	3.704	10.654
<b>Total general</b>	<b>2703.030</b>	<b>100.000</b>	<b>245.455</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el Cuadro 21 se presenta las 10 primeras especies forestales con mayor IVI simplificado de latizales para la ecozona Costa. La lista detallada de las especies latizales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en la Tabla N° 10 del Anexo 1 que se adjunta.

**Cuadro 21. IVI simplificado, número de plántulas por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las primeras 10 especies forestales de latizales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Frec Rel	
<i>Cordia lutea</i>	168.116	23.340	39.130	13.636	36.976
<i>Prosopis pallida</i>	94.203	13.078	34.783	12.121	25.200
<i>Bursera graveolens</i>	31.884	4.427	17.391	6.061	10.487
<i>Capparis scabrida</i>	21.739	3.018	17.391	6.061	9.079
<i>Vachellia macracantha</i>	26.087	3.622	13.043	4.545	8.167
<i>Ziziphus thrysiflora</i>	43.478	6.036	4.348	1.515	7.551
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	30.435	4.225	8.696	3.030	7.256
<i>Gallesia integrifolia</i>	37.681	5.231	4.348	1.515	6.747
<i>Eriotheca ruizii</i>	24.638	3.421	8.696	3.030	6.451
<i>Loxopterygium huasango</i>	11.594	1.610	13.043	4.545	6.155
Demás especies*	131.884	18.310	108.696	37.879	56.189
Otras**	98.551	13.682	17.391	6.061	19.743
<b>Total general</b>	<b>720.290</b>	<b>100.000</b>	<b>286.957</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

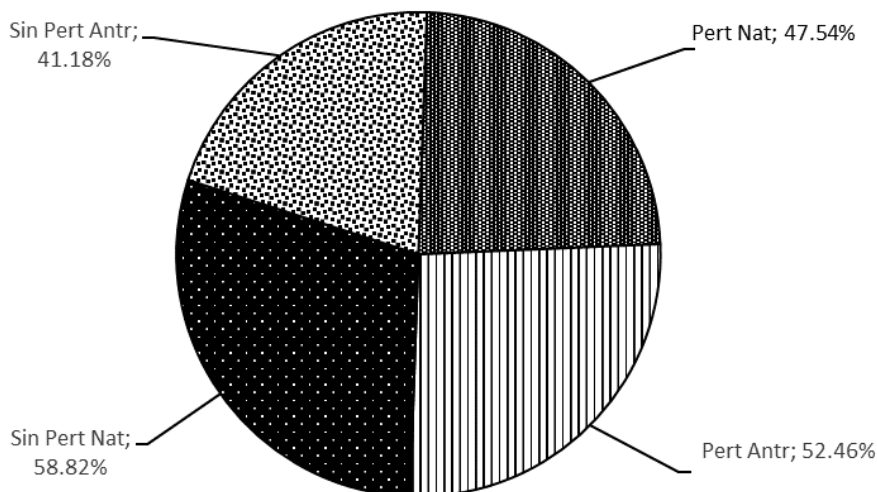
## 5.1.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

### 5.1.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

Los registros de campo levantados en la ecozona Costa muestran que la perturbación antrópica y natural en términos porcentuales son muy similares, siendo la incidencia de la primera ligeramente superior. En la Figura 16, se presenta en cifras porcentuales los

factores ambientales naturales y antrópicos que causan perturbación en los bosques de la ecozona Costa.

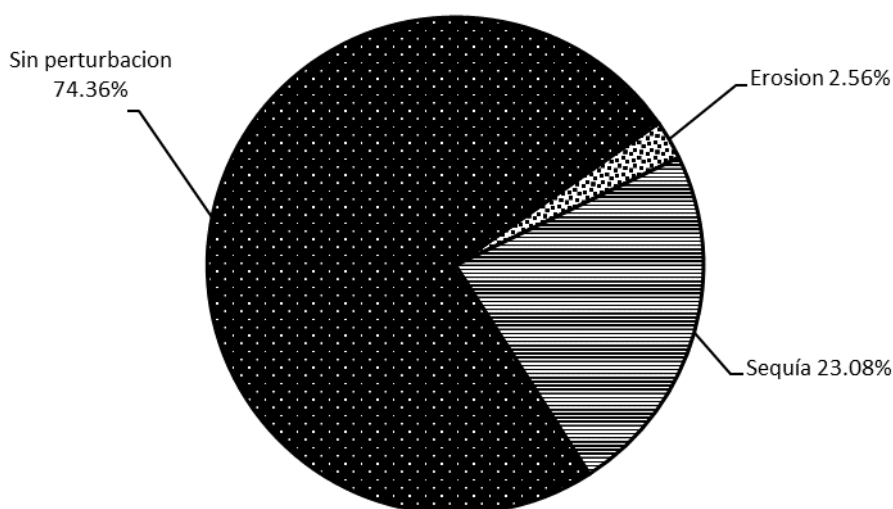
**Figura 16. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Costa**



#### 5.1.7.2. Perturbación Natural

El factor ambiental que causa mayor perturbación natural en la ecozona Costa es la sequía (23%). La magnitud de la perturbación va desde moderada hasta fuertemente perturbado, el factor ambiental que influye en menor proporción es la erosión de suelos (2.56%) (Figura 17).

**Figura 17. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Costa**



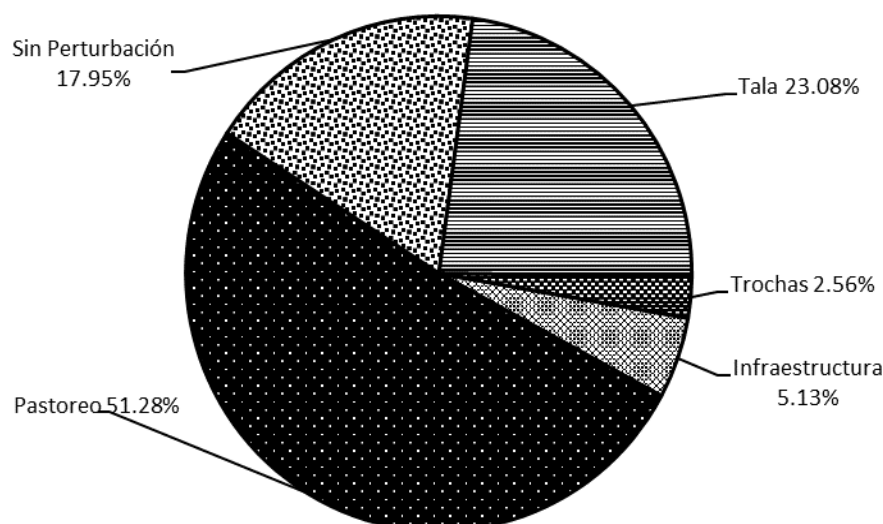
#### 5.1.7.3. Perturbación Antrópica

De acuerdo con los observado en la fase de campo, la perturbación antrópica que causa mayor daño en la ecozona Costa es el pastoreo, presente en aproximadamente 51.28%

de la superficie del bosque. La perturbación generada por la tala representa 23%; mientras que la más baja afectación corresponde a la apertura de trochas con 2.56%.

En la Figura 18, se presenta los principales agentes antrópicos que ocasionan perturbación en el bosque de la ecozona Costa.

**Figura 18. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Costa**



### 5.1.8. Especies forestales amenazadas

#### 5.1.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el Cuadro 22 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 22. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>		
1	<i>Bursera graveolens</i>	Palo santo
2	<i>Capparis flexuosa</i>	Sapote
3	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote
4	<i>Loxopterygium huasango</i>	Huasango
5	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Bálsamo
<b>EN PELIGRO (EN)</b>		
6	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Polo polo
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
7	<i>Prosopis pallida</i>	Algarrobo
8	<i>Mauria heterophylla</i>	Quimsa

### 5.1.8.2. Especies con categorización CITES

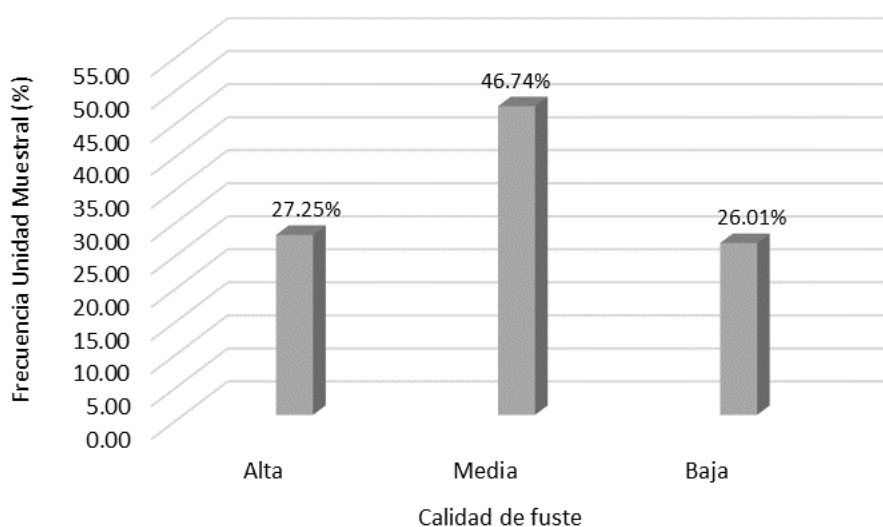
Durante las evaluaciones de campo en la ecozona Costa no se han registrado especies de flora con categorización CITES.

### 5.1.9. Condición de los árboles

#### 5.1.9.1. Calidad de fuste de los árboles

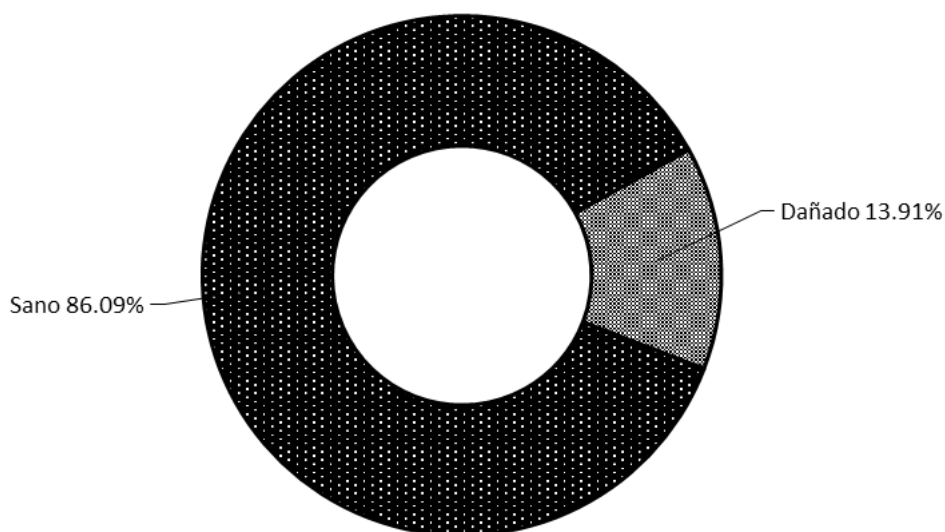
En la Figura 19 se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles vivos. Los árboles evaluados presentan mayormente fustes de calidad media (46.74%), mientras que los fustes de calidad alta y baja están repartidos casi equitativamente en esta ecozona, correspondiendo 27.25% y 26% a fustes de calidad alta y baja, respectivamente. Esta baja proporción de árboles de calidad alta nos indica que este bosque no puede sostener el aprovechamiento de la madera con fines de aserrío.

**Figura 19. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Costa**

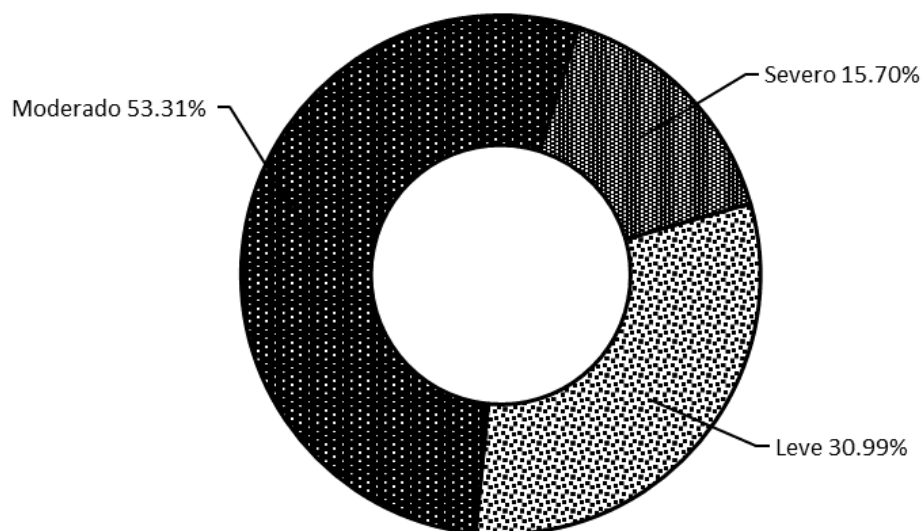


#### 5.1.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles

En general, los árboles mayores de 5 cm dap registrados en la ecozona Costa cuentan con buen estado fitosanitario, que se traduce en aproximadamente 86% de los árboles considerados “sanos” (figura 20).

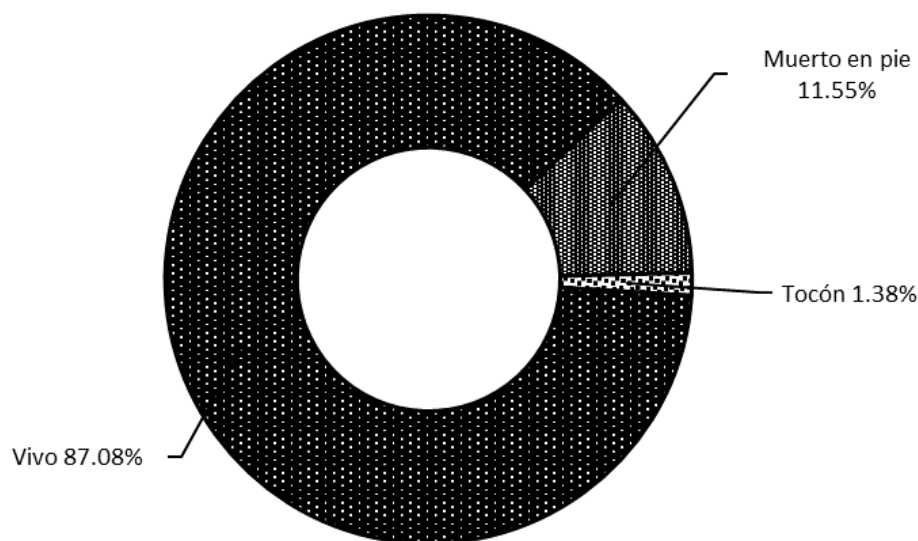
**Figura 20. Condición fitosanitaria de los árboles  $\geq 5$  cm de dap registrados en la ecozona Costa**

En la Figura 21 se muestra el grado de afectación fitosanitaria de los 242 árboles calificados con daño. La mayor parte califica con daño moderado (53.31%). Los árboles con daño leve ascienden a cerca de 31% y con daño severo 15.70%.

**Figura 21. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles  $\geq 5$  cm de dap registrados en la cozona Costa**

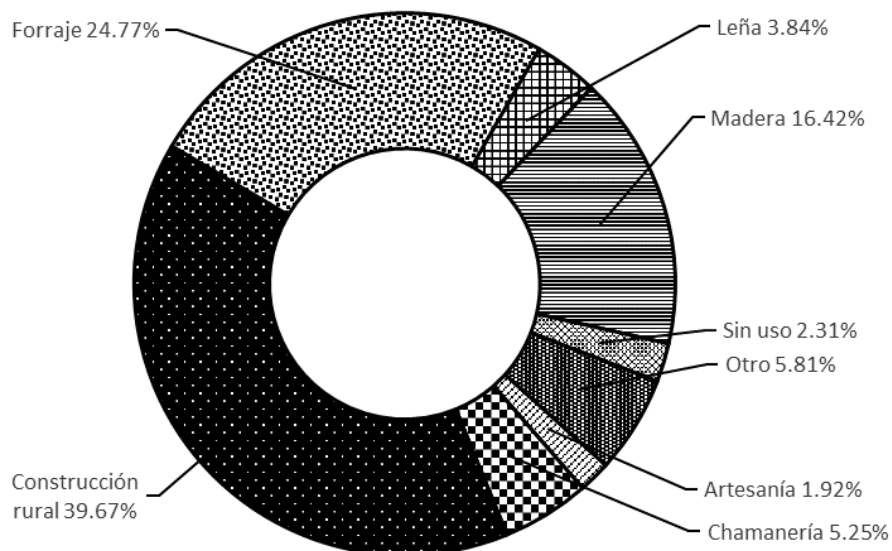
### 5.1.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)

En las unidades muestrales evaluadas la mayor parte de los árboles califican como vivos, alcanzando un promedio de 87.08% del total registrado. Los árboles muertos en pie representan 11.55%, y en condición de tocón ocupan una proporción del 1.38% (Figura 22). Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse.

**Figura 22. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)**

#### 5.1.10. Usos de las especies forestales

La mayor parte de los individuos evaluados se destinan a construcción rural (39.67%), seguido de forraje (24.77%) y leña (3.84%). Asimismo, otras especies tienen uso potencial para, madera aserrada (16.42%), chamanería (5.25%) y artesanía (1.92%). Asimismo, 5.81% se utilizan como medicina, alimentación y semillas para propagación, un bajo porcentaje de los árboles no tiene uso (2.31%) (Figura 23).

**Figura 23. Uso potencial de los árboles mayores o iguales de 5 cm de dap registrados en la ecozona Costa**

#### 5.1.11. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

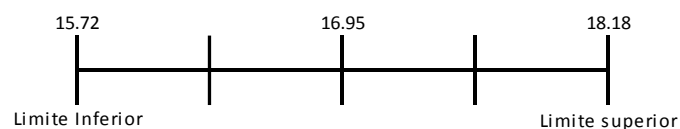
En el Cuadro 23 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona Costa con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 23. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Costa del inventario nacional forestal**

Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desv Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel Muestreo (%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
≥5 cm dap	120.69	64.58	53.51	12.20	32.95	87.74	153.64	27.30
≥10 cm dap	75.18	7.12	9.47	1.35	3.63	71.55	78.81	4.83
5≤DAP<10	45.51	1.94	4.27	0.37	0.99	44.52	46.50	2.18
<b>Area basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
≥5 cm dap	2.69	1.70	63.01	0.32	0.86	1.83	3.55	32.15
≥10 cm dap	2.48	0.31	12.45	0.06	0.16	2.32	2.64	6.35
5≤DAP<10	0.21	0.01	3.96	0.00	0.00	0.21	0.21	2.02
<b>Volumen (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
≥5 cm dap	17.73	12.93	72.95	2.44	6.60	11.13	24.33	37.22
≥10 cm dap	16.95	2.41	14.21	0.46	1.23	15.72	18.18	7.25
5≤DAP<10	0.78	0.07	9.60	0.01	0.04	0.74	0.82	4.90
<b>Num. de latizales (N/ha)</b>	720.29	784.75	108.95	163.63	321.60	389.69	1041.89	44.65
<b>Num. de brinzales (N/ha)</b>	2703.03	3536.10	130.82	753.90	1481.71	1221.32	4184.74	54.82

La Figura 24 muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles ≥10 cm dap a un 95% de confianza.

Esto se puede entender de la siguiente manera: si se extrae una cantidad de observaciones de 28 unidades muestrales, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. O vale decir también, que la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%.

**Figura 24. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Costa en árboles (≥10 cm dap), todas las especies excepto palmeras.**

## ECOZONA SIERRA

### 5.2.1. Composición florística

#### 5.2.1.1. Composición a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo, en 52 unidades muestrales fueron medidos 6909 individuos  $\geq 5$  cm dap, correspondiendo 5803 a individuos vivos, 524 a individuos muertos en pie, 455 individuos a tocones y 127 individuos a tocones con rebrote.

En el caso de los individuos vivos mayores de 5 cm dap, se ha reportado 62 familias identificadas (promedio 6.52 por unidad muestral), 126 géneros (7.69 géneros por unidad muestral) y 219 especies (8.31 especies por unidad muestral), (Cuadro 24).

Los individuos vivos del estrato fustal corresponde a 62 familias botánicas diferentes (promedio de 6.31 por unidad muestral). Asimismo, fueron reportados 125 géneros (promedio de 7.40 por unidad muestral) y 213 especies (promedio de 8.02 por unidad muestral) (Cuadro 24).

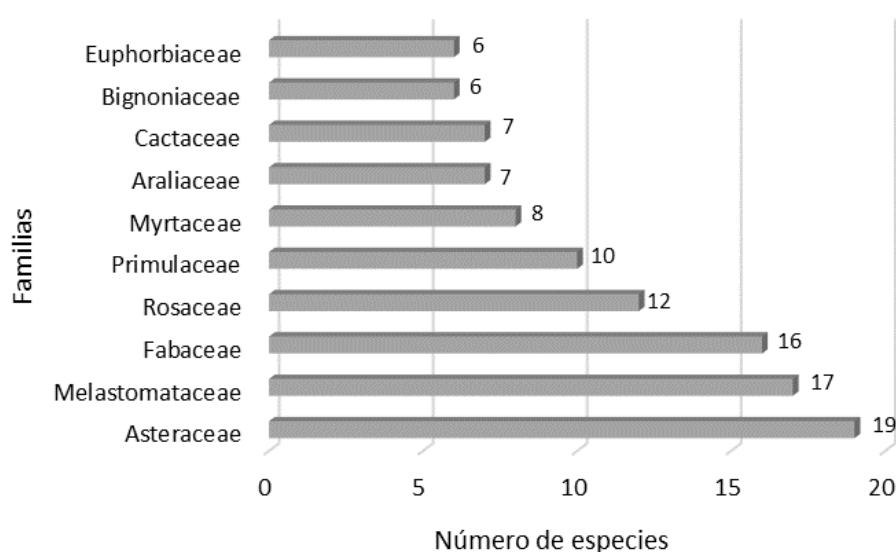
Los individuos vivos del estrato arbóreo comprenden a 44 familias botánicas diferentes identificadas (promedio de 2.67 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 59 géneros (promedio de 2.79 por unidad muestral) y 94 registros de especies (promedio de 2.87 por unidad muestral).

Las diez primeras familias con mayor número de especies  $\geq 5$  cm dap en las 52 unidades muestrales fueron: Asteraceae (19), Melastomataceae (17), Fabaceae (16), Rosaceae (12), Primulaceae (10), Myrtaceae (8), Araliaceae y Cactaceae (7 especies cada una), Bignoniaceae y Euphorbiaceae (6 especies cada una), el resto de las familias cuenta con menos de 6 especies (Figura 25).

**Cuadro 24. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, encontrados en 53 unidades muestrales del bosque de la ecozona Sierra.**

Variables	Total	Promedio	Desv. Estándar
<b>N° de Familias</b>			
( $5 \leq \text{dap} < 10$ cm)	62	6.31	4.35
( $\geq 10$ cm dap)	44	2.67	2.32
Sub total	62	6.52	4.49
<b>N° de Géneros</b>			
( $5 \leq \text{dap} < 10$ cm)	125	7.40	5.28
( $\geq 10$ cm dap)	59	2.79	2.49
Sub total	126	7.69	5.47
<b>N° de Especies en general</b>			
( $5 \leq \text{dap} < 10$ cm)	213	8.02	5.90
( $\geq 10$ cm dap)	94	2.87	2.56
Sub total	219	8.31	6.12



**Figura 25. Diez primeras familias con mayor número de especies**

### 5.2.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

#### 5.2.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa en general de las 52 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 5$  cm dap, refleja el comportamiento de las unidades muestrales a través de la línea que indica la normalidad de los datos y la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 172 tiene el valor de 2.58, siendo el mayor y el más diverso de las 52 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.84.

La unidad muestral 1639 tiene un valor de 2.51, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.88. En la unidad muestral 276 el valor de la equidad fue alto (0.93) y la diversidad (1.94), como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta parcela, aunque el valor de la diversidad no fue alto. Las unidades muestrales 1918, 2068, 2686, 2783, 3363, 4260, 4328, 4357 y 5805 poseen índices de diversidad cero (0) cada uno, con el mismo valor de equidad, siendo las unidades muestrales menos diversas y con menor distribución de especies (Cuadro 25).

**Cuadro 25. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou de las 53 unidades muestrales**

UM	$H'$	S	$J'$	UM	$H'$	S	$J'$
14	2.220	18	0.768	1720	1.912	13	0.746
46	2.319	13	0.904	1725	1.953	9	0.889
101	1.646	6	0.919	1818	2.103	15	0.777
103	2.000	12	0.805	1918	0.000	1	0.000
172	2.585	21	0.849	2068	0.000	1	0.000
262	1.682	9	0.765	2686	0.000	1	0.000
265	0.721	3	0.657	2735	0.626	5	0.389

UM	H'	S	J'	UM	H'	S	J'
276	1.941	8	0.933	2783	0.000	1	0.000
330	1.914	15	0.707	3269	0.765	4	0.552
359	2.479	20	0.828	3354	0.458	5	0.285
369	2.369	16	0.854	3363	0.000	1	0.000
370	2.213	11	0.923	3434	0.471	2	0.680
398	2.449	21	0.804	3706	1.558	11	0.650
412	1.233	11	0.514	3743	1.234	6	0.689
453	2.371	21	0.779	3787	1.812	12	0.729
593	2.314	15	0.855	3788	2.379	18	0.823
600	2.274	13	0.887	3834	1.326	5	0.824
682	1.037	5	0.644	4004	0.257	2	0.371
726	1.490	7	0.766	4260	0.000	1	0.000
729	1.414	7	0.727	4306	0.656	3	0.597
827	1.984	11	0.828	4314	2.277	17	0.804
875	0.796	3	0.725	4328	0.000	1	0.000
912	0.206	2	0.297	4354	0.914	3	0.832
963	0.881	9	0.401	4355	1.046	5	0.650
1067	1.174	4	0.847	4357	0.000	1	0.000
1313	0.680	4	0.490	5805	0.000	1	0.000
1639	2.516	17	0.888	<b>Total</b>	<b>4.242</b>	<b>220</b>	<b>0.786</b>

UM: Unidad muestral

H': Índice de Diversidad Shannon Wiener

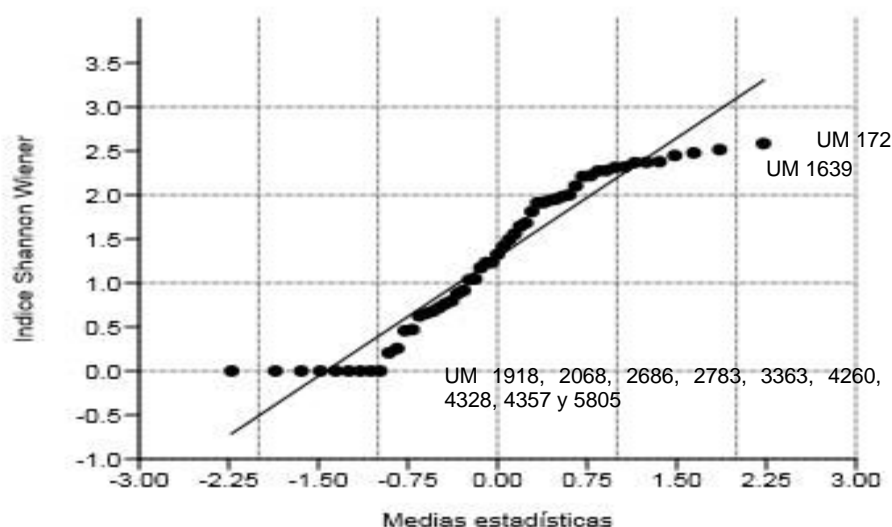
S: Número de especies

J': Equidad de Pielou

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal.

De los valores presentados en el Cuadro 25, se puede observar que las UM 1918, 2068, 2686, 2783, 3363, 4260, 4328, 4357 y 5805 presentan valor cero (0.00) del índice de Shannon, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos del índice en las UM 172 (2.58) y 1639 (2.51). Figura 26.

**Figura 26. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



#### 5.2.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

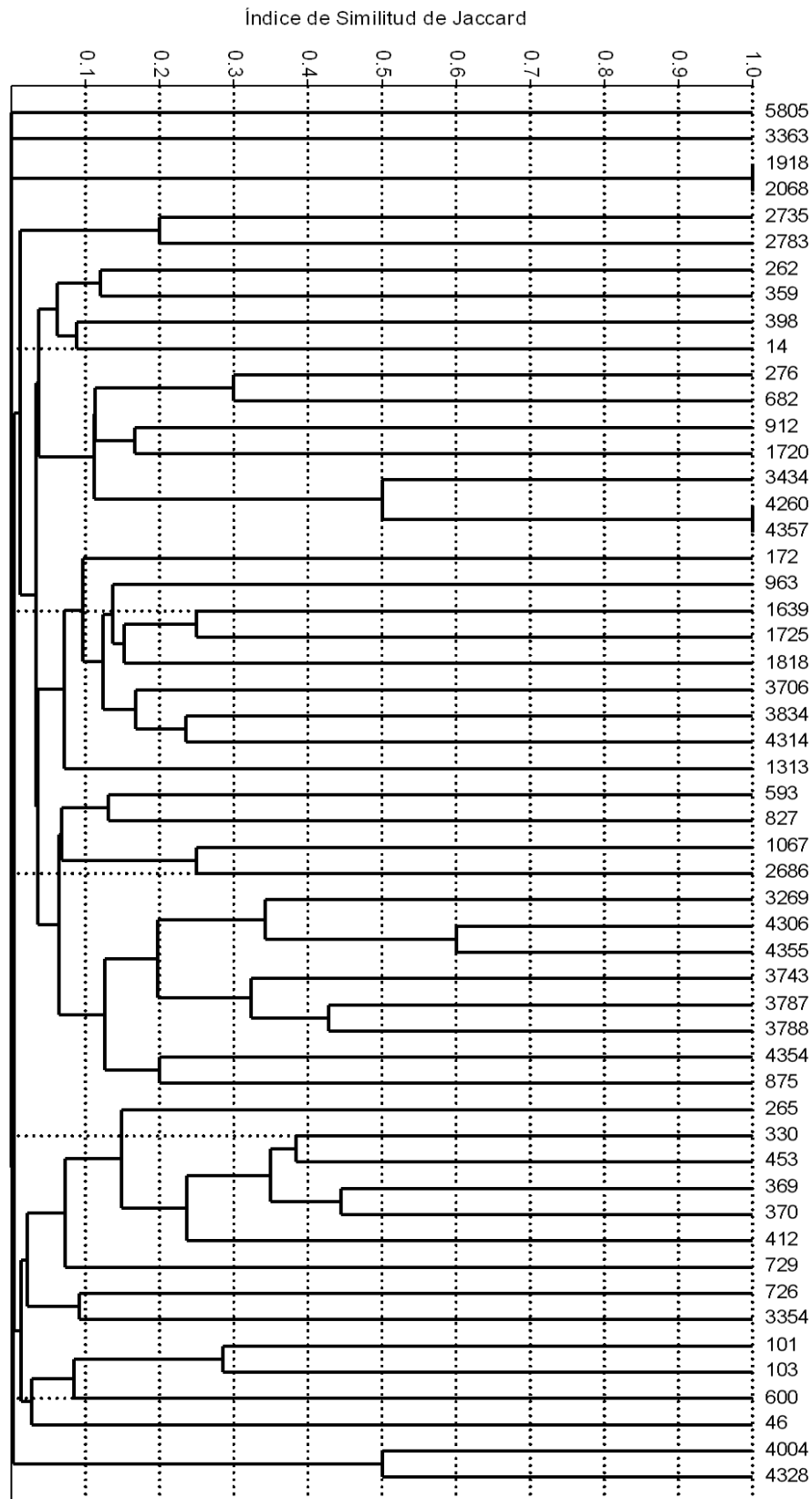
La similaridad entre unidades muestrales con respecto a la composición florística se ha estimado usando los coeficientes de Jaccard y Sørensen tal como fue descrita por Greig-Smith (1983) y Sørensen (1948), citados por Nebel *et. al.* (2000).

Ambos índices fueron estimados en individuos  $\geq 5$  cm dap y permite identificar las semejanzas existentes entre las unidades de muestreo, a partir de datos cualitativos cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

La mayor similitud, según el índice de Sørensen, se reportó entre las unidades muestrales 1918 con 2068 y 4260 con 4357 con 100% de similitud entre pares, con 1 especie compartidas entre ambas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 4306 y 4355 con 75% de similitud con 3 especies compartidas y las unidades muestrales 4004 y 4328 que presentan 66.67% de similitud con 2 especies compartidas entre unidades muestrales (según se aprecia en la tabla 11 del anexo II). La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Coeficiente de similitud de Jaccard (figura 27).

**Figura 27. Similitud de especies entre las 52 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales y los valores de la parte superior el Coeficiente de Jaccard

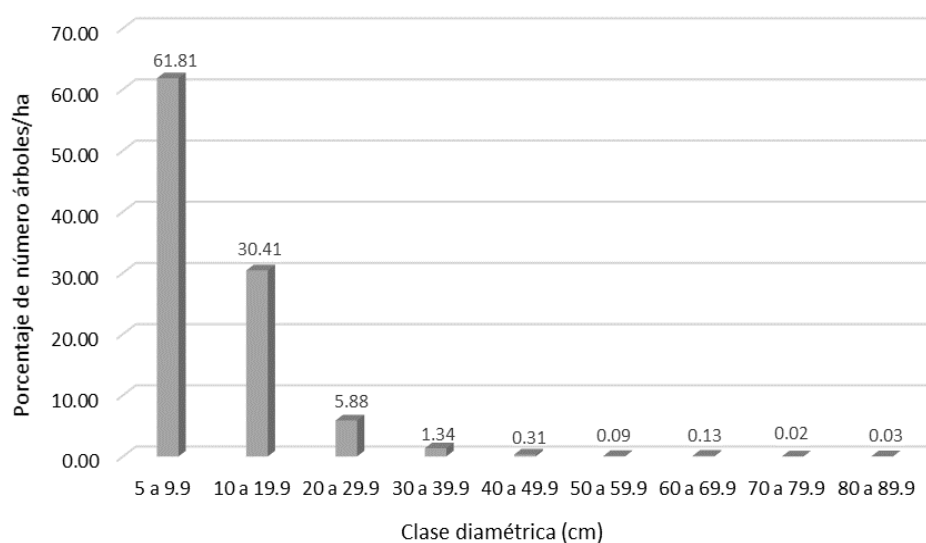


## 5.2.2. Estructura del bosque

### 5.2.2.1. Estructura horizontal

En la Figura 28 se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea  $\geq 5$  cm dap expresado en porcentaje, configurando la típica “J” invertida. La estructura horizontal del bosque de Sierra, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores.

**Figura 28. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Sierra**



En el Cuadro 26, se presentan las diez primeras especies forestales con mayor número de individuos por hectárea, representando el 42.7% del total, cifra similar representan las diez primeras especies del estrato fustal, mientras que las diez primeras del estrato arbóreo contribuyen con 45.40%. La lista detallada para cada una de las especies por clases diamétricas se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo 2.

En total se contó hasta 631.66 individuos por hectárea; más de 92% corresponden al estrato fustal ( $5 \leq \text{dap} < 10$ ) y algo de 7.78% al estrato arbóreo ( $\geq 10$  dap). Las especies *Polylepis microphylla*, *P. flavipila* y *P. rugulosa* son las más abundantes con aproximadamente 19.48% del total general, estas mismas especies son las más abundantes en el estrato fustal con 18.95%. En el estrato arbóreo, las especies más abundantes corresponden a *Polylepis flavipila*, *Polylepis microphylla* y *Weinmannia microphylla* y representan 26.54%.

En las clases diamétricas de 5-9.90 cm dap, las especies más abundantes son *Polylepis microphylla* y *Polylepis rugulosa*, juntos congregan 13% de número total de individuos en dicha clase diamétrica. Las especies *Polylepis flaviphylla*, *Polylepis rugulosa*, son las más abundantes en la clase diamétrica de 10-19.9 cm dap y contribuyen con 18% del total de individuos en esta clase diamétrica. En la clase diamétrica 20-29.9 cm dap las especies más abundantes son *Polylepis flaviphylla* y *Eriotheca discolor* son las más abundantes y congregan juntos 22.19% del total en esta clase diamétrica.

A partir de la talla diamétrica de 30 cm la abundancia va reduciendo progresivamente; no obstante, *Polylepis flaviphylla* destaca pero con escasa abundancia con respecto al

resto de las especies, seguido de *Polylepis microphylla*. Sin embargo, es importante resaltar que esta última especie mantiene una presencia importante en todas las clases diamétricas, siendo la especie con mayor número de individuos por hectárea en esta ecozona.

En general, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica en las especies registradas en la ecozona Sierra; sin embargo, algunas especies crecen formando pequeños relictos y requieren agua para el desarrollo de las plántulas como el caso de las especie *Capparis scabrida* y *Kageneckia lanceolata* cuyos individuos solo fueron observados en la clase diamétrica de 10-19.9 cm dap.

**Cuadro 26. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustales y árboles) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Clase diametrica (cm)									Total	Número de arb/ha por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Polylepis microphylla</i>	29.475	11.826	2.505	0.944	0.236	0.000	0.079	0.000	0.000	45.065	41.301	3.764
<i>Polylepis rugulosa</i>	21.334	17.048	2.446	0.237	0.079	0.000	0.000	0.000	0.000	41.145	38.383	2.762
<i>Polylepis flavipila</i>	12.990	17.722	4.953	1.037	0.161	0.000	0.000	0.000	0.000	36.864	30.713	6.151
<i>Cordia saccellia</i>	17.052	9.749	0.519	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	27.435	26.801	0.634
<i>Polylepis tomentella</i>	13.086	9.223	0.946	0.236	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.492	22.310	1.182
<i>Escallonia myrtilloides</i>	12.699	7.672	0.830	0.543	0.105	0.000	0.000	0.000	0.000	21.850	20.372	1.478
<i>Weinmannia microphylla</i>	12.286	5.335	2.011	0.691	0.361	0.074	0.000	0.000	0.000	20.759	17.621	3.138
<i>Gynoxys</i> sp.	11.696	5.302	0.923	0.326	0.162	0.102	0.000	0.102	0.000	18.613	16.998	1.615
<i>Browningia altissima</i>	8.760	8.657	0.895	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	18.312	17.417	0.895
<i>Escallonia resinosa</i>	10.831	4.684	0.706	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.221	15.514	0.706
Demás especies*	238.662	93.828	19.795	4.135	0.836	0.414	0.733	0.000	0.177	358.581	332.491	26.090
Otros**	1.535	1.035	0.587	0.169	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.326	2.570	0.756
Total general	390.408	192.082	37.117	8.433	1.940	0.590	0.812	0.102	0.177	631.661	582.490	49.172

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.2.2.2. Estructura vertical

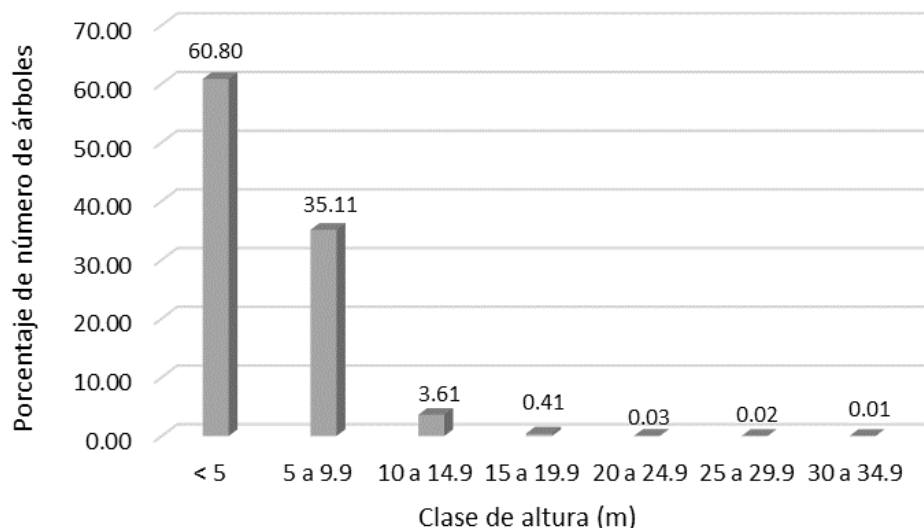
Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona Sierra se ha tomado como referencia la altura máxima de los individuos.

En este caso, hemos establecido arbitrariamente siete clases altimétricas cuyos intervalos son de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por clase altimétrica, luego este datos fue convertido en porcentaje, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes en términos porcentuales por cada clase altimétrica.

En la Figura 29 se presenta la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 5$  cm dap de las 53 unidades muestrales registradas. El mayor porcentaje de individuos se encuentra en la clase  $<5$  m con cercad de 61%, el menor número de individuos se encuentra en la clase de 30 – 34.9 m (0.01%), mientras que en la clase altimétrica 5-9.9 m se presenta 35% del total. La clase altimétrica 10-14.9 contribuye con 3.61% del total de árboles. En general el paisaje está dominado por árboles pequeños, mayormente menores de 5 m con algunos individuos que sobresalen con alturas superiores de 10 m.

En la clase altimétrica <5 m las especies más abundantes son *Polylepis microphylla*, *P. rugulosa* y *P. flavipila*, juntos congregan 30.29% del total en su clase altimétrica.

**Figura 29. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Sierra**



Las especies *Cordia saccellia* y *Weinmannia microphylla* son las más abundantes en la clase altimétrica 5-9.9 m, ambas contribuyen con 13.24% del total.

En la clase altimétrica 10-14.9 m, las especies *Nectandra* sp. y *Weinmannia microphylla* son las más abundantes y aportan 20% del total.

A partir de 15 m de altura no hay especies que destaquen, siendo escasa la presencia de los árboles en las clases diamétricas superiores; sin embargo, las especies *Polylepis rugulosa* y *P. tomentella* sobresalen con altura superiores a 25 m de altura.

La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo 2 que se adjunta.

### 5.2.3. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro 27 se presentan las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ) ordenadas por clases diamétricas en individuos  $\geq 5$  cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo 2.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 47.11% del total registrado en esta ecozona. Las dos especies que destacan entre las diez primeras especies a nivel general y en el estrato arbóreo son *Polylepis flavipila* y *Polylepis microphylla*, aportan juntos más de 1  $\text{m}^2/\text{ha}$  del área basal total y del estrato arbóreo contribuyendo con 15.52% y 16.63%, respectivamente.

**Cuadro 27. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos 5≤dap<10 cm (fustal) y ≥10 cm dap (arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área Basal/ha por clase diamétrica (m <sup>2</sup> /ha)									Total	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Polylepis flavipila</i>	0.061	0.263	0.208	0.086	0.023	0.000	0.000	0.000	0.000	0.641	0.061	0.580
<i>Polylepis microphylla</i>	0.114	0.159	0.116	0.091	0.032	0.000	0.022	0.000	0.000	0.534	0.114	0.420
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.094	0.260	0.106	0.019	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.491	0.094	0.397
<i>Weinmannia microphylla</i>	0.047	0.075	0.092	0.064	0.051	0.019	0.000	0.000	0.000	0.349	0.047	0.302
<i>Gynoxys</i> sp.	0.048	0.081	0.044	0.028	0.023	0.027	0.000	0.039	0.000	0.291	0.048	0.243
<i>Escallonia myrtilloides</i>	0.057	0.113	0.040	0.052	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.280	0.057	0.223
<i>Eriotheca discolor</i>	0.006	0.057	0.154	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.277	0.006	0.270
<i>Alnus acuminata</i>	0.033	0.057	0.052	0.063	0.015	0.027	0.000	0.000	0.000	0.247	0.033	0.214
<i>Cordia saccellia</i>	0.070	0.141	0.019	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.239	0.070	0.169
<i>Browningia altissima</i>	0.050	0.131	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.220	0.050	0.170
Demás especies*	0.972	1.433	0.748	0.269	0.118	0.071	0.236	0.000	0.096	3.943	0.972	2.971
Otros**	0.006	0.015	0.028	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.006	0.056
<b>Total general</b>	<b>1.560</b>	<b>2.785</b>	<b>1.644</b>	<b>0.755</b>	<b>0.293</b>	<b>0.144</b>	<b>0.258</b>	<b>0.039</b>	<b>0.096</b>	<b>7.574</b>	<b>1.560</b>	<b>6.015</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

## 5.2.4. Existencias volumétricas

### 5.2.4.1. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 28, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥5 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo 1 adjunto.

**Cuadro 28. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las diez primeras especies forestales**

Especie	Volumen/ha por clase diamétrica (m <sup>3</sup> /ha)									Total	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por estrato	
	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9		05≤DAP<10	DAP≥10
<i>Polylepis flavipila</i>	0.059	0.424	0.281	0.098	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.884	0.059	0.825
<i>Weinmannia microphylla</i>	0.094	0.153	0.249	0.158	0.101	0.061	0.000	0.000	0.000	0.815	0.094	0.722
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.067	0.343	0.184	0.024	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.633	0.067	0.566
<i>Alnus acuminata</i>	0.068	0.134	0.148	0.194	0.016	0.029	0.000	0.000	0.000	0.588	0.068	0.521
<i>Eriotheca discolor</i>	0.008	0.082	0.284	0.151	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.525	0.008	0.517
<i>Polylepis microphylla</i>	0.041	0.111	0.122	0.115	0.046	0.000	0.016	0.000	0.000	0.452	0.041	0.411
<i>Nectandra</i> sp.	0.083	0.191	0.157	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.431	0.083	0.348
<i>Cordia saccellia</i>	0.122	0.249	0.028	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.413	0.122	0.291
<i>Symplocos</i> sp.	0.020	0.118	0.070	0.000	0.000	0.000	0.187	0.000	0.000	0.395	0.020	0.375
<i>Escallonia myrtilloides</i>	0.073	0.172	0.051	0.083	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.389	0.073	0.316
Demás especies*	1.313	2.869	1.808	0.651	0.340	0.177	0.260	0.003	0.063	7.483	1.313	6.171
Otros**	0.012	0.053	0.133	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.256	0.012	0.243
<b>Total general</b>	<b>1.959</b>	<b>4.898</b>	<b>3.514</b>	<b>1.546</b>	<b>0.549</b>	<b>0.267</b>	<b>0.464</b>	<b>0.003</b>	<b>0.063</b>	<b>13.264</b>	<b>1.959</b>	<b>11.304</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado



Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen el 41.65% del volumen total registrado en la ecozona Sierra. A nivel general, el estrato arbóreo aporta cerca de 85.22% del volumen total evaluado en la ecozona, mientras que cerca de 15% del volumen total es generado por las especies del estrato fustal.

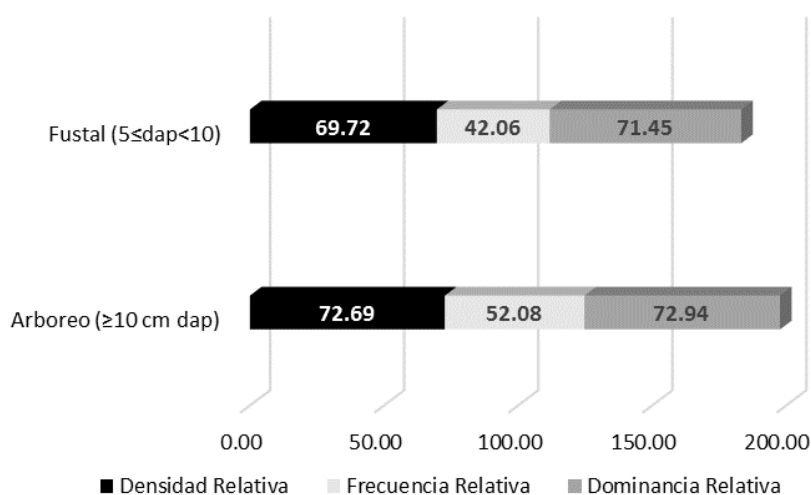
Tres especies: *Polylepis flavipila*, *Weinmannia microphylla* y *Polylepis rugulosa* son las que presentan importantes volúmenes maderables y aportan con 17.57% y 18.68% del volumen a nivel general y en el estrato arbóreo, respectivamente.

## 5.2.5. Índice Valor de Importancia

### 5.2.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

Para facilitar la interpretación de los datos, el análisis se efectuó por estratos, es decir, a nivel de los estratos fustal y arbóreo. En la Figura 30 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las 10 primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 30. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo**



A nivel general, en la ecozona Sierra se registró un total de 62 familias. En el Cuadro 29 y Cuadro 30 se presenta la lista de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo ordenado de mayor a menor por su IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo 2.

**Cuadro 29. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Sierra**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Rosaceae	0.276	27.560	43.396	6.765	0.303	30.310	64.634
Myrtaceae	0.079	7.855	28.302	4.412	0.065	6.462	18.728
Asteraceae	0.057	5.663	45.283	7.059	0.051	5.081	17.804
Escalloniaceae	0.061	6.051	30.189	4.706	0.060	5.955	16.712
Cactaceae	0.048	4.791	11.321	1.765	0.068	6.757	13.313
Melastomataceae	0.042	4.228	26.415	4.118	0.037	3.747	12.092
Fabaceae	0.043	4.286	26.415	4.118	0.036	3.646	12.050
Primulaceae	0.028	2.812	33.962	5.294	0.023	2.338	10.444
Boraginaceae	0.036	3.627	11.321	1.765	0.036	3.643	9.035
Betulaceae	0.029	2.851	13.208	2.059	0.035	3.509	8.419
Demás especies*	0.298	29.791	349.057	54.412	0.280	28.043	112.245
Otros**	0.005	0.485	22.642	3.529	0.005	0.510	4.524
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>641.509</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

**Cuadro 30. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Sierra**

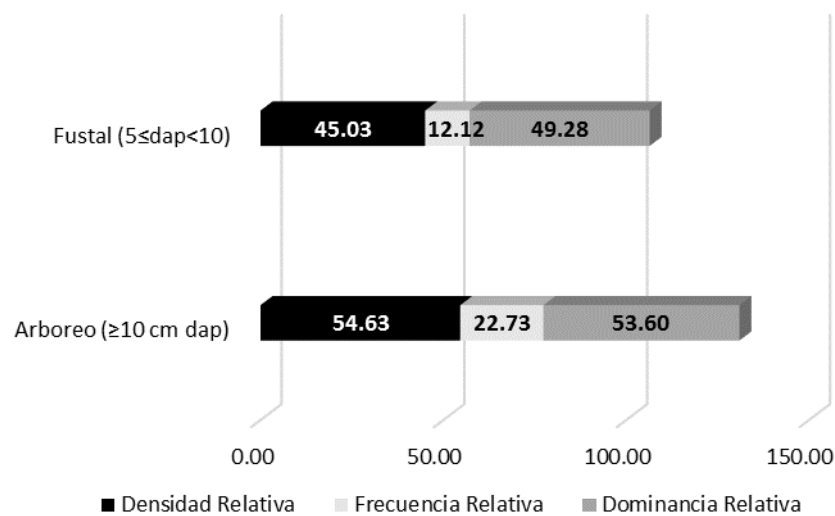
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Rosaceae	0.349	34.877	27.660	9.028	0.322	32.223	76.127
Malvaceae	0.080	8.025	12.766	4.167	0.078	7.827	20.018
Betulaceae	0.056	5.556	12.766	4.167	0.064	6.381	16.103
Asteraceae	0.039	3.858	19.149	6.250	0.051	5.105	15.213
Escalloniaceae	0.040	4.012	19.149	6.250	0.040	4.001	14.263
Cunoniaceae	0.048	4.784	12.766	4.167	0.052	5.231	14.182
Melastomataceae	0.029	2.932	21.277	6.944	0.029	2.929	12.805
Fabaceae	0.037	3.704	12.766	4.167	0.029	2.948	10.818
Myrtaceae	0.025	2.469	12.766	4.167	0.027	2.657	9.292
Symplocaceae	0.025	2.469	8.511	2.778	0.036	3.637	8.884
Demás especies*	0.261	26.080	136.170	44.444	0.260	25.989	96.514
Otros**	0.012	1.235	10.638	3.472	0.011	1.074	5.780
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>306.383</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.2.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la Figura 31 se compara el IVI de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 31. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo**

En el Cuadro 31 y Cuadro 32, se presenta el IVI de las diez primeras especies del estrato fustal y arbóreo que dominan sobre el resto de las especies. La lista detallada de las especies del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo 2 que se adjunta.

**Cuadro 31. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.070	7.040	3.774	0.466	0.085	8.536	16.043
<i>Polylepis flavipila</i>	0.059	5.896	3.774	0.466	0.078	7.767	14.129
<i>Polylepis microphylla</i>	0.067	6.652	3.774	0.466	0.059	5.886	13.004
<i>Eucalyptus globulus</i>	0.050	5.023	15.094	1.865	0.038	3.788	10.676
<i>Browningia altissima</i>	0.040	4.034	7.547	0.932	0.057	5.653	10.620
<i>Escallonia myrtilloides</i>	0.034	3.394	16.981	2.098	0.036	3.636	9.128
<i>Gynoxys</i> sp.	0.027	2.676	22.642	2.797	0.029	2.878	8.351
<i>Polylepis tomentella</i>	0.040	4.034	1.887	0.233	0.040	4.044	8.311
<i>Cordia saccellia</i>	0.034	3.433	9.434	1.166	0.036	3.581	8.180
<i>Alnus acuminata</i>	0.029	2.851	13.208	1.632	0.035	3.509	7.992
Demás especies*	0.545	54.480	688.679	85.082	0.502	50.200	189.762
Otros**	0.005	0.485	22.642	2.797	0.005	0.522	3.804
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>809.434</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

**Cuadro 32. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Polylepis flavipila</i>	0.122	12.191	4.255	1.299	0.097	9.719	23.209
<i>Polylepis microphylla</i>	0.074	7.407	4.255	1.299	0.079	7.947	16.653
<i>Alnus acuminata</i>	0.056	5.556	12.766	3.896	0.064	6.381	15.833
<i>Eriotheca discolor</i>	0.068	6.790	6.383	1.948	0.056	5.632	14.370
<i>Weinmannia microphylla</i>	0.043	4.321	8.511	2.597	0.049	4.935	11.854
<i>Gynoxys</i> sp.	0.031	3.086	12.766	3.896	0.044	4.393	11.376
<i>Polylepis rugulosa</i>	0.056	5.556	4.255	1.299	0.043	4.338	11.192
<i>Polylepis reticulata</i>	0.045	4.475	2.128	0.649	0.052	5.153	10.277
<i>Escallonia myrtilloides</i>	0.026	2.623	12.766	3.896	0.028	2.793	9.313
<i>Capparis flexuosa</i>	0.026	2.623	6.383	1.948	0.023	2.311	6.882
Demás especies*	0.441	44.136	242.553	74.026	0.453	45.324	163.485
Otros**	0.012	1.235	10.638	3.247	0.011	1.074	5.555
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>327.660</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.2.6. Número de brinzales y latizales

En el Cuadro 33 se presenta las diez primeras especies forestales con el mayor IVI y dentro de ella las especies con mayor número de brinzales (representado por la densidad absoluta), para la ecozona Sierra. La lista detallada de las especies brinzales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en la Tabla N° 9 del Anexo 2 que se adjunta.

**Cuadro 33. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Sierra**

Especie	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Polylepis microphylla</i>	365.152	18.355	4.545	2.247	20.602
<i>Croton thurifer</i>	133.333	6.702	6.818	3.371	10.073
<i>Miconia</i> sp.	84.848	4.265	11.364	5.618	9.883
<i>Polylepis reticulata</i>	163.636	8.225	2.273	1.124	9.349
<i>Polylepis rugulosa</i>	95.455	4.798	4.545	2.247	7.045
<i>Miconia bullata</i>	81.818	4.113	4.545	2.247	6.360
<i>Myrcia fallax</i>	77.273	3.884	4.545	2.247	6.131
<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	36.364	1.828	6.818	3.371	5.199
<i>Clusia pavonii</i>	77.273	3.884	2.273	1.124	5.008
<i>Caesalpinia</i> sp.	48.485	2.437	4.545	2.247	4.684
Demás especies*	825.758	41.508	150.000	74.157	115.665
<b>Total general</b>	<b>1989.394</b>	<b>100.000</b>	<b>202.273</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

En el cuadro 34 se presenta las 10 primeras especies forestales con mayor IVI simplificado de latizales para la ecozona Sierra. La lista detallada de las especies

latizales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en la Tabla N° 10 del Anexo 2 que se adjunta.

**Cuadro 34. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales en la ecozona Sierra**

Especie	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Croton thurifer</i>	159.848	8.866	6.818	1.714	10.580
<i>Gynoxys</i> sp.	97.727	5.420	6.818	1.714	7.134
<i>Polylepis rugulosa</i>	93.182	5.168	4.545	1.143	6.311
<i>Myrcia fallax</i>	82.955	4.601	4.545	1.143	5.744
<i>Myrsine</i> sp.	51.136	2.836	11.364	2.857	5.693
<i>Berberis buceronis</i>	90.909	5.042	2.273	0.571	5.613
<i>Miconia</i> sp.	37.879	2.101	13.636	3.429	5.529
<i>Polylepis microphylla</i>	66.288	3.676	4.545	1.143	4.819
<i>Duranta mutisii</i>	51.136	2.836	4.545	1.143	3.979
<i>Symplocos quitensis</i>	59.091	3.277	2.273	0.571	3.849
Demás especies*	1004.924	55.735	334.091	84.000	139.735
Otras**	7.955	0.441	2.273	0.571	1.013
<b>Total general</b>	<b>1803.030</b>	<b>100.000</b>	<b>397.727</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

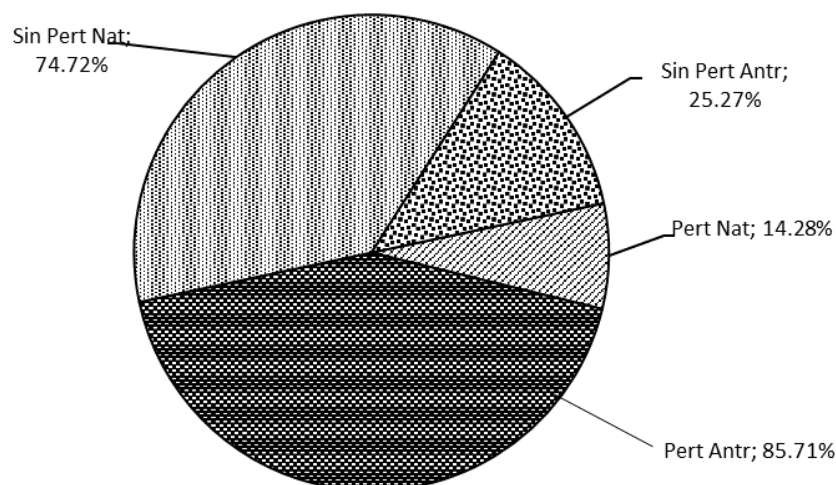
\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

## 5.2.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

### 5.2.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

Los registros de campo muestran que el efecto de la perturbación antrópica es mayor comparado con la perturbación natural, siendo su incidencia cerca de 86%. En la Figura 32, se presenta en cifras porcentuales los factores de perturbación registrados.

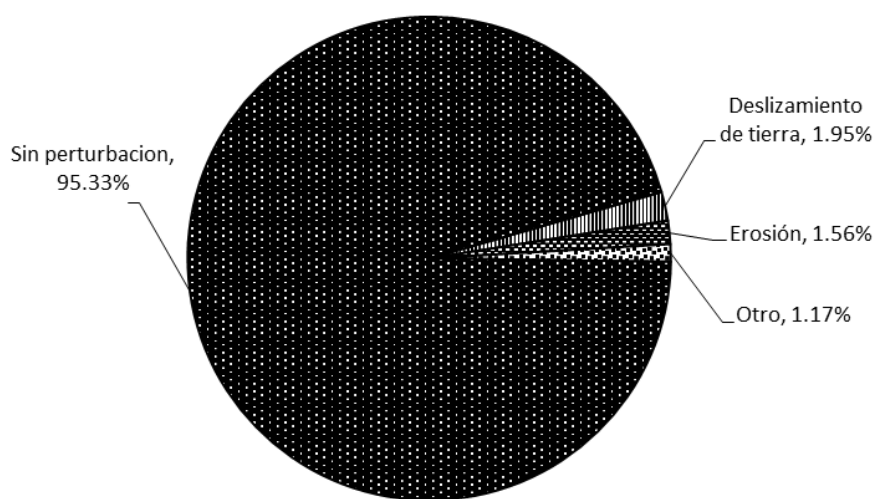
**Figura 32. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Sierra**



### 5.2.7.2. Perturbación Natural

De acuerdo con los registros de campo, los bosques han sufrido escasa perturbación natural (95.33%); no obstante, los deslizamientos de tierra fueron registrados como la más importante causa de disturbio y representa cerca de 2% de los bosques, seguido de erosión que representa 1.56% de los bosques de la Sierra. En ambos casos, la magnitud de la perturbación natural es bastante leve. En la Figura 33, se presenta en términos porcentuales los factores naturales que causan perturbación en los bosques de la ecozona Sierra.

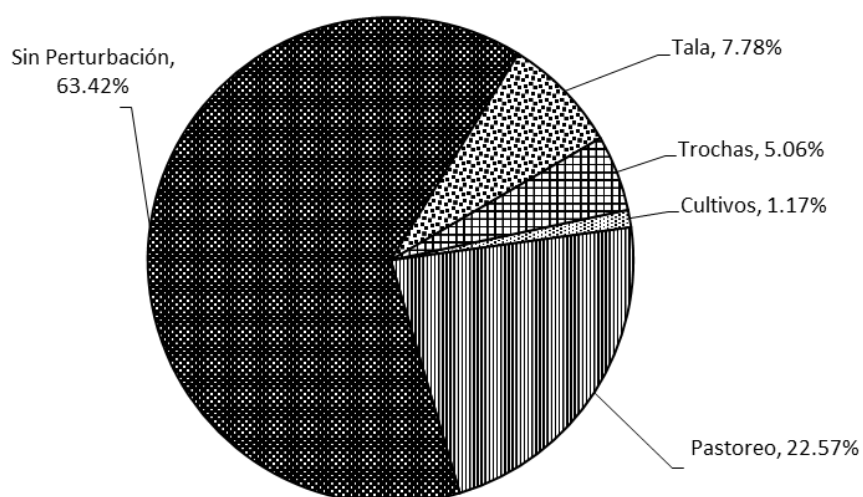
**Figura 33. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Sierra**



### 5.2.7.3. Perturbación Antrópica

En la Figura 34 se presenta los agentes antrópicos que ocasionan perturbación en el bosque de la ecozona Sierra. La perturbación antrópica que causa mayor afectación es el pastoreo, observado en aproximadamente 22.57% del bosque. Cerca de 63.42% de la superficie muestreada no está afectada por ningún tipo de perturbación.

La perturbación generada por la tala de bosque afecta 7.78% del bosque, seguido de la apertura de trochas (5.06%), el establecimiento de cultivos contribuye con 1.17% de los disturbios en el bosque de la ecozona Sierra.

**Figura 34. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Sierra**

## 5.2.8. Especies forestales amenazadas

### 5.2.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el cuadro 37 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 37. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

Nº	Nombre científico	Nombre común
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>		
1	<i>Buddleja longifolia</i>	Quishuar
2	<i>Capparis flexuosa</i>	Sapote
3	<i>Capparis scabrida</i>	Sapote
4	<i>Kageneckia lanceolata</i>	Lloque
5	<i>Myrcia fallax</i>	
6	<i>Prumnopitys harmsiana</i>	Romerillo hembra
7	<i>Tetrasida chachapoyensis</i>	
<b>EN PELIGRO (EN)</b>		
8	<i>Polylepis microphylla</i>	Queñua
9	<i>Polylepis multijuga</i>	Queñua
10	<i>Polylepis tomentella</i>	Queñua
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
11	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso
12	<i>Escallonia myrtilloides</i>	Chachacomo
13	<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacomo
14	<i>Gynoxis cuzcoensis</i>	Quishuar
15	<i>Jacaranda acutifolia</i>	Yaravisco
16	<i>Mauria heterophylla</i>	Quinsa
17	<i>Polylepis rugulosa</i>	Queñua
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>		
18	<i>Myrcianthes oreophylla</i>	Unka

### 5.2.8.2. Especies con categorización CITES

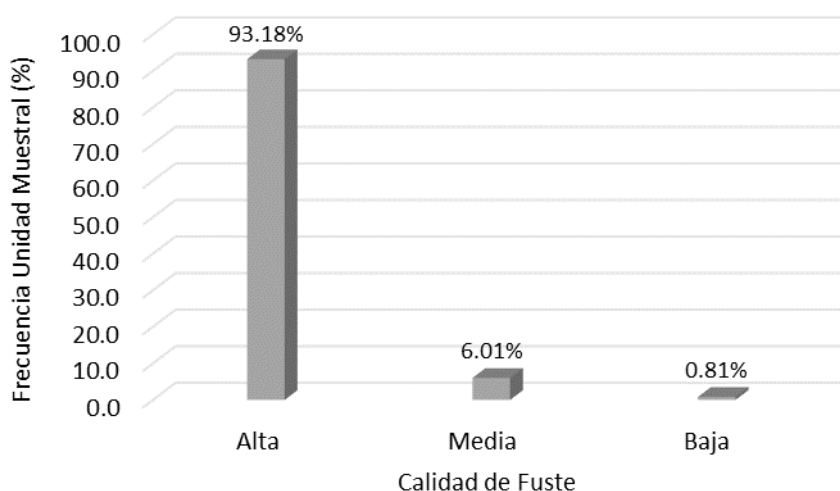
Para la ecozona Sierra no se han registrado especies de flora con categorización CITES.

### 5.2.9. Condición de los árboles

#### 5.2.9.1. Calidad de fuste de los árboles de especies comerciales y no comerciales

En la Figura 35, se muestra el promedio de la frecuencia de la calidad de fuste de los árboles registrados. La calidad de fuste óptima o alta de los árboles en esta ecozona es 93.18%, mientras que la calidad de fuste regular o medio es de 6.01% y la calidad baja es de 0.81%.

**Figura 35. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Sierra**



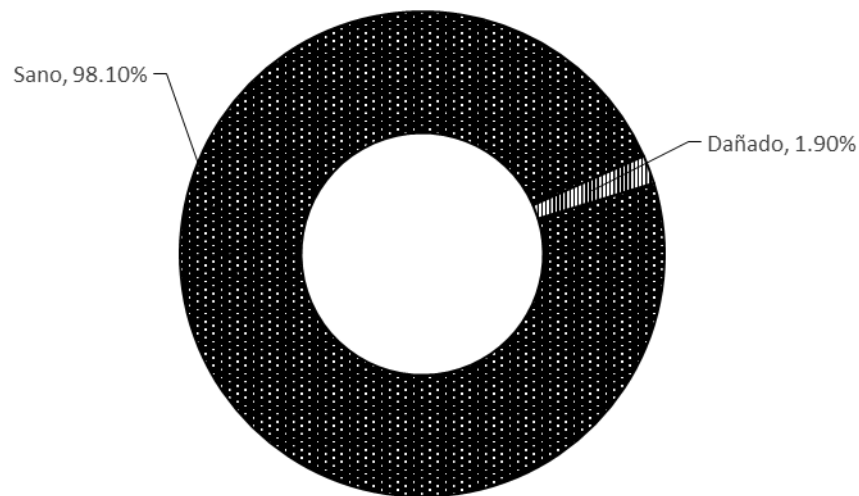
#### 5.2.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles de especies comerciales y no comerciales

Los árboles de la ecozona Sierra observados en las 52 unidades de muestreo cuentan con buen estado fitosanitario ya que 98.10% de los individuos califican como “sanos”. Un bajo porcentaje (1.90%) de fustes se caracterizan por presentar algún tipo de daño, de estos, 84.85% presenta daño “leve” y 15.15% presenta daño “severo”. Figura 36.



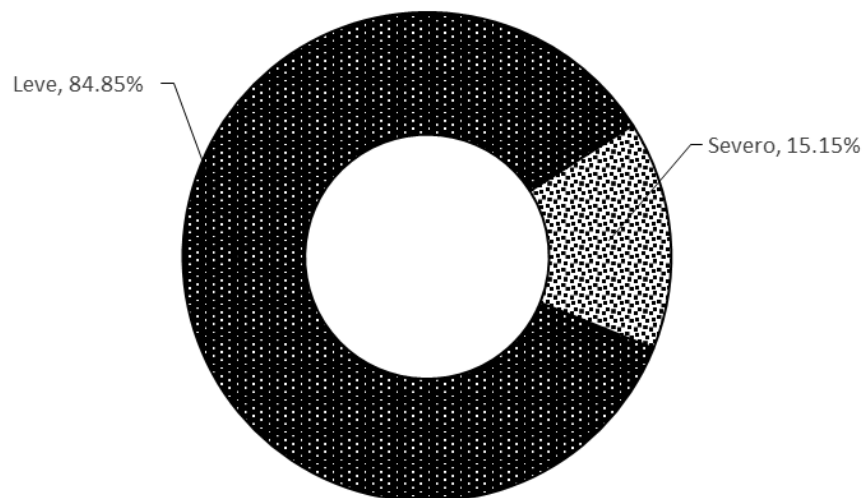
**Figura 36. Condición fitosanitaria de los árboles mayores de 5 cm dap registrados en la ecozona Sierra**

---



**Figura 37. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles  $\geq 5$  cm de dap registrados en la ecozona Sierra**

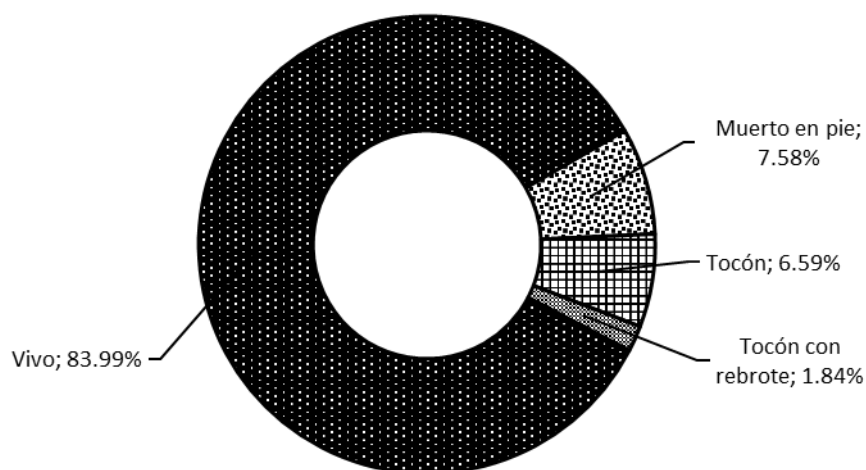
---



#### **5.2.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)**

Cerca del 84% de los árboles mayores de 5 cm dap de la ecozona Sierra están en condición de árboles vivos, mientras que el 7.58% están muertos en pie. Asimismo, 8.43% de los individuos en esta ecozona se encuentran en estado tocón, correspondiendo 6.59% a tocón propiamente dicho y 1.84% corresponde a tocones con rebrote. (figura 38)

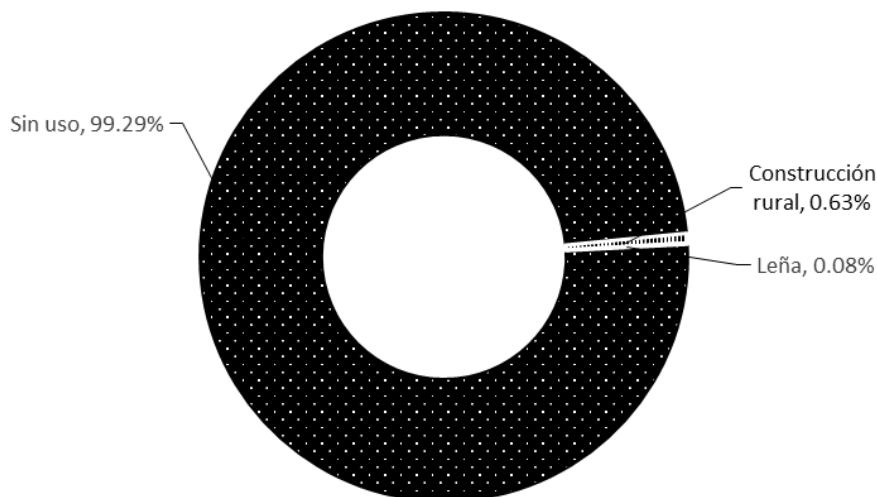
**Figura 38. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)**



### 5.2.9. Usos de las especies forestales

Según los datos recabados en las unidades muestrales de la ecozona Sierra, la mayor parte de los árboles fueron anotados sin uso, una mínima parte de los árboles registrados tienen uso potencial en construcción rural (0.63%), seguido de leña (0.08%).

**Figura 39. Uso potencial de los árboles mayores o iguales de 5 cm de dap registrados en la ecozona Sierra**



### 5.2.10. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

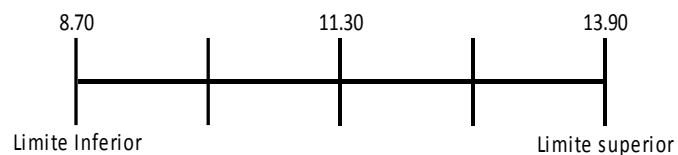
En el cuadro 35 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona Sierra con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 35. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Sierra del inventario nacional forestal**

Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desviación Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs. de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel. de Muestreo(%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
≥5 cm dap	631.66	88.27	13.97	12.13	45.04	586.62	676.70	7.13
≥10 cm dap	241.25	91.69	38.00	12.59	46.78	194.47	288.03	19.39
05≤DAP<10	390.41	163.06	41.77	22.40	83.20	307.21	473.61	21.31
<b>Área basal/ha (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
≥5 cm dap	7.57	1.40	18.54	0.19	0.72	6.85	8.29	9.46
≥10 cm dap	6.01	2.39	39.71	0.33	1.22	4.79	7.23	20.26
05≤DAP<10	1.56	0.64	40.87	0.09	0.33	1.23	1.89	20.85
<b>Volumen/ha (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
≥5 cm dap	13.26	3.63	27.34	0.50	1.85	98.27	118.37	13.95
≥10 cm dap	11.30	5.11	45.18	0.70	2.60	8.70	13.90	23.05
05≤DAP<10	1.96	0.89	45.53	0.12	0.46	1.50	2.42	23.23
<b>N° de Latizales</b>	1803.03	1805.73	100.15	272.22	548.99	1254.04	2352.02	30.45
<b>N° de Brinzales</b>	1989.39	2236.78	112.44	337.21	680.04	2669.44	1309.35	34.18

La

Figura 40 muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles ≥10 cm dap a un 95% de confianza. Lo cual se interpreta como: si se toma una muestra de las 52 unidades muestrales, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza.

**Figura 40. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Sierra en árboles (≥10 cm dap), todas las especies excepto palmeras**

## ECOZONA SELVA ALTA ACCESIBLE

### 5.3.1. Composición florística

#### 5.3.1.1. Composición florística a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos en 28 unidades muestrales 2641 individuos  $\geq 10$  cm dap, correspondiendo 2361 a individuos vivos, 239 a individuos muertos en pie y 37 individuos a tocones, 4 individuos a tocón con rebrote.

En el caso de los individuos vivos  $\geq 10$  cm dap, se ha reportado 78 familias identificadas (promedio 17.89 por unidad muestral), 265 géneros (29.50 géneros por unidad muestral) y 467 especies (32.82 especies por unidad muestral) (Cuadro 36).

**Cuadro 36. Número de individuos vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontrados en veintiocho unidades muestrales del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible.**

Variables	Total	Promedio	Desv. Estándar
<b>N° de Familias</b>			
(10≤dap<30 cm)	77	16.04	8.45
(≥30 cm dap)	48	8.71	5.02
Sub total	78	17.89	8.64
<b>N° de Géneros</b>			
(10≤dap<30 cm)	247	24.93	14.00
(≥30 cm dap)	145	11.89	7.24
Sub total	265	29.50	15.57
<b>N° de Especies en general</b>			
(10≤dap<30 cm)	424	27.29	16.76
(≥30 cm dap)	220	12.71	8.26
Sub total	467	32.82	19.26

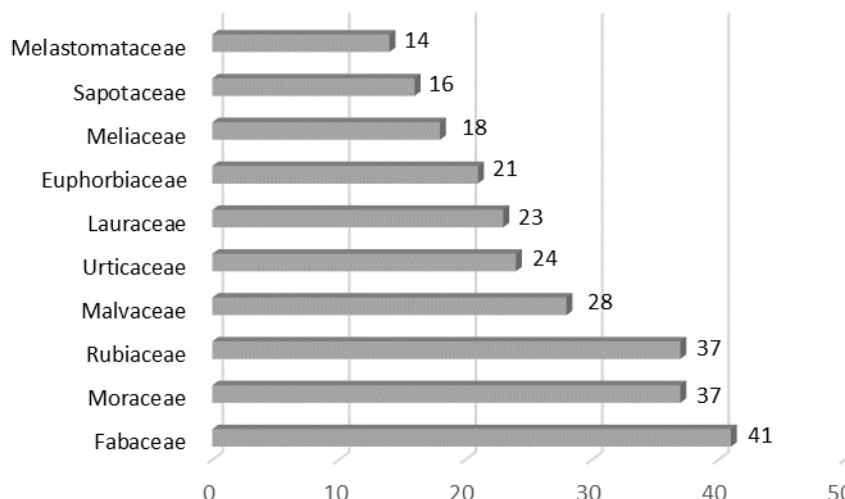
Los individuos vivos del estrato fustal comprenden a 77 familias botánicas diferentes (promedio de 16.04 por unidad muestral). Asimismo, fueron registrados 247 géneros (promedio de 24.93 por unidad muestral) y 424 especies (promedio de 27.29 por unidad muestral).

Los individuos vivos del estrato arbóreo ( $\geq 30$  cm dap) corresponden a 48 familias botánicas diferentes identificadas (promedio de 8.71 por unidad muestral). Asimismo, fueron registrados 145 géneros (promedio de 11.89 por unidad muestral) y 220 especies (promedio de 12.71 por unidad muestral).

Las diez primeras familias con mayor número de especies  $\geq 10$  cm dap en las 28 unidades muestrales fueron: Fabaceae (41 especies), Moraceae y Rubiaceae (37 especies cada uno), Malvaceae (28 especies), Urticaceae (24 especies), Lauraceae (23 especies), Euphorbiaceae (21 especies), Meliaceae (18 especies), Sapotaceae (16 especies) y Melastomataceae (14 especies), el resto de las familias cuenta con menos de 12 especies (Figura 41)

Las seis especies más abundantes cuyos diámetros son superiores de 10 cm de dap fueron *Inga* sp. (73 individuos) *Nectandra* sp. (42 individuos), *Socratea exorrhiza* (41 individuos), *Cecropia* sp. (38 individuos), *Miconia* sp. (32 individuos) y *Pouteria* sp. (30 individuos).

**Figura 41. Diez primeras familias con mayor número de especies**



### 5.3.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

#### 5.3.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa en general de las 28 unidades muestrales, calculada con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 10$  cm dap, muestra valor de 5.59 con una equidad de 0.91, valores considerados como normales para las condiciones de bosque tropical, superado solo por el bosque de la ecozona Selva Baja.

Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 290 tiene el valor de 3.96, siendo el mayor y uno de los más diversos de las 28 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.91. La unidad muestral 371 tiene un valor de 3.93, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.94. En la unidad muestral 161 el valor de la equidad fue mayor (0.98) y la diversidad (2.58), como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta parcela, aunque el valor de la diversidad no fue tan alto. La unidad muestral 268 presentó bajos valores de índice de Shannon Wiener y equidad de Pielou, equivalente a cero (0), constituyéndose en la unidad muestral menos diversa de todas.

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal.

En los valores presentados en el Cuadro 37 se puede observar que la UM 268, presenta valor cero (0.00) del índice de Shannon, por lo cual puede pensarse que tiene un

comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos del índice en las UM 290 (3.96) y 371 (3.93) (Figura 42).

**Cuadro 37. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou de 28 unidades muestrales**

UM	$H'$	S	$J'$	UM	$H'$	S	$J'$
141	3.794	57	0.938	352	3.271	37	0.906
159	3.095	33	0.885	354	3.227	34	0.915
160	1.455	6	0.812	371	3.938	66	0.940
161	2.589	14	0.981	372	3.233	30	0.951
228	3.274	33	0.936	374	3.124	31	0.910
229	2.823	28	0.847	382	1.837	7	0.944
230	3.860	59	0.947	383	2.642	21	0.868
250	3.189	36	0.890	385	3.570	48	0.922
259	3.259	38	0.896	386	3.853	59	0.945
260	1.696	6	0.946	394	2.837	20	0.947
268	0.000	1	0.000	417	1.735	11	0.723
290	3.960	76	0.914	450	3.569	39	0.974
303	3.571	44	0.944	469	2.396	15	0.885
333	3.134	31	0.913	486	3.306	39	0.902
<b>Total</b>					<b>5.593</b>	<b>467</b>	<b>0.910</b>

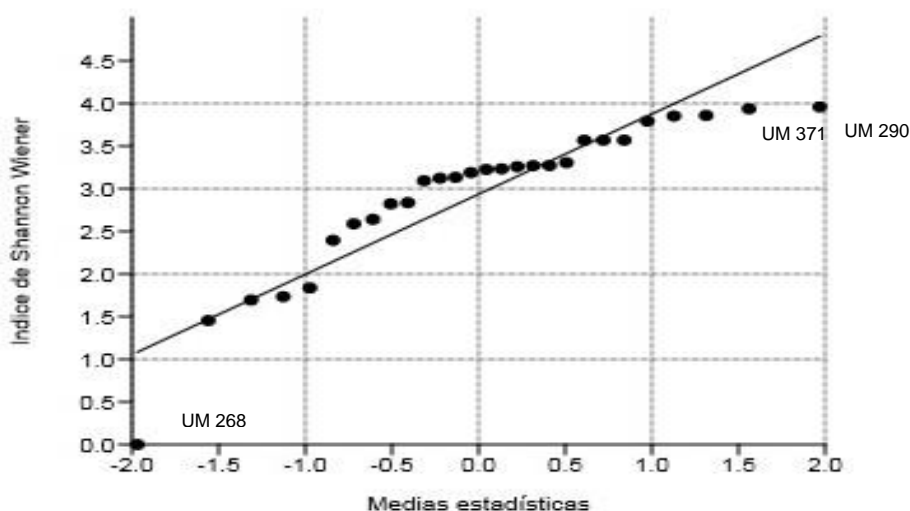
UM: Unidad muestral

$H'$ : Índice de Diversidad Shannon Wiener

S: Número de especies

$J'$ : Equidad de Pielou

**Figura 42. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



#### 5.3.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

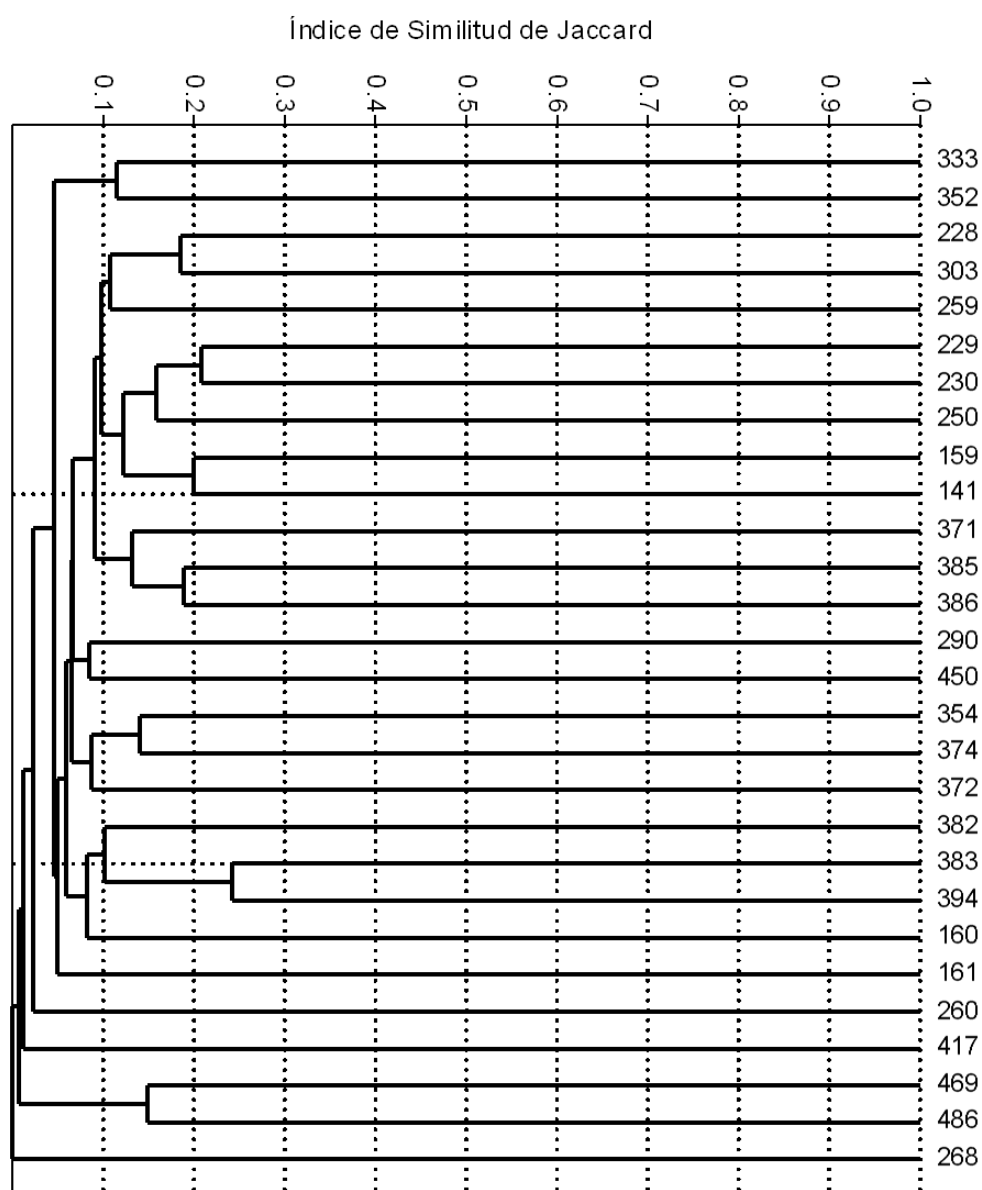
Los coeficientes de Jaccard y Sørensen fueron estimados con individuos  $\geq 10$  cm dap. Ambos coeficientes relacionan la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en

nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

La mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 394 con 383 (39% de similitud), con 8 especies compartidas entre unidades muestrales. Asimismo, las unidades muestrales 229 y 230 presentan una similitud de 34.48% con 15 especies compartidas (según se aprecia en la Tabla 11 del Anexo III). La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura 43).

**Figura 43. Similitud de especies entre las 28 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales y los valores de la parte superior el Coeficiente de Jaccard



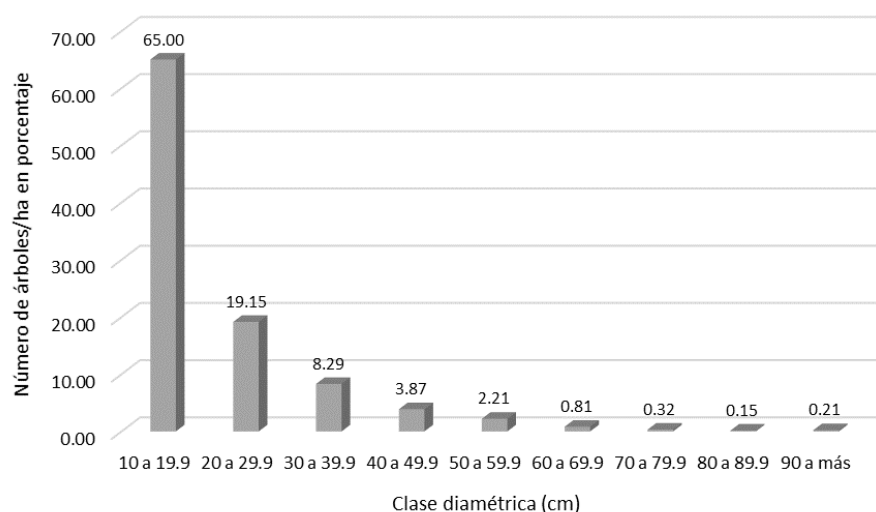
### 5.3.2. Estructura del bosque

#### 5.3.2.1. Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal a través de las distribuciones diamétricas nos permite inferir el estado demográfico de las masas boscosas y sus posibles problemas de conservación. En principio una distribución de tamaños en forma exponencial negativa cuyo modelo es  $Y = Ke^{-ax}$ , más conocida como curva en forma de “J” invertida, muestra una mayor proporción en las clases diamétricas cuyos tallos son delgados (que corresponde a los individuos más jóvenes) la misma que aseguraría el reclutamiento y la regeneración de la población.

En la Figura 44 se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea  $\geq 10$  cm dap expresado en porcentaje, configurando la típica “J” invertida.

**Figura 44. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Alta Accesible expresado en porcentaje**



La estructura horizontal del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas inferiores y menor abundancia en los diámetros mayores. En total se contó hasta 375.85 individuos por hectárea, el 84% corresponden al estrato fustal ( $10 \leq \text{dap} < 30$ ) y el resto al estrato arbóreo ( $\geq 30$  dap). Las diez primeras especies representan bajos valores porcentuales con respecto a sus valores totales, que están en el orden de 15.28, 15.86, y 12.19, para individuos  $\geq 10$  cm dap, fustal y arbóreo, respectivamente.

En la clase diamétrica de 10-19.90 cm, la especie más abundante es *Inga* sp., y representa 2.69% del número total de individuos por hectárea en esta clase diamétrica. Del mismo modo, las especies *Inga* sp., *Cecropia polystacha*, *Cecropia* sp. y *Ocotea* sp. son las más abundantes en la clase diamétrica 20-29.9 cm y congregan 9.96% del total registrado en esta clase diamétrica.

Las especies más abundantes en la clase diamétrica 30-39.9 cm son *Inga* sp. y *Ficus* sp., representan 9.49% del total de la clase diamétrica. Por su parte, las especies *Trichilia* sp. *Cedrela odorata* y *Attalea phareolata*, son las más abundantes en la clase diamétrica 40-49.9 cm congregando juntas 12.43% del total en su clase diamétrica.



Del mismo modo, las especies *Matisia cordata*, *Inga* sp. y *Clarisia racemosa* son las más abundantes en la clase diamétrica 50-59.9 cm y representan el 13.72% del total registrado.

A partir de 60 cm de Dap son escasas las especies que sobresalen; no obstante, se observa que las especies *Trichila* sp., *Attalea phareolata* y *Apeiba aspera* sobresalen en la clase diamétrica de 60 a 69.9 y representan 27.19% del total registrado para esta clase diamétrica.

En el Cuadro 38 se presenta las diez primeras especies forestales con mayor número de individuos por hectárea. Estas diez primeras especies representan 15.28% del total general de la ecozona. La lista detallada del número de individuos por hectárea para cada una de las especies y clases diamétricas se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo 3 que se adjunta.

La especie más abundante en dap  $\geq 10$  cm es *Inga* sp., (3% del total general). En los estratos fustal y arbóreo, esta misma especie es también la más abundante y representa 2.95% y 3.67% del total en sus respectivos estratos.

**Cuadro 38. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Número de árboles/ha por clase diamétrica (cm)									Total	Número árboles/ha por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		10≤Dap<30	Dap≥30
<i>Inga</i> sp.	6.594	2.741	1.578	0.099	0.357	0.158	0.000	0.000	0.000	11.527	9.335	2.192
<i>Cecropia</i> sp.	5.212	1.442	0.603	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.256	6.654	0.603
<i>Nectandra</i> sp.	4.640	1.089	0.639	0.118	0.118	0.000	0.000	0.000	0.000	6.604	5.729	0.875
<i>Cecropia polystachya</i>	4.486	1.576	0.315	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.377	6.062	0.315
<i>Socratea exorrhiza</i>	5.053	0.615	0.038	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.706	5.669	0.038
<i>Miconia</i> sp.	3.936	0.436	0.123	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.570	4.372	0.198
<i>Ficus</i> sp.	1.381	0.457	1.381	0.134	0.134	0.134	0.000	0.156	0.118	3.896	1.838	2.058
<i>Pouteria</i> sp.	2.877	0.415	0.370	0.193	0.000	0.038	0.000	0.000	0.000	3.891	3.292	0.600
<i>Protium</i> sp.	2.869	0.648	0.256	0.000	0.099	0.000	0.000	0.000	0.000	3.873	3.518	0.355
<i>Nealchornea yapurensis</i>	3.126	0.573	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	3.737	3.700	0.038
Demás especies*	200.130	59.895	24.342	13.290	6.971	2.623	1.192	0.393	0.585	309.422	260.025	49.397
Otras**	3.990	2.070	1.520	0.650	0.627	0.099	0.000	0.000	0.038	8.994	6.060	2.934
<b>Total general</b>	<b>244.294</b>	<b>71.958</b>	<b>31.165</b>	<b>14.559</b>	<b>8.307</b>	<b>3.052</b>	<b>1.192</b>	<b>0.548</b>	<b>0.779</b>	<b>375.854</b>	<b>316.252</b>	<b>59.601</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.3.2.2. Estructura vertical

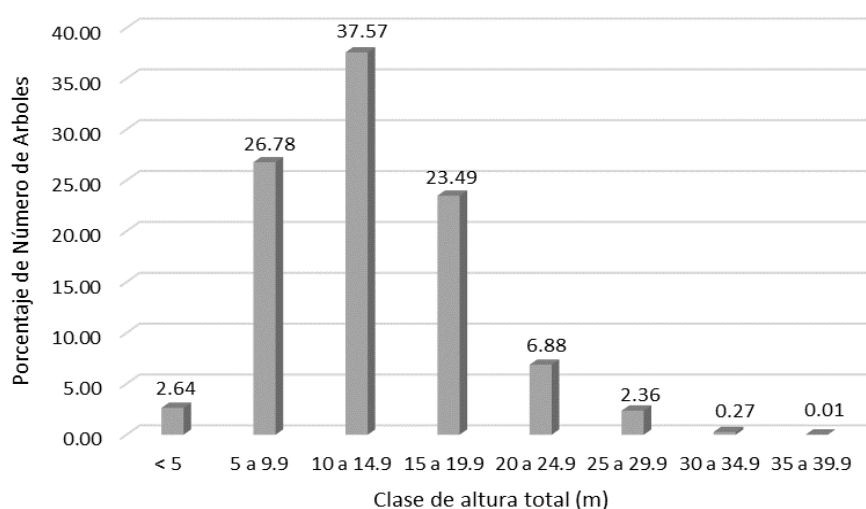
Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la Selva Alta Accesible hemos establecido categorías de alturas tomando como referencia la altura máxima de los individuos en general. En ese sentido, Killeen et al. (1998), propone clasificar las alturas de los árboles a intervalos de 5 m, permitiendo de esta manera describir la distribución de las especies en cuatro estratos: sotobosque (<5 m), subdosel (5-14.90 m), dosel (15-24.80) y emergente (>25). Alternativamente, La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal – IUFRO distingue para los bosques tropicales tres estratos o pisos y los clasifica de la siguiente manera: superior

(emergente) altura mayor a 2/3 de la altura superior de vuelo, medio (dosel) entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo, inferior (sotobosque) altura menor a 1/3 de la altura superior del vuelo (Lamprecht, 1990).

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente ocho clases altimétricas de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica.

En la Figura 45 se presenta la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 10$  cm dap de las 28 unidades muestrales registradas. La mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase altimétrica de 10-14.9 m y representa el 37.57% del total, el menor número de árboles se encuentra en la clase altimétrica 35 a 39.90 m con 0.01% del total. Asimismo, 15.92% de las especies identificadas están presentes en las clases altimétricas de 5 a 25 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (Lamprecht, 1990). Las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuya altura es superior a 25 m son las especies *Hura crepitans*, *Ochroma pyramidale* y *Otoba parvifolia*.

**Figura 45. Distribución del número de árboles por clase de altura total**



La especie *Cecropia polystachya* es la más abundante en las clases altimétrica <5 m, de 5-9.9 y 10-14.9 m de altura con 0.63, 1.11 y 4.64 individuos por hectárea, respectivamente, en esta última clase altimétrica le sigue la especie *Nectandra* sp. con 4 individuos por hectárea.

La especie *Inga* sp. es la más abundante en la clase altimétricas 15-19.9 m de altura con 4.86 individuos por hectárea, esta misma especie también es más abundante en la clase altimétrica de 20-24.9 m de altura con 1.24 individuos por hectárea; mientras que en la clase altimétrica de 25-29.9 m de altura, la especie *Heisteria* sp. es la más abundante con 0.75 individuos por hectárea. En la clase altimétrica de 30-34.9 m de altura la especie más abundante es *Matisia cordata* con 0.31 individuos por hectárea.

El árbol más alto mide 35 m de altura total y corresponde a una especie no identificada, ubicado en la unidad muestral 386. La altura promedio de los fustes de los árboles es de 8.35 m.

La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo 3 que se adjunta.

### 5.3.3. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro 39 se presentan las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m<sup>2</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥10 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo 3 que se adjunta.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan 20.69% del total registrado en esta ecozona. En general, el estrato arbóreo representa 58% del total del área basal, mientras que los fustales representan 41.87% del total del área basal registrado.

**Cuadro 39. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área basal (m <sup>2</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	Área basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		10≤Dap<30	Dap≥30
<i>Ficus</i> sp.	0.022	0.023	0.122	0.019	0.027	0.043	0.000	0.097	0.410	0.763	0.046	0.718
<i>Inga</i> sp.	0.096	0.131	0.149	0.014	0.081	0.048	0.000	0.000	0.000	0.518	0.226	0.292
<i>Tabebuia</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.396	0.396	0.000	0.396
<i>Matisia cordata</i>	0.015	0.000	0.030	0.007	0.102	0.013	0.000	0.000	0.151	0.318	0.015	0.302
<i>Cedrela odorata</i>	0.010	0.009	0.010	0.093	0.027	0.075	0.094	0.000	0.000	0.318	0.019	0.299
<i>Attalea phalerata</i>	0.000	0.000	0.007	0.079	0.050	0.088	0.089	0.000	0.000	0.314	0.000	0.314
<i>Clarisia racemosa</i>	0.002	0.020	0.044	0.054	0.075	0.000	0.063	0.000	0.000	0.259	0.022	0.238
<i>Trichilia</i> sp.	0.029	0.000	0.016	0.101	0.009	0.104	0.000	0.000	0.000	0.259	0.029	0.230
<i>Nectandra</i> sp.	0.067	0.053	0.057	0.017	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.220	0.120	0.100
<i>Cecropia</i> sp.	0.103	0.063	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.214	0.166	0.048
Demás especies*	3.498	2.944	2.231	1.754	1.366	0.591	0.260	0.219	0.250	13.113	6.442	6.671
Otras**	0.052	0.105	0.152	0.099	0.140	0.028	0.000	0.000	0.030	0.606	0.158	0.448
<b>Total general</b>	<b>3.895</b>	<b>3.348</b>	<b>2.867</b>	<b>2.237</b>	<b>1.902</b>	<b>0.990</b>	<b>0.506</b>	<b>0.315</b>	<b>1.236</b>	<b>17.298</b>	<b>7.243</b>	<b>10.054</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.3.4. Existencias volumétricas

#### 5.3.4.1. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 40 se presentan las 10 primeras especies forestales con volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥10 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo 3 que se adjunta.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen 23.51% del total registrado en esta ecozona. A nivel general, el estrato arbóreo representa 67.66% del total del volumen, mientras que el estrato fustal representa 32.33% del total registrado en volumen en esta ecozona. En el estrato fustal, dos especies (*Inga* sp. y *Cecropia* sp.) representan 6.37% del volumen total registrado en este estrato. En el estrato arbóreo

dos especies (*Ficus* sp. y *Matisia cordata*) aportan 14.43% del volumen registrado en el estrato arboreo, destacando la primera con 7.21% del total registrado en este estrato.

**Cuadro 40. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		10≤Dap<30	Dap≥30
<i>Ficus</i> sp.	0.111	0.190	0.749	0.134	0.175	0.337	0.000	0.944	4.875	7.514	0.300	7.213
<i>Matisia cordata</i>	0.074	0.000	0.196	0.042	1.273	0.154	0.000	0.000	2.546	4.285	0.074	4.211
<i>Inga</i> sp.	0.441	0.933	1.022	0.140	0.456	0.216	0.000	0.000	0.000	3.209	1.374	1.835
<i>Tabebuia</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.575	2.575	0.000	2.575
<i>Cedrela odorata</i>	0.055	0.071	0.078	0.720	0.245	0.615	0.520	0.000	0.000	2.304	0.126	2.178
<i>Clarisia racemosa</i>	0.002	0.076	0.284	0.435	0.717	0.000	0.452	0.000	0.000	1.966	0.078	1.888
<i>Trichilia</i> sp.	0.136	0.000	0.176	0.624	0.044	0.631	0.000	0.000	0.000	1.612	0.136	1.476
<i>Cecropia</i> sp.	0.603	0.433	0.359	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.395	1.036	0.359
<i>Brosimum</i> sp.	0.086	0.275	0.000	0.000	0.106	0.000	0.000	0.861	0.000	1.328	0.361	0.967
<i>Nectandra</i> sp.	0.345	0.290	0.415	0.111	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	1.327	0.636	0.691
Demás especies*	14.496	17.825	16.408	12.732	11.377	5.295	2.602	0.912	1.303	82.950	32.321	50.629
Otras**	0.316	1.067	1.553	1.155	1.845	0.382	0.000	0.000	0.211	6.529	1.383	5.146
<b>Total general</b>	<b>16.666</b>	<b>21.160</b>	<b>21.239</b>	<b>16.093</b>	<b>16.403</b>	<b>7.630</b>	<b>3.575</b>	<b>2.717</b>	<b>11.510</b>	<b>116.992</b>	<b>37.826</b>	<b>79.166</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

#### 5.3.4.2. Volumen comercial por grupo potencial de mercado

En el Cuadro 41 se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de cada uno de los grupos comerciales con potencial mercado de exportación, nacional y regional y el volumen de las especies maderables sin demanda comercial, excluyendo las especies de la familia Arecaceae (palmeras).

**Cuadro 41. Volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales para individuos del estrato fustal y arboreo**

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)			
	Total	10≤dap<30	30≤dap<60	≥60
Especies con potencial mercado de exportación	4.65	0.83	2.57	1.25
Especies con potencial mercado nacional	6.25	1.15	3.54	1.56
Especies con potencial mercado regional	3.35	0.77	1.73	0.85
Especies sin demanda comercial	102.74	35.08	45.90	21.76
<b>Total</b>	<b>116.99</b>	<b>37.83</b>	<b>53.74</b>	<b>25.42</b>

El estrato fustal presenta 2.75 m<sup>3</sup>/ha de madera comercial, mientras que el estrato arbóreo presenta también importante volumen comercial, con cerca de 11.50 m<sup>3</sup>/ha. Asimismo, el volumen de madera comercial del estrato arbóreo a partir de 60 cm dap es de 3.66 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo 1.25 m<sup>3</sup>/ha a madera para el mercado de exportación, 1.56 m<sup>3</sup>/ha para el mercado nacional y 0.85 m<sup>3</sup>/ha para el mercado regional. El volumen de madera sin demanda comercial a partir de este dap es elevado y asciende a 21.76 m<sup>3</sup>/ha.

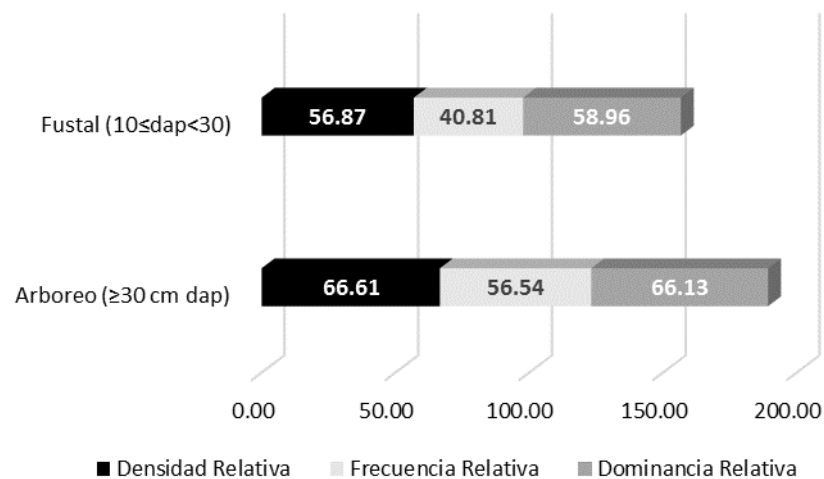
Las especies que conforman cada categoría se presentan en el anexo VII.

### 5.3.5. Índice Valor de Importancia - IVI

#### 5.3.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

A nivel general se registró 78 familias, sin embargo, para facilitar la interpretación de los datos el análisis se efectuó por estratos, es decir, a nivel de estrato fustal y arbóreo. La Figura 46 compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 46. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo**



En el Cuadro 42 y Cuadro 43, se presenta lista de las 10 primeras familias del estrato fustal y arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo 3 que se adjunta.

**Cuadro 42. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.083	8.256	0.821	4.915	0.100	9.953	23.124
Rubiaceae	0.076	7.564	0.750	4.487	0.069	6.856	18.906
Urticaceae	0.068	6.813	0.714	4.274	0.064	6.423	17.510
Euphorbiaceae	0.066	6.582	0.679	4.060	0.067	6.743	17.385
Lauraceae	0.058	5.774	0.714	4.274	0.069	6.881	16.928
Moraceae	0.053	5.312	0.750	4.487	0.061	6.075	15.874
Malvaceae	0.053	5.312	0.607	3.632	0.059	5.899	14.843
Myristicaceae	0.040	3.984	0.536	3.205	0.041	4.103	11.292
Arecaceae	0.039	3.868	0.607	3.632	0.029	2.948	10.449
Meliaceae	0.034	3.406	0.643	3.846	0.031	3.083	10.336
Demás especies*	0.398	39.838	9.393	56.197	0.388	38.763	134.798
Otras**	0.033	3.291	0.500	2.991	0.023	2.273	8.555
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>16.714</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

**Cuadro 43. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**

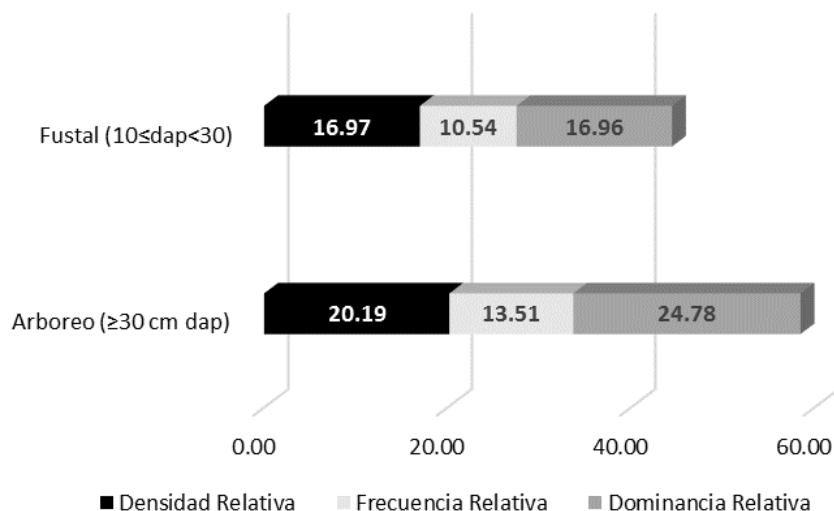
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Moraceae	0.103	10.334	0.750	8.077	0.135	13.526	31.937
Fabaceae	0.094	9.380	0.643	6.923	0.085	8.509	24.812
Meliaceae	0.084	8.426	0.571	6.154	0.092	9.161	23.741
Malvaceae	0.079	7.949	0.500	5.385	0.094	9.440	22.774
Euphorbiaceae	0.064	6.359	0.500	5.385	0.065	6.517	18.261
Lauraceae	0.060	6.041	0.500	5.385	0.046	4.607	16.033
Urticaceae	0.046	4.610	0.571	6.154	0.032	3.232	13.996
Myristicaceae	0.049	4.928	0.429	4.615	0.041	4.076	13.620
Rubiaceae	0.046	4.610	0.464	5.000	0.037	3.749	13.359
Sapotaceae	0.040	3.975	0.321	3.462	0.033	3.314	10.750
Demás especies*	0.296	29.571	3.607	38.846	0.300	30.016	98.432
Otras**	0.038	3.816	0.429	4.615	0.039	3.855	12.285
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>9.286</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

### 5.3.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la Figura 47 se compara el IVI de las diez primeras especies del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 47. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo**

En el Cuadro 44 y Cuadro 45 se presenta las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo que dominan sobre el resto de las especies. La lista detallada de las especies de ambos estratos (fustal y arbóreo) con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo 3. Las 10 primeras especies del estrato fustal representan 44.47 sobre 300% del IVI total en este estrato, la especie *Inga* sp. sobresale de este estrato con 8.84 sobre 300%. En el estrato arbóreo las 10 primeras especies congregan

juntos 58.48 sobre 300% del IVI total, destaca en este estrato la especie *Ficus* sp. con 10.54 sobre 300%.

**Cuadro 44. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Inga</i> sp.	0.031	3.118	0.607	2.185	0.035	3.539	8.842
<i>Socratea exorrhiza</i>	0.023	2.309	0.393	1.414	0.019	1.869	5.592
<i>Nectandra</i> sp.	0.018	1.790	0.357	1.285	0.019	1.888	4.963
<i>Cecropia</i> sp.	0.018	1.848	0.214	0.771	0.020	2.031	4.650
<i>Miconia</i> sp.	0.016	1.559	0.357	1.285	0.014	1.390	4.235
<i>Pouteria</i> sp.	0.013	1.270	0.357	1.285	0.013	1.346	3.902
<i>Cyathea</i> sp.	0.016	1.559	0.179	0.643	0.012	1.233	3.434
<i>Tovomitopsis membranacea</i>	0.013	1.328	0.143	0.514	0.013	1.263	3.105
<i>Alchornea glandulosa</i>	0.009	0.866	0.214	0.771	0.013	1.279	2.917
<i>Nealchornea yapurensis</i>	0.013	1.328	0.107	0.386	0.011	1.118	2.831
Demás especies*	0.795	79.503	24.357	87.661	0.803	80.309	247.473
Otras**	0.035	3.522	0.500	1.799	0.027	2.735	8.056
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>27.786</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

**Cuadro 45. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**

Especies	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Ficus</i> sp.	0.025	2.544	0.321	2.432	0.056	5.567	10.543
<i>Inga</i> sp.	0.030	3.021	0.393	2.973	0.023	2.271	8.265
<i>Attalea phalerata</i>	0.030	3.021	0.036	0.270	0.045	4.528	7.819
<i>Trichilia</i> sp.	0.019	1.908	0.179	1.351	0.020	2.037	5.296
<i>Matisia cordata</i>	0.016	1.590	0.143	1.081	0.024	2.406	5.077
<i>Hevea brasiliensis</i>	0.019	1.908	0.214	1.622	0.013	1.337	4.866
<i>Nectandra</i> sp.	0.017	1.749	0.179	1.351	0.015	1.464	4.564
<i>Cedrela odorata</i>	0.017	1.749	0.036	0.270	0.024	2.398	4.417
<i>Alchornea glandulosa</i>	0.014	1.431	0.143	1.081	0.013	1.335	3.847
<i>Clarisia racemosa</i>	0.013	1.272	0.143	1.081	0.014	1.433	3.786
Demás especies*	0.750	75.040	10.929	82.703	0.705	70.451	228.193
Otras**	0.048	4.769	0.500	3.784	0.048	4.772	13.325
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>13.214</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.3.6. Número de brinzales y latizales

En los Cuadro 46 y Cuadro 47 se presenta las diez primeras especies forestales de brinzales y latizales con mayor IVI, para la ecozona Selva Alta Accesible. La lista



detallada de las especies brinzales y latizales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en las Tablas N° 9 y 10 del Anexo 3 que se adjunta.

**Cuadro 46. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Selva Alta Accesible**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Miconia</i> sp.	234.667	11.224	40.000	6.250	17.474
<i>Piper</i> sp.	122.667	5.867	24.000	3.750	9.617
<i>Inga</i> sp.	74.667	3.571	24.000	3.750	7.321
<i>Cyathea</i> sp.	42.667	2.041	24.000	3.750	5.791
<i>Psychotria</i> sp.	58.667	2.806	16.000	2.500	5.306
<i>Celtis</i> sp.	64.000	3.061	8.000	1.250	4.311
<i>Philodendron dubium</i>	74.667	3.571	4.000	0.625	4.196
<i>Pteris</i> sp.	58.667	2.806	8.000	1.250	4.056
<i>Philodendron</i> sp.	53.333	2.551	4.000	0.625	3.176
<i>Hieronyma</i> sp.	26.667	1.276	12.000	1.875	3.151
Demás especies*	922.667	44.133	424.000	66.250	110.383
Otras**	357.333	17.092	52.000	8.125	25.217
<b>Total general</b>	<b>2090.667</b>	<b>100.000</b>	<b>640.000</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\*Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\*Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

El número de plántulas por hectárea representado por la densidad absoluta de brinzales y latizales revela que existe un regular número de árboles del futuro comparado con los resultados obtenidos en otros estudios en la misma ecozona.

**Cuadro 47. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales de la Ecozona Selva Alta Accesible**

Especie	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Miconia</i> sp.	84.615	7.551	57.692	4.644	12.195
<i>Piper</i> sp.	38.462	3.432	34.615	2.786	6.219
<i>Cecropia</i> sp.	33.333	2.975	34.615	2.786	5.761
<i>Inga</i> sp.	24.359	2.174	30.769	2.477	4.651
<i>Vismia</i> sp.	30.769	2.746	19.231	1.548	4.294
<i>Psychotria</i> sp.	23.077	2.059	26.923	2.167	4.227
<i>Palicourea</i> sp.	21.795	1.945	26.923	2.167	4.112
<i>Cyathea</i> sp.	20.513	1.831	23.077	1.858	3.688
<i>Vernonia</i> sp.	26.923	2.403	7.692	0.619	3.022
<i>Ficus</i> sp.	14.103	1.259	19.231	1.548	2.807
Demás especies*	644.872	57.551	915.385	73.684	131.236
Otras**	157.692	14.073	46.154	3.715	17.788
<b>Total general</b>	<b>1120.513</b>	<b>100.000</b>	<b>1242.308</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.3.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

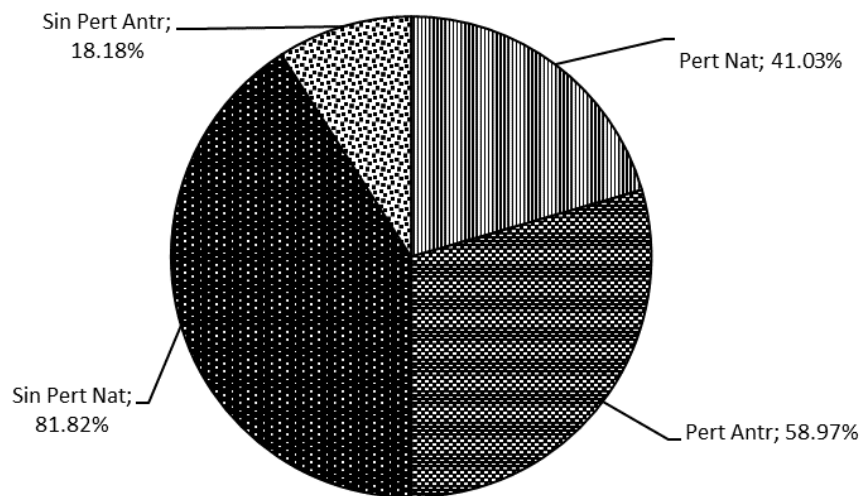
#### 5.3.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

Los registros de campo levantados en la ecozona Selva Alta Accesible revelan que la acción de la perturbación antrópica es superior a la natural en términos porcentuales, siendo su incidencia aproximadamente 59%. En la Figura 47, se compara en términos



porcentuales la acción de ambas perturbaciones en los bosques de la ecozona Selva Alta Accesible.

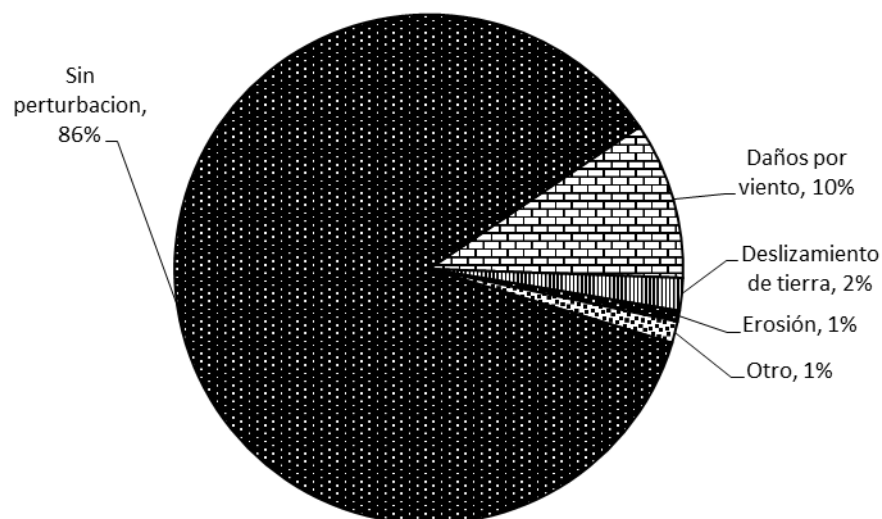
**Figura 47. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**



### 5.3.7.2. Perturbación Natural

La perturbación natural que afecta con mayor incidencia al bosque de la ecozona Selva Alta Accesible son daños por vientos con ocurrencia de 10%. En la Figura 48 se observa la totalidad de los eventos de perturbación natural que afectan al bosque de esta ecozona.

**Figura 48. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Alta Accesible**

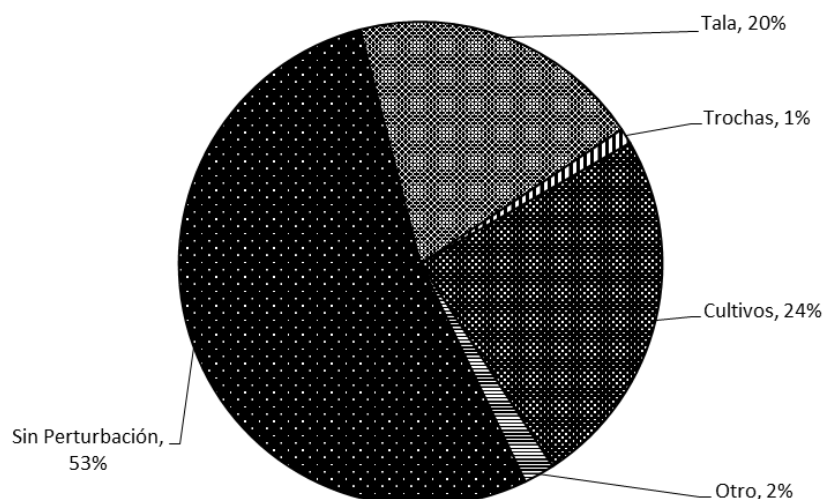


Los daños por viento en esta ecozona acontecen con intensidad ligera a moderadamente perturbada; sin embargo, llama la atención que 86% del bosque de esta ecozona no ha sufrido perturbación natural alguna. El deslizamiento de tierra ocupa el segundo lugar con 2% de la superficie muestreada.

### 5.3.7.2. Perturbación Antrópica

En la Figura 49, se puede visualizar que más del 53% del bosque de esta ecozona no presenta perturbación antrópica alguna. El cambio de uso de la tierra para instalación de cultivos se registró con mayor frecuencia (24%), seguido de la tala (20%).

**Figura 49. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Selva Alta Accesible**



### 5.3.8. Especies forestales amenazadas

#### 5.3.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el cuadro 52 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 52. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>		
1	<i>Lafoensia acuminata</i>	
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
2	<i>Cedrela montana</i>	Cedro de monte
3	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro colorado
4	<i>Copaifera paupera</i>	Copaiba
5	<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arboreo
6	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>		
7	<i>Ceiba pentandra</i>	Lupuna
8	<i>Clarisia racemosa</i>	Guariuba, mashonaste
9	<i>Juglans neotropica</i>	Nogal

### 5.3.8.2. Especies con categorización CITES

En el cuadro 53 se presenta el listado de especies con la categorización CITES

**Cuadro 53. Listado de especies de acuerdo con la categorización CITES**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>Categoría CITES II</b>		
1	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
2	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro

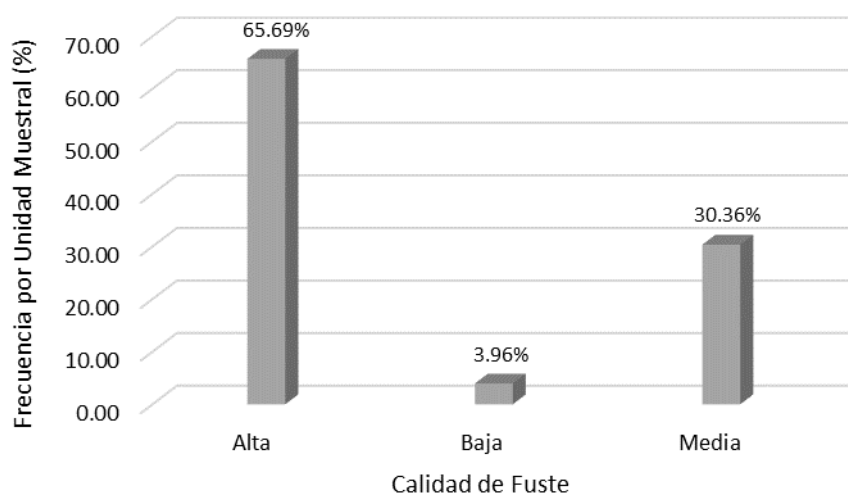
### 5.3.9. Condición de los árboles

#### 5.3.9.1. Calidad de fuste de los árboles

En la Figura 50, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles vivos presentes en las unidades muestrales evaluadas.

La calidad de fuste de los árboles presenta una media de más del 65.69% de fuste de calidad alta, lo que indica que existe arboles en condiciones óptimas para ser aprovechadas. Mientras que la calidad de fuste media y baja presentan una media de 30.36% y 3.96%, respectivamente.

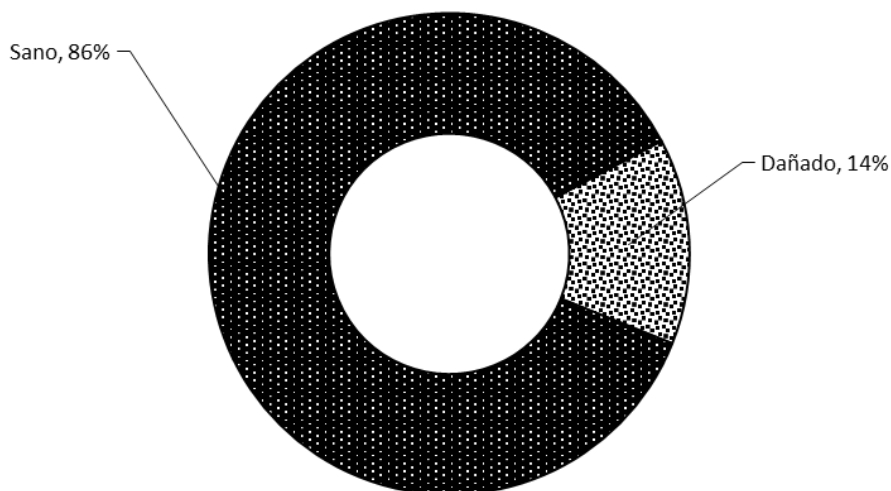
**Figura 50. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Alta Accesible**



#### 5.3.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles

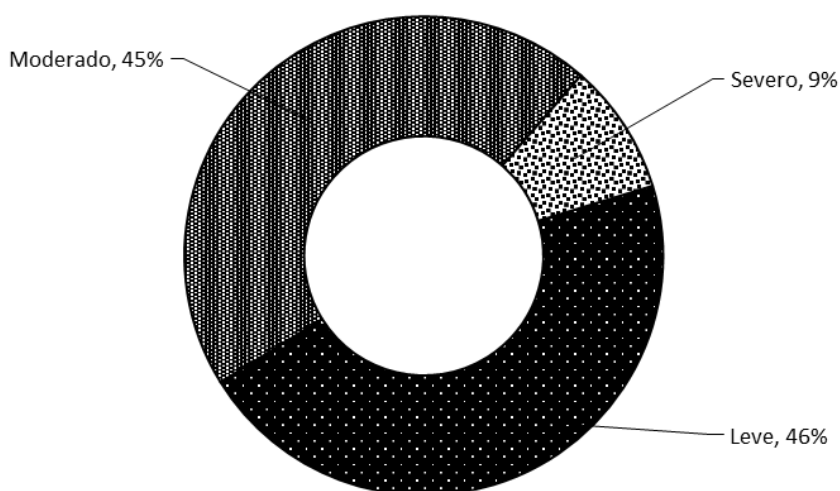
Los árboles de la ecozona Selva Alta Accesible mayormente presentan buen estado fitosanitario. Aproximadamente 86% de los individuos califican “sanos”, mientras que 14% de los árboles presentan algún tipo de daño fitosanitario (Figura 51).

**Figura 51. Condición fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible**



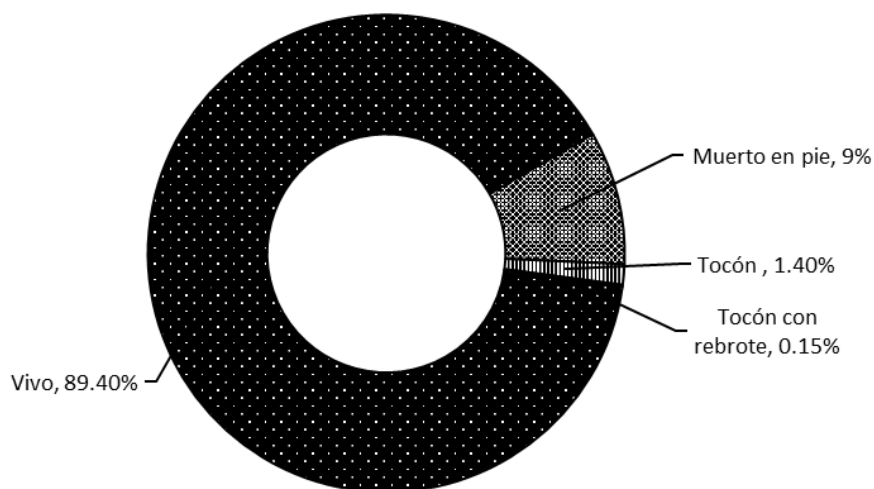
En la Figura 52, se observa que de los árboles que padecen algún tipo de daño, aproximadamente 46% presentan daño leve, mientras que 45% sufre daño moderado y cerca de 9% soporta daño severo.

**Figura 52. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible**



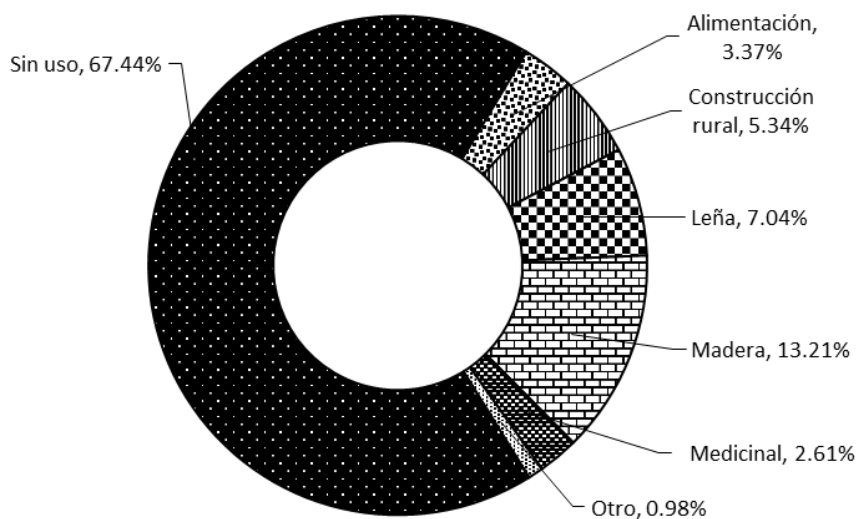
#### 5.3.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)

Las unidades muestrales evaluadas, muestran alto porcentaje de árboles vivos, alcanzando un promedio de 89.40% del total registrado. La misma figura muestra que 9% de los árboles han sido registrados muertos en pie. También se observa que algunos árboles han sido talados, quedando los tocones como saldo de esta intervención antrópica (1.40%); asimismo, los árboles con rebrotes en los tocones representan 0.15%. Figura 53.

**Figura 53. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)**

### 5.3.10. Usos de las especies forestales

El mayor porcentaje de las especies registradas tiene potencial maderable (13.21%), seguido de leña (7.04%) y construcción rural (5.34%). Asimismo, otras especies se caracterizan por contar con uso potencial para alimentación (3.37%) y medicinal (2.61%). Asimismo, llama la atención que un alto porcentaje de árboles fueron consignados sin uso (67.44%) lo cual es poco común (Figura 54).

**Figura 54. Usos potenciales de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta Accesible**

### 5.3.11. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el Cuadro 48 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona Selva Alta Accesible con un nivel de confianza del 95%.

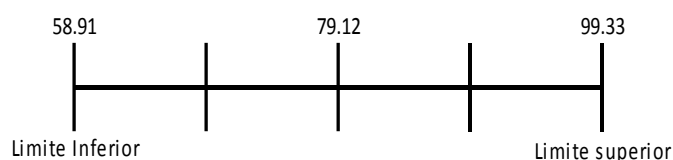
**Cuadro 48. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Alta Accesible del Inventario Nacional Forestal**

Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desviación Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel de Muestreo(%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
≥10 cm dap	375.85	60.70	16.15	11.47	30.97	344.88	406.82	8.24
≥30 cm dap	59.60	23.88	40.06	4.51	12.18	47.42	71.78	20.44
10≤DAP<30	316.25	132.77	41.98	25.09	67.74	248.51	383.99	21.42
<b>Área basal/ha (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
≥10 cm dap	17.30	3.22	18.64	0.61	1.65	15.65	18.95	9.51
≥30 cm dap	10.05	4.89	48.67	0.92	2.50	7.55	12.55	24.83
10≤DAP<30	7.24	2.97	41.02	0.56	1.52	5.72	8.76	20.93
<b>Volumen/ha (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
≥10 cm dap (sin palmeras)	116.99	23.34	19.95	4.41	11.91	105.08	128.90	10.18
≥30 cm dap (sin palmeras)	79.12	39.61	50.06	7.48	20.21	58.91	99.33	25.54
10≤DAP<30 (sin palmeras)	37.83	17.39	45.96	3.29	8.87	28.96	46.70	23.45
<b>N° de Latizales</b>	1120.51	483.51	43.15	94.82	188.94	931.57	1309.46	16.86
<b>N° de Brinzales</b>	2090.67	1880.39	89.94	376.08	749.35	1341.31	2740.02	35.84

Asimismo, la Figura 55, muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles mayores o iguales de 30 cm dap a un 95% de confianza.

Esto quiere decir, si sacáramos una muestra de árboles de las 28 unidades muestrales, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites (la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%).

**Figura 55. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Alta Accesible en árboles (≥30 cm dap), todas las especies excepto palmeras.**



## ECOZONA SELVA ALTA DE DIFÍCIL ACCESO

### 5.4.1. Composición florística

#### 5.4.1.1. Composición florística a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos en 4 unidades muestrales 427 individuos  $\geq 10$  cm dap, correspondiendo 375 a individuos vivos, 43 a individuos muertos en pie y 8 individuos a tocones.

En el caso de los individuos vivos mayores de 10 cm dap, se ha reportado 46 familias (promedio 24.50 por unidad muestral), 123 especímenes fueron identificados a nivel de género (41.75 géneros por unidad muestral) y 186 especies (51.75 especies por unidad muestral) (Cuadro 49).

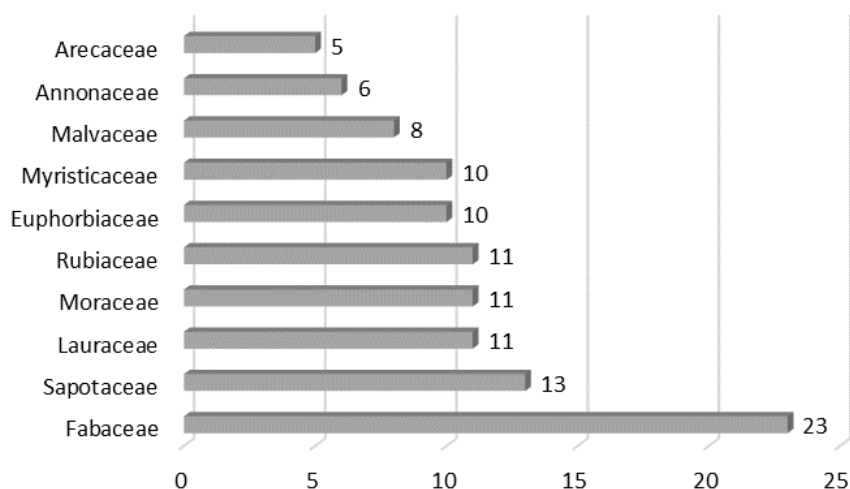
**Cuadro 49. Número de individuos vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, palmeras y número de individuos no determinados encontrados en cuatro unidades muestrales del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso.**

Variables	Total	Promedio	Desv. Estándar
<b>N° de Familias</b>			
(10≤dap<30 cm)	43	22.50	4.20
(≥30 cm dap)	27	10.75	4.57
Sub total	46	24.50	5.20
<b>N° de Géneros</b>			
(10≤dap<30 cm)	108	36.00	11.34
(≥30 cm dap)	48	14.75	6.80
Sub total	123	41.75	13.15
<b>N° de Especies en general</b>			
(10≤dap<30 cm)	159	43.5	11.82
(≥30 cm dap)	58	15.5	7.33
Sub total	186	51.75	13.07

Los individuos vivos del estrato fustal comprenden a 43 familias botánicas diferentes (promedio de 22.50 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 108 géneros (promedio de 36 por unidad muestral) y 159 especies (promedio de 43.5 por unidad muestral).

Los individuos vivos del estrato arbóreo ( $\geq 30$  cm dap) corresponden a 27 familias botánicas diferentes (promedio de 10.75 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 48 géneros (promedio de 14.75 por unidad muestral) y 58 especies (promedio de 15.5 por unidad muestral).

Las diez primeras familias con mayor número de especies  $\geq 10$  cm dap en las 4 unidades muestrales fueron: Fabaceae (23 especies), Sapotaceae (13 especies), Lauraceae, Moraceae y Rubiaceae (11 cada uno), Euphorbiaceae y Myristicaceae (10 cada uno), Malvaceae (8), Annonaceae (6) y Arecaceae (5); el resto de las familias cuentan con menos de 5 especies cada una). Figura 56.

**Figura 56. Diez primeras familias con mayor número de especies**

#### 5.4.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

##### 5.4.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa en general de las 04 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 10$  cm dap, muestra valor de 4.94 con una equidad de 0.94, valores considerados como normales para las condiciones de bosque tropical (Cuadro 50).

**Cuadro 50. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) e Índice de Equidad de Pielou de 4 unidades muestrales**

UM	$H'$	S	$J'$
65	3.822	66	0.912
111	3.678	47	0.955
120	3.427	37	0.949
135	3.826	58	0.942
<b>Total general</b>	<b>4.936</b>	<b>186</b>	<b>0.945</b>

UM: Unidad muestral

$H'$ : Índice de Diversidad Shannon Wiener

S: Número de especies

$J'$ : Equidad de Pielou

Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 135 tiene el valor de 3.83, siendo el mayor y uno de los más diversos de las 04 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.94. La menos diversa corresponde a la unidad muestral 120 con 3.423; sin embargo, muestra también buena distribución de especies con una equidad de 0.95

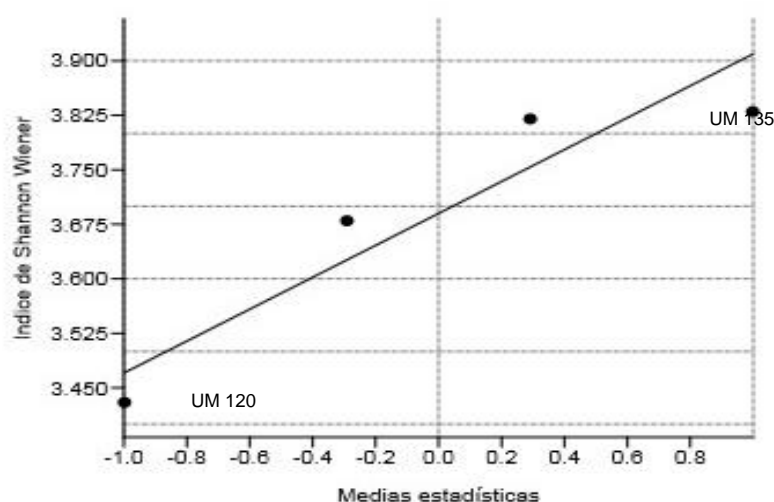
Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la



interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal.

Los valores presentados en el Cuadro 50 muestran que las tres unidades de muestreo presentan altos valores de Índice de Shannon Wiener, siendo la más alta la unidad muestral 135 y la más baja la unidad muestral 120 (con 3.76 y 3.42 de índice de Shannon – Wiener, respectivamente). Este comportamiento es evidenciado en la Figura 57, en donde se observa que estas unidades muestrales están en la parte alta y baja de la línea oblicua. La gráfica también pone en evidencia que los bosques de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso permanecen en mejor condición de conservación que los bosques de las otras ecozonas de la selva peruana, considerando que ninguna de las unidades muestrales cuenta con Índice de Shannon Wiener cercano a cero.

**Figura 57. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



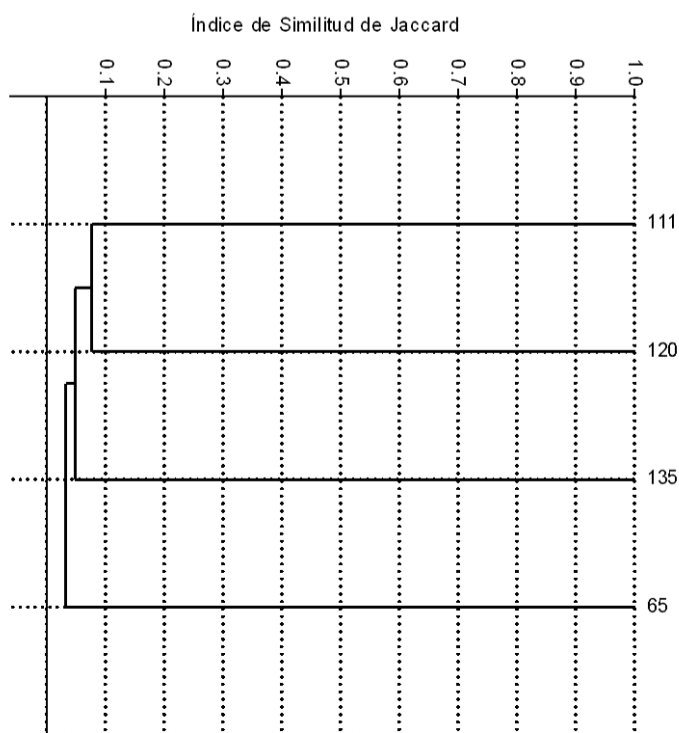
#### 5.4.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

Los coeficientes de Jaccard y Sørensen fueron estimados con individuos  $\geq 10$  cm dap. Ambos coeficientes relacionan la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

El índice de similitud es bajo entre unidades muestrales; no obstante, la más alta similitud se reportó entre las unidades muestrales 120 con 135 (12.77% de similitud), con 6 especies compartidas entre unidades muestrales y la más baja entre las unidades muestrales 65 y 120 (5.94% de similitud) con 3 especies compartidas (según se aprecia en la tabla 11 del anexo IV). Esta tendencia es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard. Figura 58.

**Figura 58. Similitud de especies entre las 4 unidades muestrales evaluadas con registro de individuos.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales y los valores de la parte superior el Coeficiente de Jaccard



## 5.4.2. Estructura del bosque

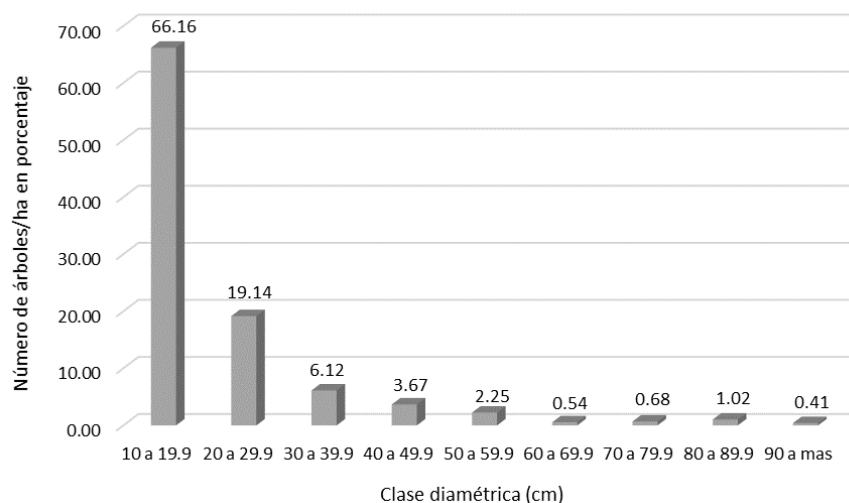
### 5.4.2.1. Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal a través de las distribuciones diamétricas nos permite inferir el estado demográfico de las masas boscosas y sus posibles problemas de conservación. En principio una distribución de tamaños en forma exponencial negativa cuyo modelo es  $Y = Ke^{-ax}$ , más conocida como curva en forma de “J” invertida, muestra una mayor proporción en las clases de tamaño pequeño (que corresponde a los árboles más jóvenes) la misma que aseguraría el reclutamiento y la regeneración de la población.

En la Figura 59 se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea  $\geq 10$  cm dap, configurando la típica “J” invertida.

La estructura horizontal del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas inferiores y menor abundancia en los diámetros mayores. En total se contó hasta 439 individuos por hectárea, 85.31% corresponden al estrato fustal ( $10 \leq \text{dap} < 30$ ) y el resto al estrato arbóreo ( $\geq 30$  dap).

**Figura 59. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso expresado en porcentaje**



El Cuadro 51 presenta las diez primeras especies forestales con mayor número de árboles por hectárea. Estas diez primeras especies representan 36.76% del total general de individuos mayores de 10 cm dap, presentes en esta ecozona. La lista detallada del número de árboles por hectárea para cada una de las especies y clases diamétricas se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo 4 que se adjunta.

**Cuadro 51. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Número de árboles/ha por clase diamétrica									Total	Número de arb/ha por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Grias peruviana</i>	32.871	5.976	1.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	40.341	38.847	1.494
<i>Socratea salazarii</i>	35.859	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	35.859	35.859	0.000
<i>Iriartea deltoidea</i>	16.459	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.459	16.459	0.000
<i>Schefflera sprucei</i>	5.976	8.965	0.000	0.000	1.494	0.000	0.000	0.000	0.000	16.435	14.941	1.494
<i>Myrcia splendens</i>	8.965	2.988	0.000	1.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.447	11.953	1.494
<i>Inga semialata</i>	5.976	2.988	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.965	8.965	0.000
<i>Miconia</i> sp.	2.988	2.988	0.000	0.000	1.494	0.000	0.000	1.494	0.000	8.965	5.976	2.988
<i>Matisia cordata</i>	2.988	0.000	0.000	0.000	1.494	0.000	1.494	1.494	0.000	7.471	2.988	4.482
<i>Tetrastylidium peruvianum</i>	2.988	2.988	1.494	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.471	5.976	1.494
<i>Capirona decorticans</i>	5.976	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	5.976	5.976	0.000
Demás especies*	157.471	54.165	22.387	10.149	5.375	0.893	1.494	0.000	1.792	253.725	211.635	42.089
Otros**	11.953	2.988	1.494	4.482	0.000	1.494	0.000	1.494	0.000	23.906	14.941	8.965
Total general	290.470	84.047	26.869	16.125	9.857	2.387	2.988	4.482	1.792	439.018	374.517	64.501

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En la clase diamétrica de 10-19.90 cm, las especies más abundantes son: *Socratea salazarii* y *Grias peruviana* con 35.86 y 32.87 individuos por hectárea (17.35% del total). Del mismo modo, las especies *Schefflera sprucei* y *Grias peruviana* son las más

abundantes en la clase diamétrica de 20-29.90 cm con 8.96 y 5.98 individuos por hectárea. La especie más abundante en la clase diamétrica 30-39.9 cm es *Minquartia guianensis* y *Tapirira guianensis* con 2.99 y 1.79 individuos por hectárea.

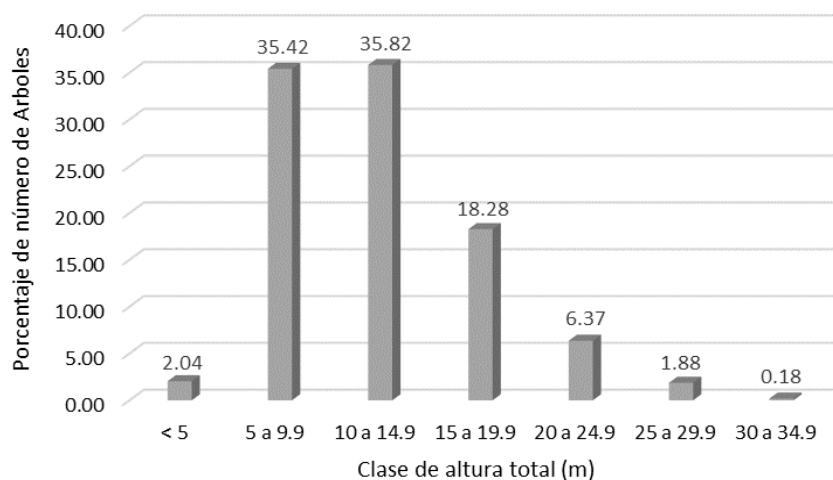
En el estrato arbóreo las especies *Matisia cordata* y *Miconia* sp. aportan juntos 11.58% del total en dicho estrato. Las especies *Brosium utile*, *Myrcia splendens*, *posoqueria latifolia*, *Chrysophyllum lecentifolium*, *Paulinia exalata* y *Pouteria baehniiana* son las más abundantes en la clase diamétrica 40-49.9 cm con 1.49 individuos por hectárea cada uno. En la clase diamétrica 50-60 cm dap las especies *Sapium laurifolium*, *Schefflera sprucei*, *Miconia* sp., *Matisia cordata*, *Jacaratia digitata* y *Pouteria torta* son las especies más abundantes con 1.49 individuos por hectárea cada una. En la clase superior a 70 cm dap destaca solitariamente la especie *Matisia cordata* con 2.99 individuos por hectárea.

#### 5.4.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso hemos establecido categorías de alturas tomando como referencia la altura máxima de los individuos en general. En ese sentido, Killeen *et al.* (1998), propone clasificar las alturas de los árboles a intervalos de 5 m, permitiendo de esta manera describir la distribución de las especies en cuatro estratos: sotobosque (<5 m), subdosel (5-14.90 m), dosel (15-24.80) y emergente (>25). Alternativamente, La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal – IUFRO distingue para los bosques tropicales tres estratos o pisos y los clasifica de la siguiente manera: superior (emergente) altura mayor a 2/3 de la altura superior de vuelo, medio (dosel) entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo, inferior (sotobosque) altura menor a 1/3 de la altura superior del vuelo (Lamprecht, 1990).

En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente siete clases altimétricas de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase de altura, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes en cada una. Luego los valores de abundancia fueron convertidos en porcentaje por cada clase de altura.

En la Figura 60 se presenta la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 10$  cm dap de las 04 unidades muestrales registradas. El mayor porcentaje de árboles se encuentra en las clases de altura de 10-14.9 m y de 5-9.9 m con 35.82 y 35.42% del total de árboles, el menor porcentaje de árboles se encuentra en la clase de altura 30-34.90 m con 0.18% del total. Asimismo, 1.36% de las especies registradas en esta ecozona están presentes en las clases altimétricas de 5 a 24.90 m y de 10 a 29.9 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (Lamprecht, 1990). La clase altimétrica en el rango de 5 a 24.90 m está representada por *Cecropia sciadophylla* y en la clase altimétrica del rango de 10 a 29.90 m está incluida la especie *Tachigali formicarum*. Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuyas alturas son superiores a 25 m de altura figuran las especies *Brosimum utile*, *Ocotea aciphylla*, *Ocotea* sp., *Virola elongata* y *Cedrelinga catenaeformis* (como productos forestales maderables) y *Poulsenia armata* como producto forestal no maderable.

**Figura 60. Distribución porcentual del número de árboles por clase de altura total**

La especie *Grias peruviana* es la más abundante en la clase altimétrica 5 a 9.9 m de altura con 28.38 individuos por hectárea, mientras que *Socratea salazarii* es la más abundante en las clases altimétricas de 10 a 14.90 y de 15 a 19.90 m de altura total con 20.91 y 8.96 individuos por hectárea, respectivamente. En la clase altimétrica de 20 a 24.90 m de altura las especies *Matisia cordata* y *Micropholis guyanensis* sobresalen con 2.98 y 2.32 individuos por hectárea.

Las especies *Schefflera sprucei* y *Poulsenia armata* destacan como las más abundantes en la clase altimétrica de 25 a 29.90 m con 1.49 individuos por hectárea cada una. En la clase altimétrica de 30-34.9 m de altura destacan *Pterocarpus amazonum* y *Cedrelinga catenaeformis* y con 0.50 y 0.29 individuos por hectárea, respectivamente.

El árbol más alto mide 31 m de altura total y corresponde a la especie *Pterocarpus amazonum* y el segundo más alto corresponde a *Cedrelinga catenaeformis* y mide 30 m, ambas ubicadas en la unidad muestral 135. El promedio de la altura de fuste de los árboles de esta ecozona es de 10.06 m. La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo 4 que se adjunta.

#### 5.4.3. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro 52 se presenta las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m<sup>2</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos  $\geq 10$  cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo 4 que se adjunta.

Las diez primeras especies mayores de 10 cm dap con mayor área basal representan 41% del total registrado en esta ecozona. A nivel general, incluyen todas las especies, el estrato arbóreo representa 60.76% del total del área basal, mientras que el estrato fustal representa cerca de 39.23% del total del área basal registrado. En el estrato arbóreo las especies *Matisia cordata*, *Poulsenia armata* y *Miconia* sp. sobresalen y aportan juntos 30.72% del área basal en dicho estrato.

**Cuadro 52. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área basal (m <sup>2</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		10≤Dap<30	Dap≥30
<i>Matisia cordata</i>	0.043	0.000	0.000	0.000	0.355	0.000	0.575	0.751	0.000	1.724	0.043	1.681
<i>Miconia</i> sp.	0.037	0.174	0.000	0.000	0.304	0.000	0.000	0.838	0.000	1.353	0.211	1.142
<i>Poulsenia armata</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.281	1.281	0.000	1.281
<i>Grias peruviana</i>	0.501	0.301	0.120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.922	0.802	0.120
<i>Schefflera sprucei</i>	0.081	0.413	0.000	0.000	0.341	0.000	0.000	0.000	0.000	0.835	0.494	0.341
<i>Socratea salazarii</i>	0.749	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.749	0.749	0.000
<i>Sapium laurifolium</i>	0.000	0.104	0.155	0.000	0.368	0.000	0.000	0.000	0.000	0.627	0.104	0.523
<i>Ficus</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.608	0.000	0.000	0.608	0.000	0.608
<i>Myrcia splendens</i>	0.148	0.124	0.000	0.254	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.526	0.272	0.254
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.395	0.395	0.000	0.395
Demás especies*	3.129	2.446	2.065	1.551	0.900	0.276	0.000	0.000	0.000	10.367	5.575	4.792
Otros**	0.185	0.191	0.120	0.696	0.000	0.484	0.000	0.919	0.000	2.595	0.376	2.219
<b>Total general</b>	<b>4.874</b>	<b>3.751</b>	<b>2.461</b>	<b>2.501</b>	<b>2.268</b>	<b>0.759</b>	<b>1.183</b>	<b>2.508</b>	<b>1.676</b>	<b>21.982</b>	<b>8.625</b>	<b>13.357</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

#### 5.4.4. Existencias volumétricas

##### 5.4.4.1. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 53, se presenta las diez primeras especies forestales con volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥10 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo 4 que se adjunta.

**Cuadro 53. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a más		10≤Dap<30	Dap≥30
<i>Poulsenia armata</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.659	16.659	0.000	16.659
<i>Matisia cordata</i>	0.278	0.000	0.000	0.000	2.538	0.000	6.728	5.858	0.000	15.402	0.278	15.124
<i>Miconia</i> sp.	0.145	1.354	0.000	0.000	2.767	0.000	0.000	8.714	0.000	12.980	1.500	11.481
<i>Schefflera sprucei</i>	0.289	1.744	0.000	0.000	4.432	0.000	0.000	0.000	0.000	6.464	2.032	4.432
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	6.162	6.162	0.000	6.162
<i>Sapium laurifolium</i>	0.000	0.605	1.314	0.000	2.870	0.000	0.000	0.000	0.000	4.790	0.605	4.184
<i>Ficus</i> sp.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	4.745	0.000	0.000	4.745	0.000	4.745
<i>Grias peruviana</i>	1.611	1.243	0.312	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.166	2.854	0.312
<i>Myrcia splendens</i>	0.728	0.646	0.000	1.649	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.023	1.374	1.649
<i>Paullinia exalata</i>	0.000	0.000	0.000	2.389	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	2.389	0.000	2.389
Demás especies*	13.465	16.379	14.768	11.097	6.146	3.565	0.000	0.000	0.000	65.419	29.844	35.575
Otros**	0.376	1.487	1.406	4.424	0.000	4.401	0.000	0.000	0.000	12.094	1.863	10.231
<b>Total general</b>	<b>16.892</b>	<b>23.458</b>	<b>17.800</b>	<b>19.558</b>	<b>18.753</b>	<b>7.966</b>	<b>11.473</b>	<b>14.572</b>	<b>22.821</b>	<b>153.293</b>	<b>40.350</b>	<b>112.943</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen más del 49.43% del total registrado en esta ecozona. Las especies *Poulsenia armata*, *Matisia cordata* y *Miconia* sp. son las especies más sobresalientes en volumen tanto a nivel general como en el estrato arbóreo, con 29.38% del total general y 38.30% del total en el estrato arbóreo. A nivel general el estrato arbóreo contribuye con 73.67% del volumen total, el resto (26.32% del total) corresponden al aporte del estrato fustal.

#### 5.4.4.2. Volumen comercial por grupo potencial de mercado

En el Cuadro 54 se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de los grupos comerciales con potencial mercado y sin demanda comercial, excluyendo las especies de la familia Arecaceae (palmeras). Las especies que conforman cada categoría se presentan en el anexo VII.

El estrato fustal presenta 6.17 m<sup>3</sup>/ha de madera comercial, mientras que el estrato arbóreo presenta importante volumen de madera comercial con aproximadamente 39.88 m<sup>3</sup>/ha. Asimismo, el volumen de madera comercial del estrato arbóreo a partir de 60 cm dap es de 30.26 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo 79.63% al mercado regional y 30.26% al mercado nacional. El volumen de madera sin demanda comercial a partir de este dap es elevado y asciende a 56.83 m<sup>3</sup>/ha.

**Cuadro 54. Volumen comercial (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales para individuos del estrato fustal y arboreo**

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)			
	Total	10≤dap<30	30≤dap<60	≥60
Especies con potencial mercado de exportación	2.33	0.68	1.66	0.00
Especies con potencial mercado nacional	9.52	1.62	1.73	6.16
Especies con potencial mercado regional	34.20	3.87	6.23	24.09
Especies sin demanda comercial	107.25	34.18	46.49	26.58
<b>Total</b>	<b>153.29</b>	<b>40.35</b>	<b>56.11</b>	<b>56.83</b>

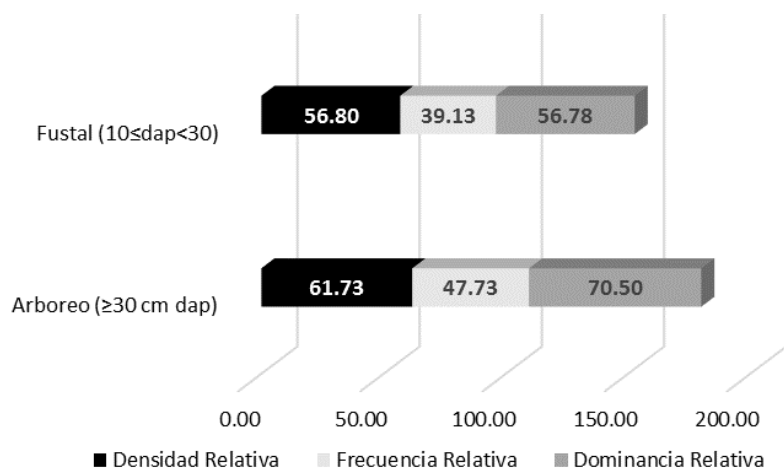
#### 5.4.5. Índice Valor de Importancia - IVI

##### 5.4.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

Para facilitar la interpretación de los datos, el análisis del IVI se efectuó por estratos, es decir, a nivel de fustal y arbóreo. En la Figura 61 se compara el comportamiento de las variables del IVI de las diez primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo.



Figura 61. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias del estrato fustal y arbóreo



En el Cuadro 55 y Cuadro 56 se presenta la lista de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo ordenado de mayor a menor de IVI. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo 4 adjunto.

Cuadro 55. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.095	9.524	1.000	4.348	0.099	9.942	23.814
Arecaceae	0.082	8.163	0.750	3.261	0.076	7.560	18.984
Myristicaceae	0.065	6.463	1.000	4.348	0.070	6.957	17.767
Sapotaceae	0.051	5.102	1.000	4.348	0.052	5.153	14.603
Urticaceae	0.048	4.762	0.750	3.261	0.063	6.330	14.353
Lecythidaceae	0.054	5.442	0.750	3.261	0.050	4.973	13.676
Moraceae	0.041	4.082	1.000	4.348	0.050	4.955	13.384
Rubiaceae	0.051	5.102	0.750	3.261	0.043	4.287	12.650
Lauraceae	0.044	4.422	1.000	4.348	0.033	3.280	12.050
Euphorbiaceae	0.037	3.741	1.000	4.348	0.033	3.348	11.437
Demás especies*	0.401	40.136	13.500	58.696	0.407	40.720	139.552
Otros**	0.031	3.061	0.500	2.174	0.025	2.497	7.732
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>23.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón



**Cuadro 56. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

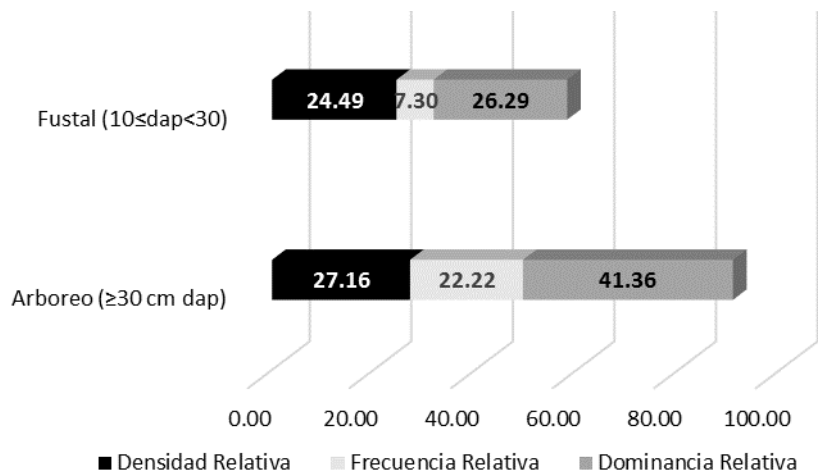
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.148	14.815	0.750	6.818	0.200	20.001	41.634
Moraceae	0.086	8.642	0.750	6.818	0.123	12.311	27.771
Sapotaceae	0.099	9.877	0.750	6.818	0.083	8.344	25.039
Malvaceae	0.062	6.173	0.250	2.273	0.103	10.317	18.763
Melastomataceae	0.037	3.704	0.500	4.545	0.059	5.852	14.102
Lauraceae	0.049	4.938	0.250	2.273	0.049	4.874	12.085
Euphorbiaceae	0.037	3.704	0.500	4.545	0.029	2.871	11.120
Anacardiaceae	0.037	3.704	0.500	4.545	0.022	2.192	10.441
Chrysobalanaceae	0.037	3.704	0.500	4.545	0.020	1.996	10.245
Myrtaceae	0.025	2.469	0.500	4.545	0.017	1.742	8.756
Demás especies*	0.333	33.333	5.500	50.000	0.228	22.828	106.161
Otros**	0.049	4.938	0.250	2.273	0.067	6.673	13.884
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>11.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

#### 5.4.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la Figura 62 se compara el IVI de las diez primeras especies a nivel de estrato fustal y arbóreo.

**Figura 62. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo**

En el Cuadro 57 y Cuadro 58, se presenta las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo que dominan sobre el resto de las especies. La lista detallada de las especies de ambos estratos (fustal y arbóreo) con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo 4 que se adjunta.

**Cuadro 57. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

Especies	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Grias peruviana</i>	0.044	4.422	0.250	0.562	0.040	3.956	8.940
<i>Cecropia sciadophylla</i>	0.034	3.401	0.250	0.562	0.046	4.612	8.576
<i>Socratea salazarii</i>	0.041	4.082	0.250	0.562	0.037	3.698	8.341
<i>Iriartea deltoidea</i>	0.027	2.721	0.500	1.124	0.023	2.305	6.149
<i>Micropholis guyanensis</i>	0.017	1.701	0.500	1.124	0.024	2.351	5.175
<i>Schefflera sprucei</i>	0.017	1.701	0.250	0.562	0.024	2.437	4.699
<i>Calophyllum brasiliense</i>	0.020	2.041	0.250	0.562	0.020	2.046	4.649
<i>Iryanthera juruensis</i>	0.017	1.701	0.250	0.562	0.018	1.793	4.055
<i>Tachigali formicarum</i>	0.017	1.701	0.250	0.562	0.016	1.629	3.891
<i>Tapirira guianensis</i>	0.010	1.020	0.500	1.124	0.015	1.466	3.610
Demás especies*	0.714	71.429	40.500	91.011	0.711	71.095	233.535
Otras**	0.041	4.082	0.750	1.685	0.026	2.613	8.380
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>44.500</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el estrato fustal, las 10 primeras especies representan 58 sobre 300% del IVI en este estrato, las tres especies más importantes son *Grias peruviana*, *Cecropia sciadophylla* y *Socratea salazarii*; juntos aportan 25.85 sobre 300%.

En el estrato arbóreo las 10 primeras especies congregan juntos cerca de la tercera parte del IVI en este estrato (90.74 sobre 300%), las especies con mayor peso ecológico en este estrato :son *Matisia cordata*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Brosimum utile* que representan 35.34 sobre 300%.

**Cuadro 58. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

Especies	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Matisia cordata</i>	0.037	3.704	0.250	1.587	0.076	7.627	12.919
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.012	1.235	0.250	1.587	0.090	8.999	11.820
<i>Brosimum utile</i>	0.037	3.704	0.750	4.762	0.021	2.144	10.610
<i>Parkia</i> sp.	0.037	3.704	0.500	3.175	0.028	2.839	9.717
<i>Miconia</i> sp.	0.025	2.469	0.250	1.587	0.052	5.181	9.238
<i>Poulsenia armata</i>	0.012	1.235	0.250	1.587	0.058	5.815	8.636
<i>Ocotea</i> sp.	0.037	3.704	0.250	1.587	0.032	3.204	8.495
<i>Tapirira guianensis</i>	0.025	2.469	0.500	3.175	0.010	0.991	6.635
<i>Sapium laurifolium</i>	0.025	2.469	0.250	1.587	0.024	2.375	6.432
<i>Caryocar harlingii</i>	0.025	2.469	0.250	1.587	0.022	2.182	6.239
Demás especies**	0.654	65.432	12.000	76.190	0.486	48.574	190.196
Otras**	0.074	7.407	0.250	1.587	0.101	10.069	19.064
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>15.750</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.4.6. Número de brinzales y latizales

En el Cuadro 59 y Cuadro 60 se presenta las diez primeras especies forestales de brinzales y latizales con mayor IVI en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso. La lista detallada de las especies brinzales y latizales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en las Tablas N° 9 y 10 del Anexo 4.

**Cuadro 59. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de brinzales en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Inga</i> sp.	166.667	6.024	50.000	5.714	11.738
<i>Graffenrieda emarginata</i>	233.333	8.434	25.000	2.857	11.291
<i>Protium</i> sp.	133.333	4.819	50.000	5.714	10.534
<i>Ladenbergia</i> sp.	200.000	7.229	25.000	2.857	10.086
<i>Myrcia splendens</i>	200.000	7.229	25.000	2.857	10.086
<i>Dystovomita paniculata</i>	133.333	4.819	25.000	2.857	7.676
<i>Tetrastylidium peruvianum</i>	100.000	3.614	25.000	2.857	6.472
<i>Aniba</i> sp.	66.667	2.410	25.000	2.857	5.267
<i>Graffenrieda limbata</i>	66.667	2.410	25.000	2.857	5.267
<i>Iryanthera juruensis</i>	66.667	2.410	25.000	2.857	5.267
Demás especies*	766.667	27.711	525.000	60.000	87.711
Otras**	633.333	22.892	50.000	5.714	28.606
<b>Total general</b>	<b>2766.667</b>	<b>100.000</b>	<b>875.000</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\*Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\*Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

**Cuadro 60. IVI simplificado, densidad y frecuencia absoluta y relativa de las 10 primeras especies forestales de latizales en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Iserfia</i> sp.	58.333	8.861	50.000	3.704	12.564
<i>Miconia</i> sp.	33.333	5.063	75.000	5.556	10.619
<i>Licania</i> sp.	33.333	5.063	50.000	3.704	8.767
<i>Protium</i> sp.	41.667	6.329	25.000	1.852	8.181
<i>Brosimum utile</i>	16.667	2.532	50.000	3.704	6.235
<i>Ocotea</i> sp.	16.667	2.532	50.000	3.704	6.235
<i>Alseis lugonis</i>	25.000	3.797	25.000	1.852	5.649
<i>Brosimum lactescens</i>	25.000	3.797	25.000	1.852	5.649
<i>Miconia dolichorrhyncha</i>	25.000	3.797	25.000	1.852	5.649
<i>Anaxagorea</i> sp.	16.667	2.532	25.000	1.852	4.383
Demás especies*	350.000	53.165	900.000	66.667	119.831
Otros**	16.667	2.532	50.000	3.704	6.235
<b>Total general</b>	<b>658.333</b>	<b>100.000</b>	<b>1350.000</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

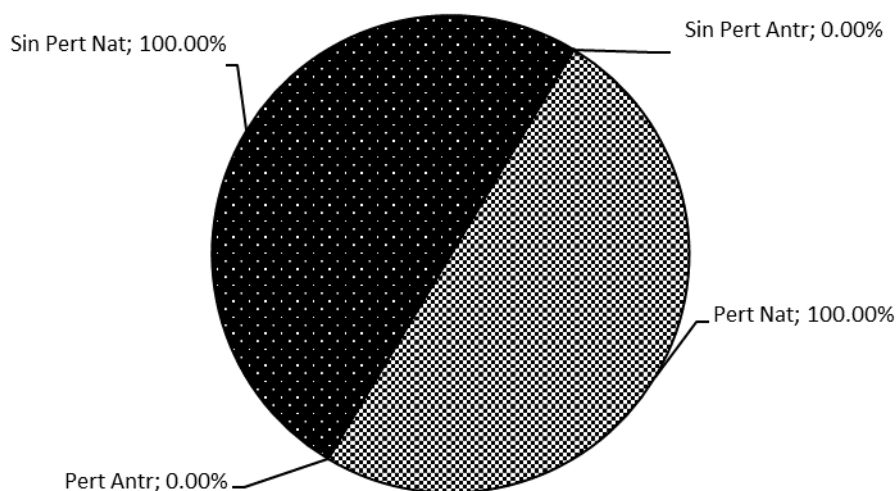
\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.4.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

#### 5.4.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

Los registros de campo levantados en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso revelan que el único tipo de perturbación corresponde a la natural, siendo inexistente la perturbación antrópica, lo cual tiene lógica dada la inaccesibilidad geográfica en esta ecozona. En la Figura 63 se compara en términos porcentuales la acción de ambas perturbaciones en los bosques de la ecozona Selva Alta Accesible.

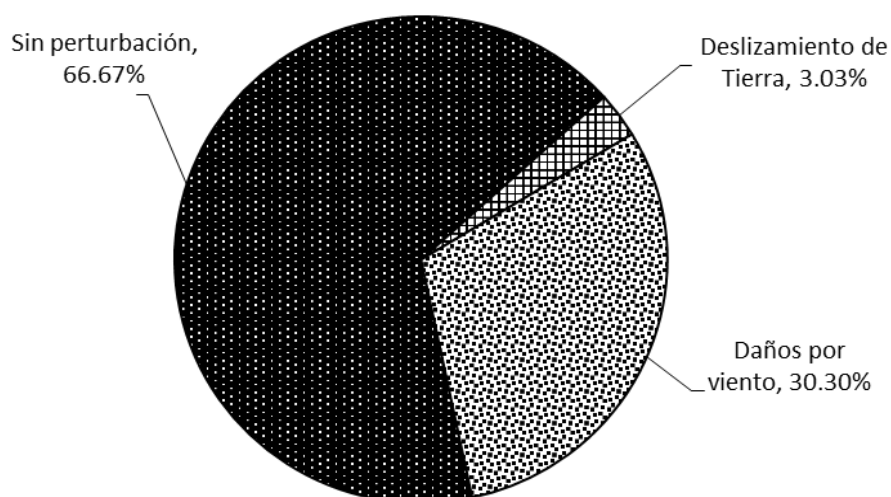
**Figura 63. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**



#### 5.4.7.2. Perturbación Natural

En la Figura 64 se observa que 66.67% del bosque de esta ecozona está prístino, sin embargo, solo se ha evaluado cuatro unidades muestrales que no representan a toda esta ecozona. Las perturbaciones para esta ecozona son de daños por viento (30.30% del área evaluada).

Asimismo, un pequeño porcentaje (3.03%) del bosque de esta ecozona es afectada por los deslizamientos de tierra. La magnitud de la perturbación natural causada por viento es de ligera a moderadamente perturbada.

**Figura 64. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**

#### 5.4.7.2. Perturbación Antrópica

La ecozona Selva Alta de Difícil Acceso se caracteriza por no contar con perturbación antrópica alguna, lo cual es razonable debido a la difícil accesibilidad en esta ecozona.

#### 5.4.8. Especies forestales amenazadas

##### 5.4.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el Cuadro 61 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 61. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
1	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla roja
2	<i>Parahancornia peruviana</i>	Naranjo podrido

##### 5.4.8.2. Especies con categorización CITES

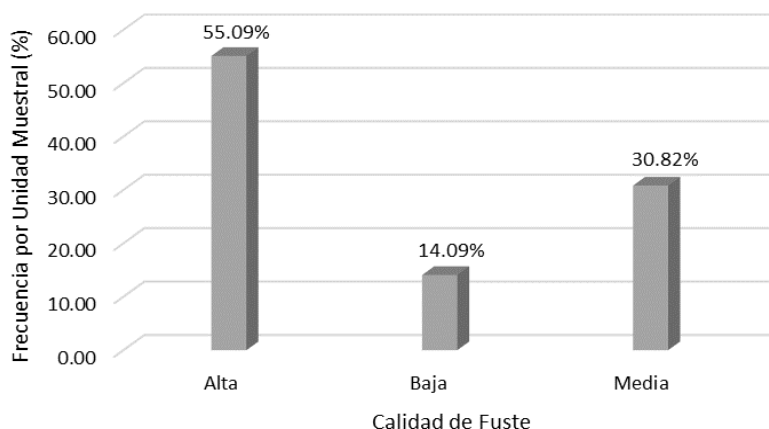
Durante las evaluaciones de campo en la ecozona Selva Alta de difícil acceso no se han registrado especies de flora con categorización CITES.

### 5.4.9. Condición de los árboles

#### 5.4.9.1. Calidad de fuste de los árboles

En la Figura 65, se presenta el promedio de la frecuencia expresado en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 04 unidades muestrales evaluadas.

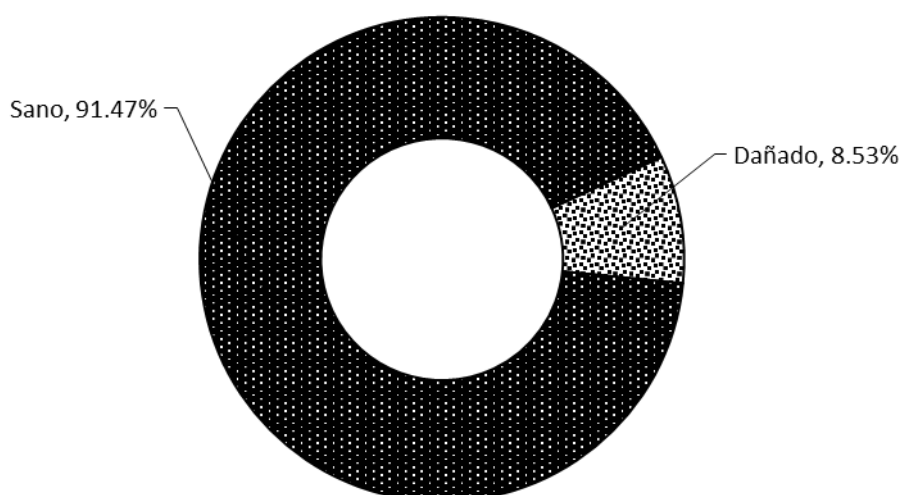
**Figura 65. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**



#### 5.4.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles

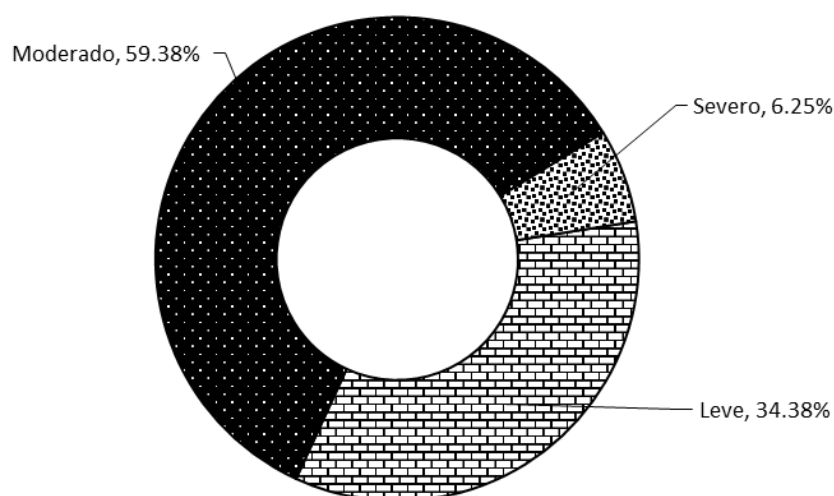
Los árboles de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, mayormente presentan buen estado fitosanitario. Aproximadamente 91.47% de los individuos califican como “sanos”, mientras que 8.53% de los árboles presentan algún tipo de afectación o daño. Figura 66.

**Figura 66. Condición fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso**



En la Figura 67, se observa que los árboles que padecen algún tipo de daño, aproximadamente 59.38% presentan daño moderado, mientras que 6.25% sufre daño severo y cerca de 34.38% soporta daño leve.

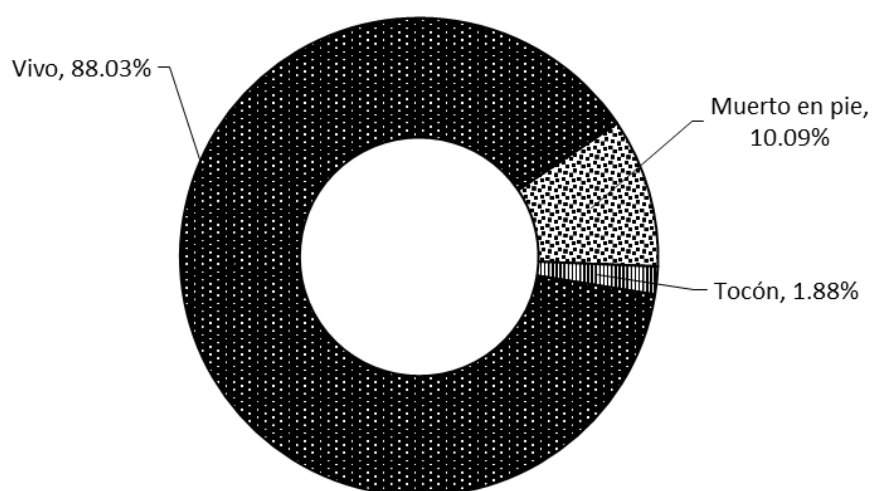
**Figura 67. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso**



#### 5.4.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)

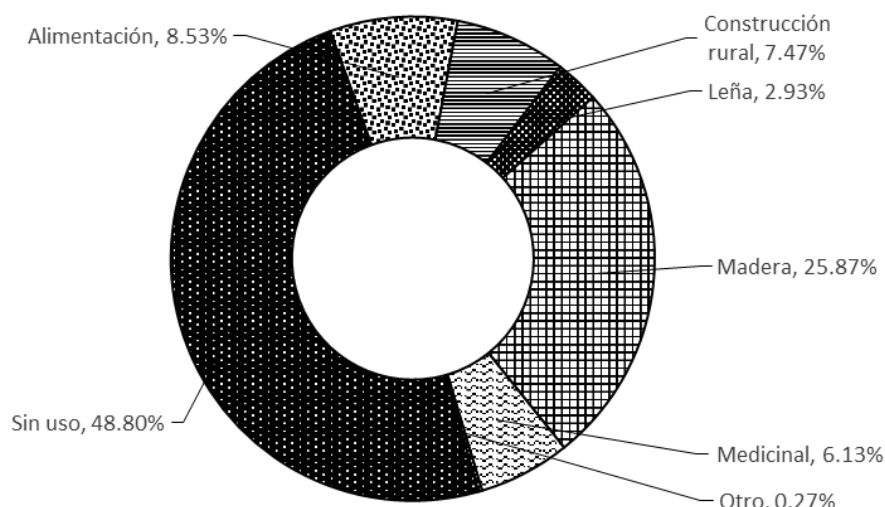
Las 04 unidades muestrales evaluadas, muestran alto porcentaje de árboles vivos, alcanzando un promedio de 88.03% del total registrado (Figura 68). La misma figura muestra que 10% de los árboles han sido registrados muertos en pie y 1.88% corresponde a tocón.

**Figura 68. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)**



#### 5.4.10. Usos de las especies forestales

Según los datos acopiados en las 04 unidades muestrales de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso, el mayor porcentaje de las especies tiene potencial maderable (25.87%), seguido de uso en alimentación (8.53%), construcción rural (7.47%). Asimismo, otras especies tienen uso potencial como (medicinal (6.13%) y leña (2.93%). Asimismo, un alto porcentaje fueron consignadas sin uso (48.80%) (Figura 69).

**Figura 69. Usos potenciales de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso**

#### 5.4.11. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el Cuadro 62, se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 62. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso del Inventario Nacional Forestal**

Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desviación Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel de Muestreo(%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap	439.02	109.28	24.89	54.64	55.76	383.26	494.78	12.70
$\geq 30$ cm dap	64.50	107.29	166.35	53.65	54.74	9.76	119.24	84.87
$10 \leq \text{DAP} < 30$	374.52	606.99	162.07	303.50	309.69	64.83	684.21	82.69
<b>Área basal/ha (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap	21.98	5.88	26.77	2.94	3.00	18.98	24.98	13.66
$\geq 30$ cm dap	13.36	21.03	157.45	10.52	10.73	2.63	24.09	80.33
$10 \leq \text{DAP} < 30$	8.63	14.15	163.95	7.07	7.22	1.41	15.85	83.65
<b>Volumen/ha (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap (sin palmeras)	153.29	7.30	4.76	3.65	3.72	149.57	157.01	2.43
$\geq 30$ cm dap (sin palmeras)	112.94	151.15	133.83	75.57	77.12	35.82	190.06	68.28
$10 \leq \text{DAP} < 30$ (sin palmeras)	40.35	60.44	149.78	30.22	30.84	9.51	71.19	76.42
<b>N° de Latizales</b>	658.33	401.27	60.95	200.64	399.78	258.56	1058.56	60.73
<b>N° de Brinzales</b>	2766.67	2224.11	80.39	539.43	1074.83	1691.84	3841.50	38.85

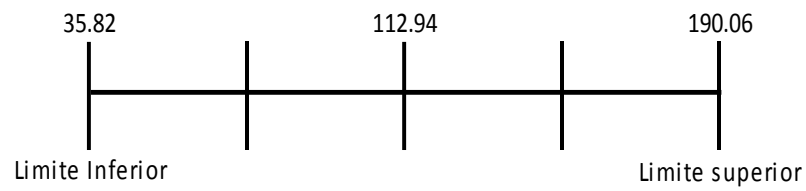
Asimismo, la Figura 70, muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles mayores o iguales de 30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacamos una gran cantidad de muestras de árboles, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites (la probabilidad de sobrepasar los límites es 5%).



**Figura 70. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Alta Difícil en árboles ( $\geq 30$  cm dap), todas las especies excepto palmeras.**

---



## ECOZONA SELVA BAJA

### 5.5.1. Composición florística

#### 5.5.1.1. Composición a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos en 128 unidades muestrales 25140 individuos  $\geq 10$  cm dap, correspondiendo 23414 a individuos vivos, 1530 a individuos muertos, 181 individuos a tocones y 15 individuos a tocones con rebrote.

En el caso de los individuos vivos mayores de 10 cm dap, se ha reportado 98 familias identificadas (promedio 25.28 por unidad muestral), 449 géneros (48.40 géneros por unidad muestral) y 1460 especies (59.52 especies por unidad muestral). Cuadro 63.

Los individuos vivos del estrato fustal comprenden a 96 familias botánicas diferentes (promedio de 22.66 por unidad muestral). Asimismo, fueron registrados 428 géneros (promedio de 38.84 por unidad muestral) y 1320 especies (promedio de 46.57 por unidad muestral).

Los individuos vivos del estrato arbóreo corresponden a 73 familias botánicas diferentes identificadas (promedio de 15.45 por unidad muestral). Asimismo, fueron registrados 317 géneros (promedio de 24.11 por unidad muestral) y 877 a nivel de especies (promedio de 27.34 por unidad muestral).

**Cuadro 63. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros, especies, encontrados en 53 unidades muestrales del bosque de la ecozona Sierra.**

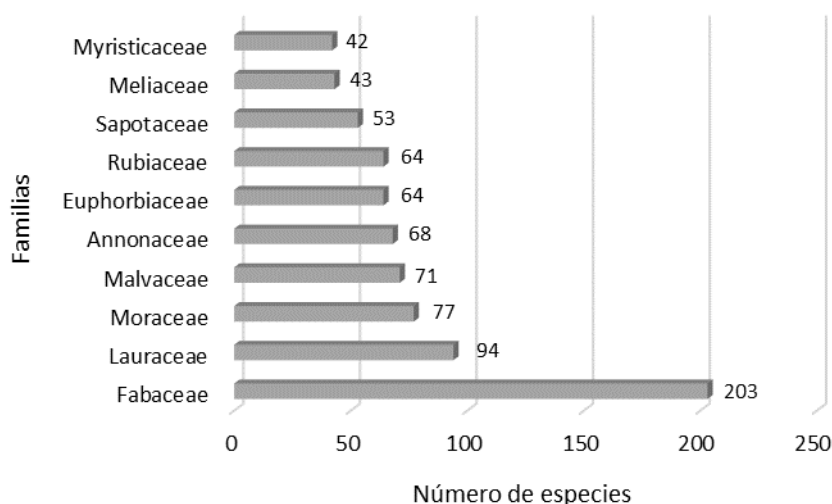
Variables	Total	Promedio	Desv. Estándar
<b>N° de Familias</b>			
( $10 \leq \text{dap} < 30$ cm)	96	22.66	6.72
( $\geq 30$ cm dap)	73	15.45	4.58
Sub total	98	25.28	6.85
<b>N° de Géneros</b>			
( $10 \leq \text{dap} < 30$ cm)	428	38.84	16.12
( $\geq 30$ cm dap)	317	24.11	9.28
Sub total	449	48.40	19.21
<b>N° de Especies en general</b>			
( $10 \leq \text{dap} < 30$ cm)	1320	46.57	21.94
( $\geq 30$ cm dap)	877	27.34	11.39
Sub total	1460	59.52	27.51

Las diez primeras familias con mayor número de especies en las 128 unidades muestrales cuyos árboles  $\geq 10$  cm dap presenta en primer lugar a la familia Fabaceae (203 especies), seguido muy por debajo por la familia Lauraceae (94 especies). Las otras familias con mayor número de especies son: Moraceae (77 especies), Malvaceae (71 especies), Annonaceae (68 especies), Euphorbiaceae y Rubiaceae (64 especies).

cada una), Sapotaceae (53 especies), Meliaceae (43 especies) y Myristicaceae (42 especies) (Figura 71).

Las especies más abundantes cuyos diámetros son superiores de 10 cm de dap fueron *Eschweillera* sp. (656 individuos), *Inga* sp. (600 individuos), *Pouteria* sp. (439 individuos), *Oenocarpus batahua* (343 individuos), *Iriarthea deltoidea* (288 individuos), *Virola* sp. (285 individuos) y *Protium* sp. (281 individuos).

**Figura 71. Diez primeras familias con mayor número de especies**



### 5.5.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

#### 5.5.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa en general de las 128 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 10$  cm dap, muestra valor de 6.066 con una equidad de 0.833, valores considerados como altos, pero esperados para las condiciones de bosque de Selva Baja. Independientemente en cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 218 alcanzó 4.695, siendo el mayor y el más diverso de las 128 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.953.

La unidad muestral 135 tiene un valor de 4.607, siendo la segunda más diversa, pero con una equidad de 0.966 mayor que la primera. En las unidades muestrales 69 y 983 el valor de la equidad fue superior con 0.992 y 0.976, y con diversidad de 2.752 y 3.384, respectivamente; como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en estas unidades muestrales, no obstante que la diversidad no fue tan alta. Las unidades muestrales 917 y 270 poseen índices de diversidad de 0.602 y 0.872, con una equidad de 0.548 y 0.542, respectivamente, siendo las unidades muestrales menos diversas y con baja distribución de especies (cuadro 64).

**Cuadro 64. Índice de diversidad de Shannon – Wiener (H') e Índice de Equidad de Pielou (J') de 128 unidades muestrales**

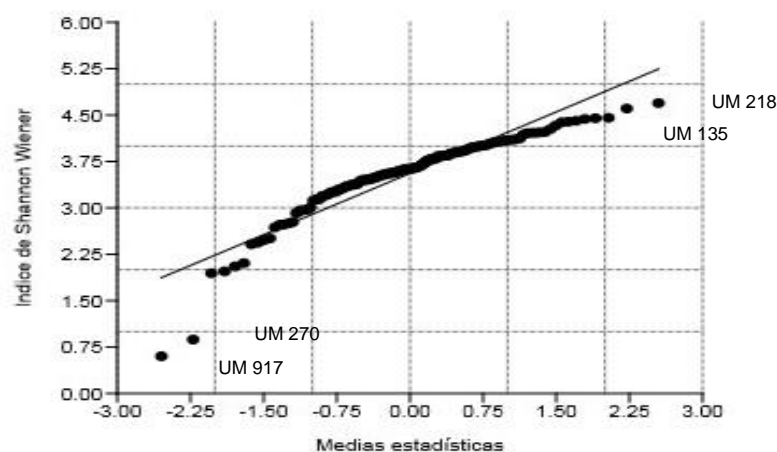
UM	H'	S	J'	UM	H'	S	J'
22	2.482	18	0.859	471	3.623	50	0.926
69	2.752	16	0.992	472	3.570	59	0.876
71	3.475	42	0.930	473	3.618	48	0.934
85	2.685	33	0.768	492	3.760	61	0.915
87	2.107	10	0.915	493	3.296	38	0.906
88	2.916	39	0.796	540	4.331	111	0.920
135	<b>4.607</b>	118	0.966	568	4.040	81	0.919
147	3.143	39	0.858	569	3.636	59	0.892
167	2.438	22	0.789	570	3.448	52	0.873
168	3.842	66	0.917	582	4.220	90	0.938
172	3.664	53	0.923	583	4.215	112	0.893
173	3.636	52	0.920	608	4.083	92	0.903
187	3.471	44	0.917	610	3.378	47	0.877
188	3.455	44	0.913	621	4.437	103	0.957
204	2.962	32	0.855	622	4.450	110	0.947
205	3.844	71	0.902	632	3.523	52	0.892
206	3.194	37	0.885	633	3.594	54	0.901
207	3.880	70	0.913	642	4.070	89	0.907
210	3.562	51	0.906	643	3.800	62	0.921
218	<b>4.695</b>	138	0.953	649	3.368	37	0.933
230	3.562	46	0.930	650	3.800	61	0.924
231	2.971	30	0.874	661	3.252	37	0.901
241	3.202	57	0.792	662	3.658	55	0.913
247	3.450	46	0.901	664	3.569	51	0.908
255	3.216	57	0.796	667	3.482	50	0.890
256	4.393	102	0.950	671	4.126	86	0.926
268	2.731	19	0.928	677	3.678	56	0.914
270	<b>0.872</b>	5	0.542	684	4.008	81	0.912
271	4.094	75	0.948	688	3.551	44	0.938
283	3.539	49	0.909	691	3.610	53	0.909
291	4.076	87	0.913	692	3.529	45	0.927
300	1.944	11	0.811	693	3.346	38	0.920
316	3.260	33	0.932	703	3.839	60	0.938
323	3.882	69	0.917	712	3.949	68	0.936
324	3.958	85	0.891	717	2.771	17	0.978
334	2.412	13	0.940	727	3.645	52	0.923
335	2.054	11	0.857	742	4.408	105	0.947
336	3.499	42	0.936	764	4.456	110	0.948
345	3.420	47	0.888	765	4.101	98	0.895
349	3.917	69	0.925	812	3.598	48	0.929
350	2.962	27	0.899	838	3.709	56	0.921
360	3.793	65	0.909	866	4.046	90	0.899
361	1.974	11	0.823	893	3.996	79	0.914

UM	H'	S	J'	UM	H'	S	J'
369	3.140	29	0.932	905	3.352	62	0.812
370	3.260	37	0.903	909	3.848	56	0.956
383	3.926	78	0.901	917	<b>0.602</b>	3	0.548
386	3.632	62	0.880	938	3.120	41	0.840
387	3.768	65	0.903	949	3.915	83	0.886
397	3.840	67	0.913	950	3.640	75	0.843
398	3.555	51	0.904	966	3.983	75	0.922
400	2.509	16	0.905	981	3.900	69	0.921
401	3.320	48	0.858	982	4.104	78	0.942
412	4.007	96	0.878	983	3.384	32	0.976
414	4.272	103	0.922	984	4.110	88	0.918
421	3.994	93	0.881	985	4.385	108	0.937
422	4.226	97	0.924	997	4.064	85	0.915
424	3.005	40	0.815	998	3.984	85	0.897
425	4.207	92	0.930	1008	3.378	53	0.851
428	4.187	100	0.909	1010	3.454	52	0.874
443	3.789	61	0.922	1011	3.838	68	0.910
444	3.506	54	0.879	1020	3.908	66	0.933
445	3.302	38	0.908	1021	3.719	55	0.928
458	4.016	90	0.893	1022	3.891	58	0.958
469	4.212	89	0.938	1025	2.728	21	0.896
<b>Total</b>				<b>6.066</b>	<b>1459</b>	<b>0.833</b>	

UM: Unidad muestral  
H': Índice de Diversidad Shannon Wiener  
S: Número de especies  
J': Equidad de Pielou

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico (Figura 72).

**Figura 72. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal. Los valores presentados en el cuadro N° 68 se puede observar que las parcelas UM 300 y UM 361 tienen valores bajos de Índice de Shannon (1.94 y 1.97, respectivamente), lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede detectar valores altos en las UM 218 y 983 con 4.69 y 3.38 de índice de Shannon – Wiener, respectivamente

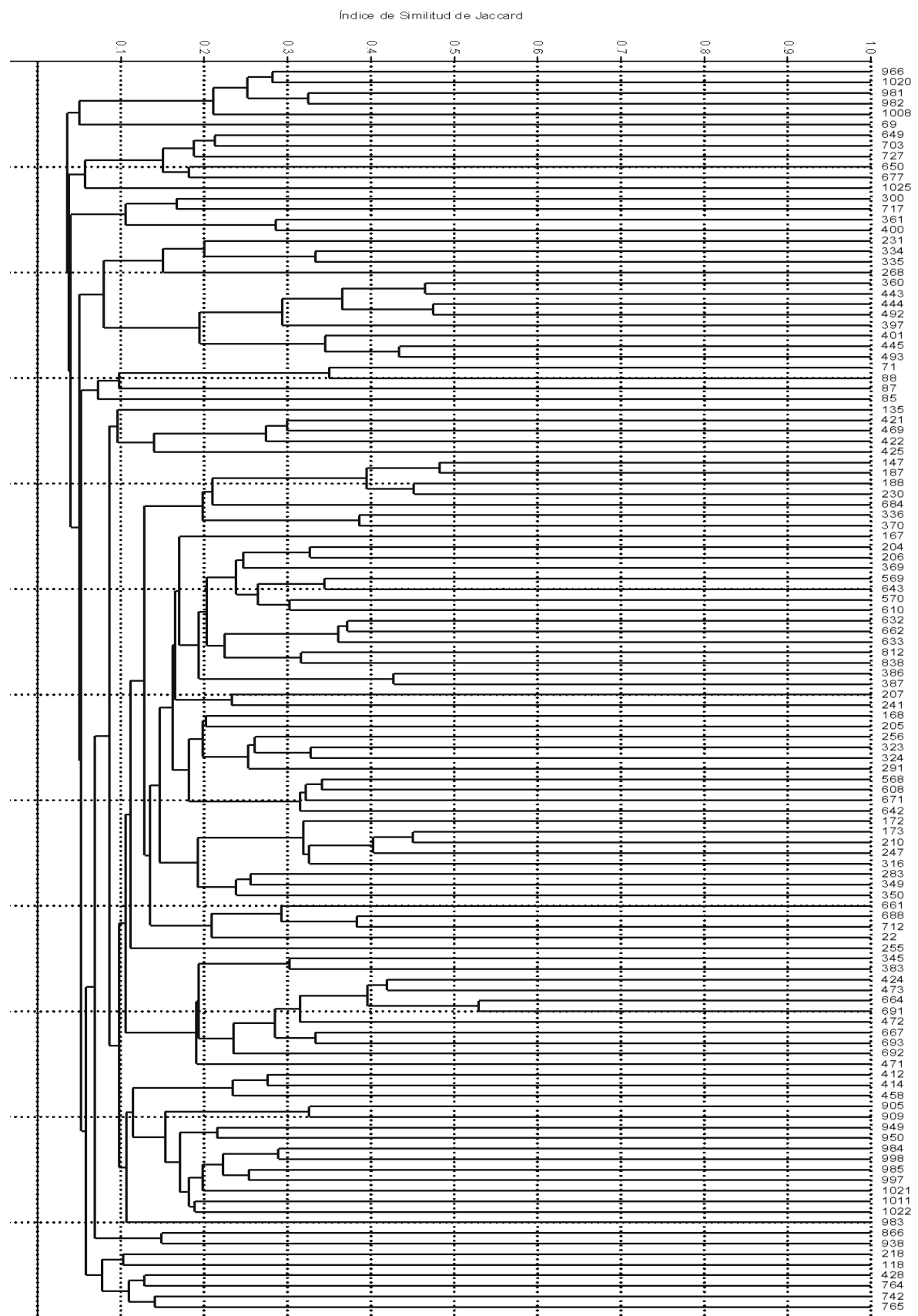
#### **5.5.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )**

Los coeficientes de Jaccard y Sørensen fueron estimados en individuos vivos  $\geq 10$  cm dap. Ambos coeficientes relacionan la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

La mayor semejanza se reportó entre las unidades muestrales 691 y 664 con 69.23% de similitud, con 36 especies compartidas entre unidades muestrales. Las unidades muestrales 147 – 187 presentan 65.06% de similitud con 27 especies compartidas; mientras que las unidades muestrales 444 - 492 muestran 64.35% de similitud y 37 especies compartidas (según se aprecia en la Tabla 11 del Anexo V). La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Coeficiente de similitud de Jaccard. Figura 73.

**Figura 73. Similitud de especies entre las 128 unidades muestrales evaluadas.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales



## 5.5.2. Estructura del bosque

### 5.5.2.1. Estructura horizontal

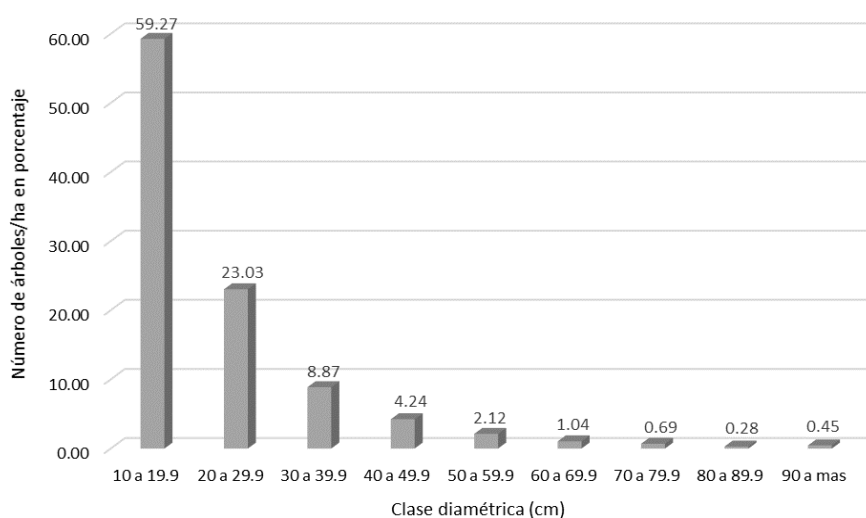
En la Figura 74 se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea  $\geq 10$  cm dap, configurando la típica “J” invertida.

La estructura horizontal del bosque de Selva Baja refleja mayor presencia de individuos de tallos delgados y escasa presencia de fustes gruesos. En total se contó hasta 458.85 individuos por hectárea, 82.30% corresponden al estrato fustal ( $10 \leq \text{dap} < 30$ ) y el resto al estrato arbóreo ( $\geq 30$  dap). La contribución porcentual de las diez primeras especies es baja tanto a nivel general como en los estratos fustal y arbóreo, lo que indica alta heterogeneidad de este bosque. Las especies más abundantes a nivel general son: *Inga* sp. y *Eschweilera* sp. que contribuyen con el 5.38% del número total. En el estrato fustal estas mismas especies son las más abundantes por hectárea y representan el 5.39% del total en dicho estrato. En el estrato arbóreo estas mismas especies junto con *Pouteria* sp. son las que presentan mayor número de individuos y representan el 7.52% del total en dicho estrato.

En la clase diamétrica de 10-19.90 cm, las especies *Inga* sp. y *Eschweilera* sp. confirman su abundancia y representan 5% del total en su clase diamétrica; mientras que *Oenocarpus bataua* es la más abundante en la clase diamétrica de 20-29.9 cm con 4% del total de la clase, seguido de las especies *Eschweilera* sp. e *Iriartea deltoidea*. Las especies más abundantes en las clases diamétricas 30-39.9 cm son *Eschweilera* sp. y *Mauritia flexuosa*, juntos aportan el 5.70% del total. En la clase diamétrica de 40-49.9 cm las especies *Eschweilera* sp., *Pouteria* sp. e *Inga* sp. en conjunto representan 8.12% del total de la clase diamétrica.

En las clases diamétricas de 50 cm a 70 cm dap las especies *Eschweilera* sp. y *Pouteria* sp. son las más abundantes; sin embargo, por encima de 70 cm no existen especies que destaquen. Cabe resaltar la escasa presencia de árboles de especies valiosas desde el punto de vista comercial dentro de la lista de las diez especies más abundantes, lo que nos lleva a plantear la hipótesis que este bosque ha sido sometido a un intenso aprovechamiento selectivo.

**Figura 74. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Selva Baja, expresado en porcentaje**





En el Cuadro 65 se presenta las 10 primeras especies forestales con mayor número de individuos por hectárea. La lista detallada del número de árboles por hectárea para cada una de las especies y clases diamétricas se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo 5.

**Cuadro 65. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Número de árboles/ha por clase diamétrica									Total	Número árboles/ha por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Inga</i> sp.	7.835	3.216	0.944	0.389	0.117	0.074	0.062	0.013	0.013	12.664	11.051	1.612
<i>Eschweilera</i> sp.	5.986	3.353	1.206	0.739	0.282	0.233	0.124	0.060	0.057	12.039	9.338	2.701
<i>Pouteria</i> sp.	4.687	1.841	0.796	0.454	0.299	0.133	0.081	0.022	0.015	8.328	6.528	1.800
<i>Oenocarpus bataua</i>	2.721	4.334	0.354	0.024	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	7.444	7.055	0.389
<i>Virola</i> sp.	3.802	1.400	0.387	0.179	0.049	0.059	0.026	0.000	0.000	5.901	5.202	0.700
<i>Iriartea deltoidea</i>	1.594	3.351	0.552	0.010	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000	5.518	4.945	0.573
<i>Ocotea</i> sp.	3.743	1.095	0.322	0.184	0.091	0.012	0.025	0.000	0.022	5.495	4.838	0.657
<i>Protium</i> sp.	3.154	1.237	0.529	0.174	0.079	0.040	0.031	0.000	0.010	5.254	4.391	0.863
<i>Iryanthera</i> sp.	3.198	0.930	0.348	0.088	0.027	0.026	0.010	0.010	0.000	4.637	4.127	0.510
<i>Pseudolmedia laevis</i>	2.120	0.845	0.328	0.232	0.086	0.036	0.000	0.000	0.000	3.648	2.965	0.683
Demás especies*	189.629	66.409	29.298	14.057	7.432	3.443	2.424	1.042	1.708	315.443	256.038	59.405
Otros**	43.483	17.679	5.636	2.937	1.251	0.725	0.367	0.147	0.257	72.481	61.162	11.320
<b>Total general</b>	<b>271.950</b>	<b>105.690</b>	<b>40.701</b>	<b>19.467</b>	<b>9.726</b>	<b>4.781</b>	<b>3.151</b>	<b>1.305</b>	<b>2.083</b>	<b>458.853</b>	<b>377.640</b>	<b>81.213</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

El análisis individualizado de la distribución por clases diamétricas de las principales especies comerciales como *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* muestran algunos problemas en la estructura diamétrica de sus poblaciones naturales. Por ejemplo, la primera de las nombradas solo presenta individuos en las clases diamétricas de 20 a 29.9 y más de 90 cm dap, lo que podría poner en evidencia que esta especie requiere un tratamiento especial para la recuperación de sus poblaciones naturales.

Con respecto a *Hura crepitans* solo se ha observado individuos en el rango diamétrico de 10-39.90 y más de 90 cm dap. Esta especie al igual que *Ceiba pentandra* medran en los bosques de la llanura aluvial inundable y son intensamente aprovechados con fines maderables; adicionalmente, *H. crepitans* es ampliamente utilizada como balsa para las viviendas flotantes muy comunes en los ríos de la selva baja peruana. Situación similar pero más grave es el caso de *Virola albidiflora* cuyos escasos individuos solo están presentes en la clase diamétrica de 20-29.9 cm dap, esta especie forma parte del grupo de especies que se exporta como madera aserrada en grandes volúmenes al mercado externo con el nombre comercial de "cumala".

Otras especies comerciales como *Maquira coriacea* muestran una buena estructura en la distribución diamétrica hasta la clase de 50-59.9 cm de dap, similar situación se observa en el caso de las especies *Calycophyllum spruceanum* y *Minquartia guianensis*, lo que evidencia que los diámetros mínimos de corta establecido por la legislación peruana han jugado un rol importante en la conservación de estas especies.

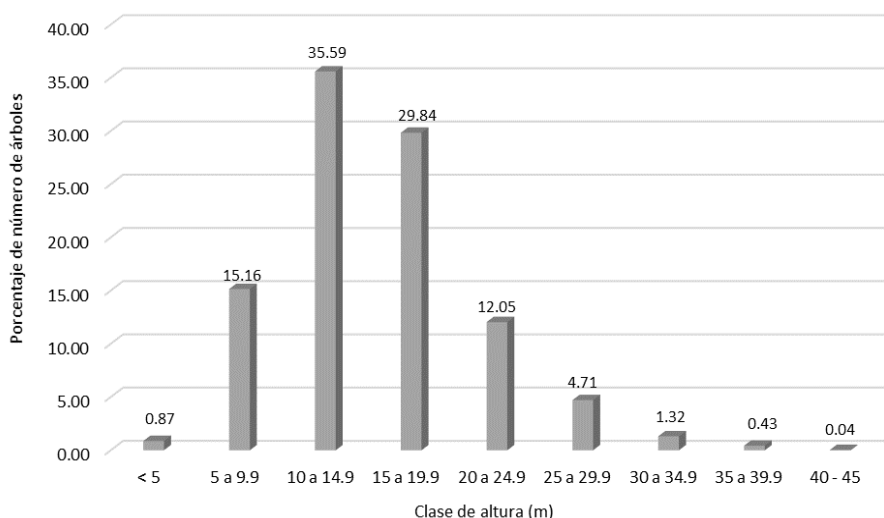
Por otro lado, la especie comercial *Dipteryx micrantha* (conocida como shihuahuaco) muestra densidad de 0.22 árboles por hectárea en individuos ≥10 cm dap, sin embargo, la distribución de los individuos en las clases diamétricas ≥40 cm de dap es muy errática.

### 5.5.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona Selva Baja se ha tomado como referencia la altura total máxima de los individuos en general, con base a los antecedentes de otros estudios similares (ej. Killeen *et al.*, 1988 y Lamprecht, 1990) y la clasificación altimétrica de la ecozona Hidromórfica (en este estudio). En este caso, hemos establecido arbitrariamente nueve clases altimétricas de cinco metros cada uno y anotamos la abundancia de árboles de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase altimétrica. Los valores absolutos por cada clase diamétrica fueron convertidos a porcentaje.

Es así como en la Figura 75 se presenta la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 10$  cm dap de las 128 unidades muestrales registradas. La mayor proporción de árboles se encuentra en las clases de altura de 10-14.90 m y de 15-19.90 m con 35.59% y 29.84%, respectivamente; la menor proporción de árboles se encuentra en la clase  $>40$  m (0.04%); asimismo, el 6.13% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 5 a 34.9 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (ej. Lamprech, 1990).

**Figura 75. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Selva Baja**



Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuyas alturas son superiores a 25 m figuran: *Apuleia leiocarpa*, *Minuartia guianensis*, *Guazuma crinita*, *Manilkara bidentata*, *Myroxylon balsamum*, *Simarouba amara*, *Terminalia oblonga*, *Micrandra spruceana*, *Ormosia coccinea*, *Maquira coriácea*, *Virola surinamensis*, *Virola pavonis*, *Spondias mombin*, *Ocotea aciphylla*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Brosimum rubescens*, *Hura crepitans*, *Ceiba pentandra* y *Dipterix micrantha*.

Las especies *Astrocaryum* sp. e *Inga* sp. son las más abundantes en la clase altimétrica 5-9.9 m con 3% y 2.4% del número total de árboles en esta clase diamétrica.

En la clase altimétrica 10-14.9 m, las especies *Inga* sp. y *Eschweilera* sp. son las más abundantes y representan 3.52% y 2.32% del total en esta clase altimétrica. Estas mismas especies son las más abundantes en la clase altimétrica 15-19.90 m con 2.69% y 3.69% individuos para *Eschweilera* sp. e *Inga* sp., respectivamente.

En la clase altimétrica 20-24.9 m, las especies más abundantes son *Eschweilera* sp. y *Iriartea deltoidea* con 3.31% y 2.85%, respectivamente. Las especies más abundantes en la clase altimétrica 25-29.9 m son *Eschweilera* sp. y *Pouteria* sp., con 3.23% y 2.45%, respectivamente.

Las especies *Pouteria* sp., *Mauritia flexuosa* y *Eschweilera* sp. son las más abundantes en la clase altimétrica 30-34.9 m con 3.96%, 3.30% y 3.14%, del total en dicha clase altimétrica, respectivamente. En las clases altimétricas superiores a 35 m de altura son escasos los árboles; sin embargo, el árbol más alto corresponde a un individuo de la especie *Terminalia oblonga* con 44 m de altura.

La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo 5 que se adjunta

### 5.5.3. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro 66, se presenta las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m<sup>2</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en individuos ≥10 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo 5.

**Cuadro 66. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arboreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Eschweilera</i> sp.	0.103	0.153	0.112	0.109	0.062	0.078	0.052	0.033	0.045	0.748	0.256	0.492
<i>Inga</i> sp.	0.131	0.153	0.090	0.059	0.028	0.023	0.027	0.007	0.008	0.526	0.284	0.241
<i>Pouteria</i> sp.	0.078	0.088	0.073	0.067	0.067	0.042	0.034	0.013	0.011	0.472	0.166	0.306
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.001	0.003	0.005	0.005	0.006	0.000	0.006	0.043	0.192	0.260	0.004	0.257
<i>Protium</i> sp.	0.057	0.056	0.052	0.028	0.018	0.012	0.013	0.000	0.011	0.248	0.113	0.135
<i>Virola</i> sp.	0.061	0.064	0.036	0.026	0.011	0.019	0.012	0.000	0.000	0.230	0.125	0.105
<i>Brosimum</i> sp.	0.015	0.019	0.025	0.016	0.021	0.013	0.009	0.017	0.089	0.223	0.034	0.190
<i>Parkia</i> sp.	0.015	0.023	0.030	0.033	0.013	0.032	0.032	0.013	0.025	0.216	0.038	0.178
<i>Ocotea</i> sp.	0.058	0.051	0.028	0.026	0.021	0.003	0.011	0.000	0.017	0.214	0.109	0.106
<i>Ficus</i> sp.	0.005	0.011	0.013	0.008	0.012	0.012	0.031	0.007	0.100	0.200	0.016	0.185
Demás especies*	3.104	3.225	2.681	2.105	1.710	1.075	1.000	0.503	1.432	16.835	6.329	10.506
Otras**	0.684	0.766	0.501	0.442	0.291	0.235	0.152	0.073	0.210	3.353	1.450	1.903
Total general	4.312	4.612	3.646	2.923	2.259	1.546	1.378	0.708	2.140	23.526	8.923	14.602

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

Las diez primeras especies con mayor área basal representan 14.18% del total registrado en esta ecozona; en el estrato arbóreo, las diez primeras especies aportan 15% del total del estrato.

A nivel general, las especies *Eschweilera* sp. e *Inga* sp. son las que cuentan con mayor área basal y aportan juntas 5.41% del total, mientras que en el estrato arbóreo las especies *Eschweilera* sp. y *Pouteria* sp. son las que acumulan mayor área basal y contribuyen con 5.46% del área basal total del estrato.

## 5.5.4. Existencias volumétricas

### 5.5.4.1. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 67, se presentan las 10 primeras especies forestales con volumen promedio ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) ordenadas por clases diamétricas en individuos  $\geq 10$  cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo 5 que se adjunta.

A nivel general, el estrato fustal aporta con 28% del volumen total, mientras que el estrato arbóreo concentra 72% del volumen total en esta ecozona.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen 15.29% del total registrado en esta ecozona. En el estrato fustal, las 10 primeras especies contribuyen con 12.58% del volumen total registrado en este estrato, destacan de este estrato las especies *Eschweilera* sp., *Inga* sp. y *Pouteria* sp., juntos contribuyen con 8.21% del volumen total en este estrato. En el estrato arbóreo las 10 especies presentan importantes volúmenes maderables, aportando el 16.34% del volumen registrado en este estrato, sobresaliendo las especies *Eschweilera* sp., *Cedrelinga catenaeformis* y *Pouteria* sp. con 4.5% del total registrado en este estrato.

**Cuadro 67. Promedio del volumen ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Volumen ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) por clase diamétrica										Total	Volumen ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80-89.9	90 a mas			10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Eschweilera</i> sp.	0.613	1.154	0.943	1.000	0.616	0.785	0.517	0.434	0.498	6.560		1.767	4.793
<i>Pouteria</i> sp.	0.439	0.596	0.639	0.651	0.752	0.386	0.400	0.130	0.109	4.103		1.035	3.068
<i>Inga</i> sp.	0.666	0.925	0.633	0.486	0.262	0.213	0.255	0.051	0.087	3.579		1.591	1.987
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.005	0.024	0.058	0.045	0.066	0.000	0.091	0.499	2.352	3.141		0.029	3.111
<i>Brosimum</i> sp.	0.083	0.137	0.223	0.161	0.188	0.129	0.112	0.174	1.069	2.275		0.220	2.055
<i>Parkia</i> sp.	0.104	0.164	0.260	0.310	0.119	0.321	0.320	0.133	0.308	2.038		0.268	1.770
<i>Virola</i> sp.	0.354	0.488	0.340	0.272	0.136	0.238	0.093	0.000	0.000	1.920		0.842	1.078
<i>Bertholletia excelsa</i>	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.054	0.000	0.000	1.827	1.890		0.000	1.890
<i>Tachigali</i> sp.	0.144	0.162	0.234	0.170	0.209	0.321	0.394	0.243	0.000	1.877		0.306	1.570
<i>Protium</i> sp.	0.299	0.373	0.351	0.211	0.125	0.127	0.109	0.000	0.183	1.779		0.672	1.107
Demás especies*	16.075	21.150	21.089	18.430	16.404	10.314	10.188	5.095	15.567	134.311		37.225	97.087
Otras**	3.869	5.632	4.189	3.891	2.812	2.234	1.570	0.741	2.251	27.190		9.501	17.689
<b>Total general</b>	<b>22.650</b>	<b>30.805</b>	<b>28.968</b>	<b>25.627</b>	<b>21.689</b>	<b>15.123</b>	<b>14.049</b>	<b>7.500</b>	<b>24.250</b>	<b>190.660</b>		<b>53.455</b>	<b>137.205</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.5.4.2. Volumen comercial por grupo potencial de mercado

En el Cuadro 68 se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de cada uno de los grupos comerciales con potencial mercado de exportación, nacional y regional y el volumen de las especies maderables sin demanda comercial, excluyendo las especies de la familia Arecaceae (palmeras).

El estrato fustal presenta  $5.0 \text{ m}^3/\text{ha}$  de madera comercial, mientras que el estrato arbóreo presenta importante volumen de madera comercial con algo más de  $27.77 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Asimismo, el volumen de madera comercial del estrato arbóreo a partir de 60 cm dap es de  $16.76 \text{ m}^3/\text{ha}$ , correspondiendo  $1.63 \text{ m}^3/\text{ha}$  a madera para el mercado de exportación,  $11.45 \text{ m}^3/\text{ha}$  para el mercado nacional y  $3.68 \text{ m}^3/\text{ha}$  para el mercado

regional. El volumen de madera sin demanda comercial a partir de 60 cm dap es elevado y asciende a 44.16 m<sup>3</sup>/ha.

Las especies que conforman cada categoría se presentan en el Anexo VII.

**Cuadro 68. Volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales en individuos de los estratos fustales, árboles y árboles mayores e iguales de 60 cm dap**

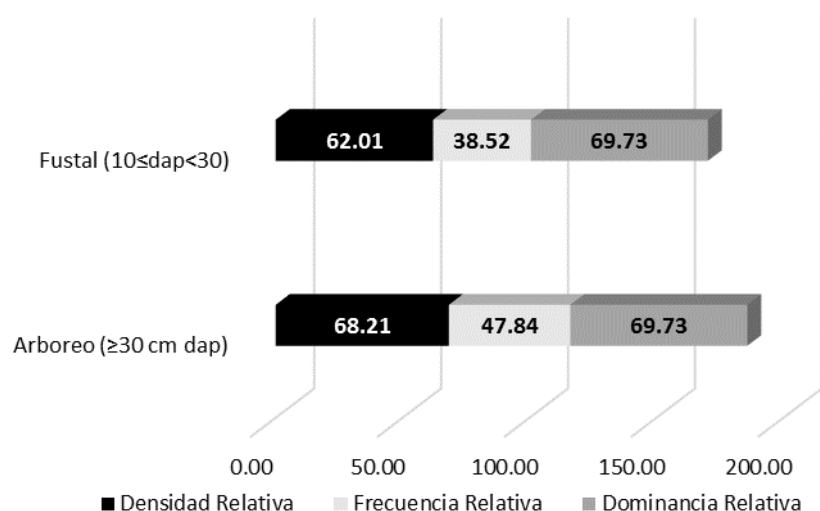
Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea <sup>3</sup> (ha)			
	Total	10?dap<30	30?dap<60	?60
Especies con potencial mercado de exportación	4.86	1.15	2.08	1.63
Especies con potencial mercado nacional	16.36	1.11	3.80	11.45
Especies con potencial mercado regional	11.64	2.76	5.21	3.68
Especies sin demanda comercial	157.79	48.44	65.19	44.16
<b>Total</b>	<b>190.66</b>	<b>53.46</b>	<b>76.28</b>	<b>60.92</b>

### 5.5.5. Índice Valor de Importancia - IVI

#### 5.5.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

Para facilitar la interpretación de los datos, el análisis se efectuó por estratos, es decir, en el nivel fustal y arbóreo. En la Figura 76 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las 10 primeras familias en el estrato fustal y arbóreo.

**Figura 76. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias de los estratos fustal y arbóreo**



En el Cuadro 69 y Cuadro 70 se presenta la lista de las 10 primeras familias del estrato fustal y arbóreo, en orden decreciente de IVI, así como los valores de abundancia, dominancia y frecuencia. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo V que se adjunta.

A nivel general se anotó 98 familias, correspondiendo 96 familias al estrato fustal y 73 familias al estrato arbóreo. La familia más representativa en IVI en los estratos fustal y arbóreo es Fabaceae con 25.82 y 37.78 sobre 300%, respectivamente.

**Cuadro 69. Lista de las diez primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Baja**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.107	10.689	100.000	4.265	0.109	10.870	25.825
Arecaceae	0.091	9.063	87.500	3.732	0.107	10.739	23.534
Myristicaceae	0.076	7.638	91.406	3.899	0.075	7.502	19.038
Moraceae	0.060	6.018	94.531	4.032	0.066	6.584	16.634
Malvaceae	0.055	5.527	90.625	3.865	0.053	5.318	14.710
Lecythidaceae	0.052	5.217	80.469	3.432	0.055	5.535	14.185
Sapotaceae	0.048	4.835	92.188	3.932	0.049	4.906	13.674
Euphorbiaceae	0.051	5.078	86.719	3.699	0.047	4.675	13.452
Lauraceae	0.045	4.513	91.406	3.899	0.042	4.197	12.609
Annonaceae	0.034	3.428	88.281	3.765	0.032	3.187	10.380
Demás especies*	0.301	30.090	1362.500	58.114	0.288	28.770	116.974
Otras**	0.079	7.905	78.906	3.366	0.077	7.715	18.985
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>2344.531</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

**Cuadro 70. Lista de las diez primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Selva Baja**

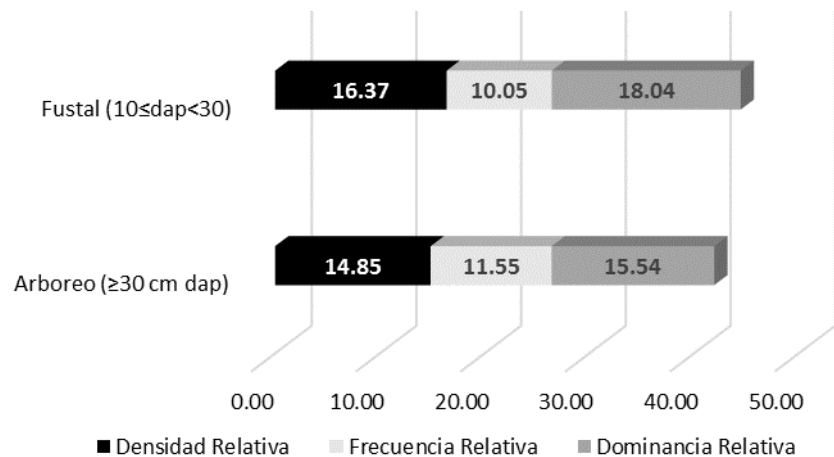
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Fabaceae	0.146	14.574	96.063	5.925	0.173	17.287	37.787
Moraceae	0.091	9.120	90.551	5.585	0.110	10.956	25.661
Lecythidaceae	0.075	7.547	85.039	5.245	0.089	8.874	21.666
Sapotaceae	0.061	6.061	79.528	4.905	0.059	5.871	16.837
Myristicaceae	0.063	6.335	74.803	4.614	0.057	5.670	16.618
Malvaceae	0.055	5.483	74.016	4.565	0.062	6.223	16.272
Arecaceae	0.069	6.869	64.567	3.983	0.043	4.334	15.185
Lauraceae	0.040	4.040	74.803	4.614	0.036	3.636	12.291
Urticaceae	0.044	4.372	69.291	4.274	0.032	3.227	11.873
Euphorbiaceae	0.038	3.810	66.929	4.128	0.037	3.653	11.591
Demás especies*	0.253	25.310	781.890	48.227	0.238	23.837	97.375
Otras**	0.065	6.479	63.780	3.934	0.064	6.432	16.845
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1621.260</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

### 5.5.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la Figura 77 se compara el IVI de las 10 primeras especies en el estrato fustal y arbóreo.

**Figura 77. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies en el estrato fustal y arbóreo**

En el Cuadro 71 se presentan las 10 primeras especies del estrato fustal y arbóreo que dominan sobre el resto de las especies. La lista detallada de las especies de ambos estratos (fustal y arbóreo) con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo VI.

**Cuadro 71. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato fustal en el bosque de la ecozona Selva Baja**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Inga</i> sp.	0.027	2.748	73.438	1.546	0.029	2.867	7.161
<i>Eschweilera</i> sp.	0.025	2.536	60.938	1.283	0.028	2.793	6.612
<i>Oenocarpus bataua</i>	0.019	1.881	48.438	1.020	0.027	2.661	5.561
<i>Pouteria</i> sp.	0.017	1.717	61.719	1.299	0.018	1.775	4.791
<i>Iriarte deltoidea</i>	0.014	1.444	43.750	0.921	0.022	2.228	4.593
<i>Virola</i> sp.	0.014	1.353	46.875	0.987	0.013	1.329	3.669
<i>Protium</i> sp.	0.012	1.238	44.531	0.938	0.013	1.272	3.447
<i>Ocotea</i> sp.	0.013	1.268	48.438	1.020	0.011	1.146	3.434
<i>Iryanthera</i> sp.	0.011	1.062	33.594	0.707	0.010	0.992	2.761
<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	0.011	1.122	15.625	0.329	0.010	0.971	2.422
Demás especies*	0.668	66.756	4179.688	87.993	0.652	65.158	219.907
Otros**	0.169	16.877	92.969	1.957	0.168	16.807	35.641
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>4750.000</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el estrato fustal, las 10 primeras especies representan 44.55 sobre 300% del IVI en este estrato, las tres especies con mayor peso ecológico son *Inga* sp., *Eschweilera* sp. y *Oenocarpus bataua*; juntos contribuyen con 19.33 sobre 300% (Cuadro 71). En el estrato arbóreo las 10 primeras especies congregan juntos cerca de 42 sobre 300% del IVI en este estrato, las especies con mayor peso ecológico en este estrato: son *Eschweilera* sp., *Pouteria* sp. e *Inga* sp. que representan 21 sobre 300%. Cuadro 72.



**Cuadro 72. Índice Valor de Importancia de las diez primeras especies del estrato arbóreo en el bosque de la ecozona Selva Baja**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Eschweilera</i> sp.	0.034	3.434	59.055	2.082	0.035	3.535	9.051
<i>Pouteria</i> sp.	0.023	2.251	48.819	1.721	0.021	2.145	6.117
<i>Inga</i> sp.	0.021	2.121	57.480	2.026	0.017	1.693	5.840
<i>Parkia</i> sp.	0.011	1.082	35.433	1.249	0.013	1.324	3.656
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.017	1.717	11.024	0.389	0.010	1.045	3.150
<i>Tachigali</i> sp.	0.010	1.039	22.835	0.805	0.012	1.192	3.036
<i>Brosimum</i> sp.	0.009	0.851	24.409	0.860	0.013	1.284	2.996
<i>Protium</i> sp.	0.011	1.111	24.409	0.860	0.009	0.936	2.908
<i>Ocotea</i> sp.	0.008	0.823	29.921	1.055	0.007	0.730	2.607
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	0.004	0.418	14.173	0.500	0.017	1.655	2.573
Demás especies*	0.711	71.068	2428.346	85.595	0.710	70.977	227.640
Otros**	0.141	14.084	81.102	2.859	0.135	13.484	30.427
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>2837.008</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.5.6. Número de brinzales y latizales

En el Cuadro 73 y Cuadro 74 se presentan las diez primeras especies forestales de brinzales y latizales con mayor IVI, para la ecozona Selva Baja. La lista detallada de las especies brinzales y latizales con sus respectivos IVIs simplificados se presentan en las Tablas N° 9 y 10 del Anexo V que se adjunta.

El número de plántulas por hectárea representado por la densidad absoluta revela que existe una buena reserva de árboles del futuro, por lo que el manejo del bosque debe concentrarse en proporcionar las condiciones necesarias para que estas plántulas se desarrollen dentro del bosque.

**Cuadro 73. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las diez primeras especies forestales de brinzales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Lepidocaryum tenue</i>	222.917	5.544	14.063	1.097	6.641
<i>Inga</i> sp.	104.167	2.591	42.969	3.352	5.942
<i>Virola</i> sp.	68.750	1.710	26.563	2.072	3.782
<i>Miconia</i> sp.	71.875	1.788	24.219	1.889	3.677
<i>Pouteria</i> sp.	71.875	1.788	22.656	1.767	3.555
<i>Piper</i> sp.	68.750	1.710	20.313	1.584	3.294
<i>Rinorea</i> sp.	79.167	1.969	15.625	1.219	3.188
<i>Ocotea</i> sp.	55.208	1.373	19.531	1.523	2.897
<i>Protium</i> sp.	52.083	1.295	17.188	1.341	2.636
<i>Guadua</i> sp.	103.125	2.565	0.781	0.061	2.626
Demás especies*	2359.375	58.679	1011.719	78.915	137.594
Otros**	763.542	18.990	66.406	5.180	24.169
<b>Total general</b>	<b>4020.833</b>	<b>100.000</b>	<b>1282.031</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado



**Cuadro 74. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las diez primeras especies forestales de latizales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Inga</i> sp.	34.115	3.183	42.188	2.820	6.003
<i>Pouteria</i> sp.	31.771	2.965	37.500	2.507	5.471
<i>Eschweilera</i> sp.	26.823	2.503	31.250	2.089	4.592
<i>Virola</i> sp.	25.000	2.333	31.250	2.089	4.422
<i>Ocotea</i> sp.	24.219	2.260	27.344	1.828	4.088
<i>Protium</i> sp.	16.927	1.580	26.563	1.775	3.355
<i>Miconia</i> sp.	11.979	1.118	22.656	1.514	2.632
<i>Guatteria</i> sp.	13.281	1.239	20.313	1.358	2.597
<i>Iryanthera</i> sp.	11.979	1.118	21.094	1.410	2.528
<i>Licania</i> sp.	10.156	0.948	13.281	0.888	1.835
Demás especies*	688.021	64.204	1157.031	77.337	141.541
Otros**	177.344	16.549	65.625	4.386	20.936
<b>Total general</b>	<b>1071.615</b>	<b>100.000</b>	<b>1496.094</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

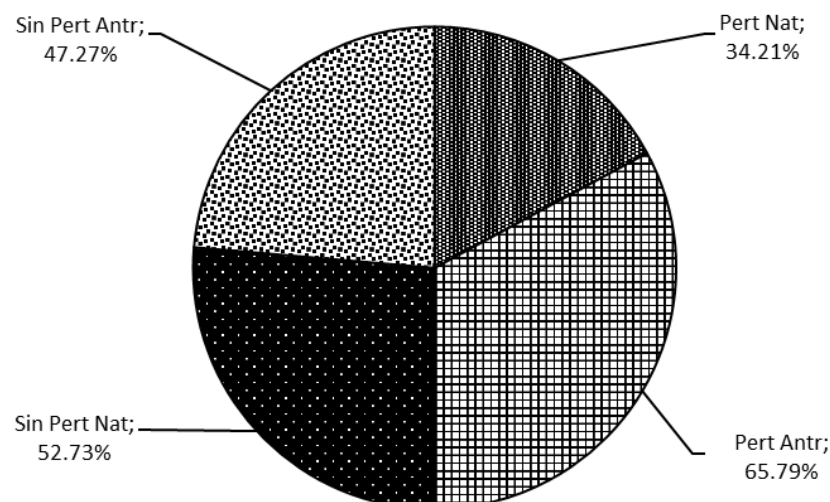
\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor valor

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.5.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

#### 5.5.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

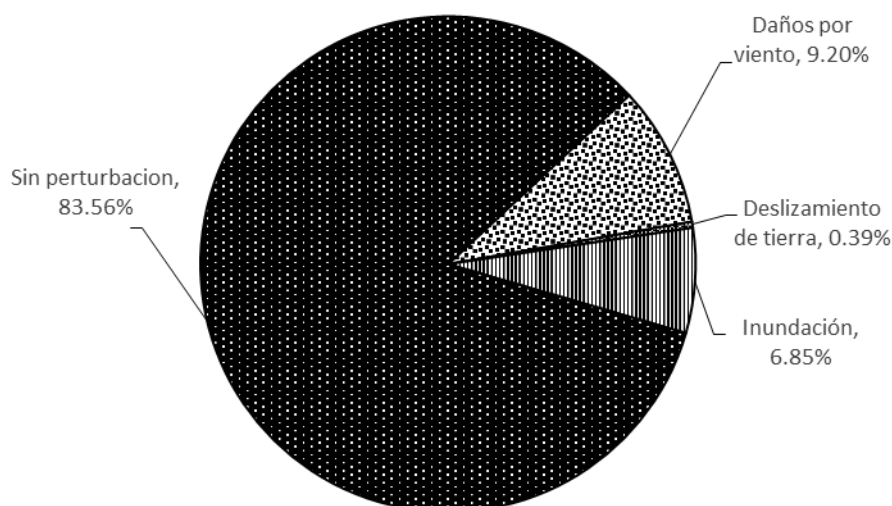
Los registros de campo levantados en la ecozona Selva Baja revelan que la acción de la perturbación antrópica es superior a la natural en términos porcentuales, siendo su incidencia aproximadamente 66%. En la Figura 78 se compara en términos porcentuales la acción de ambas perturbaciones en los bosques de la ecozona Selva Baja.

**Figura 78. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Selva Baja**

### 5.2.7.1. Perturbación Natural

En la Figura 79 se observa que en el bosque de la ecozona Selva Baja el factor de perturbación natural que presenta mayor incidencia es el daño por viento, que afecta al 9.20% del bosque de esta ecozona, seguido de la inundación que tiene una incidencia de 6.85% del bosque, mientras que el deslizamiento de tierra afecta solo al 0.39%. Llama la atención sin embargo, que el 83.56% del bosque de esta ecozona no ha sufrido perturbación natural alguna.

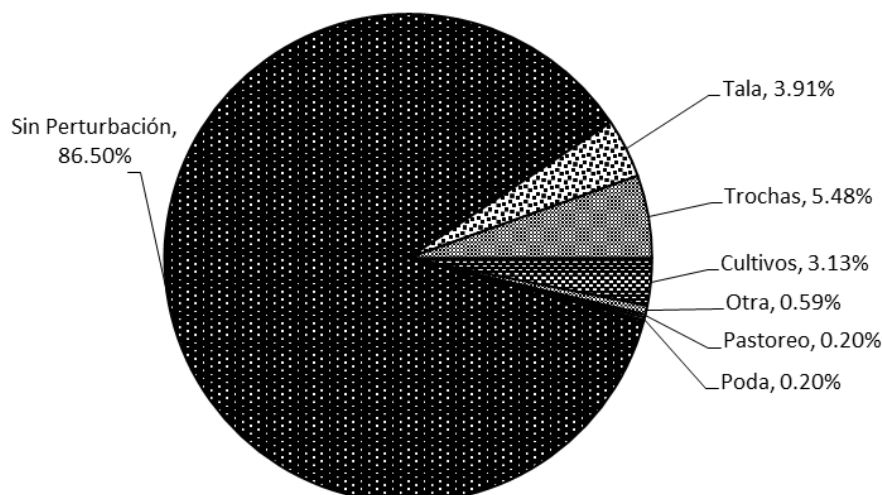
**Figura 79. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Selva Baja**



### 5.5.7.2. Perturbación Antrópica

En la Figura 80 se muestran los diferentes tipos de perturbación antrópica registrados en los bosques de la ecozona Selva Baja. La más frecuente está relacionada con la apertura de trochas con fines de extracción de madera (5.48%), seguido de la tala de árboles (con 3.91%). La mayor parte del bosque no ha sido perturbado por actividades antrópicas (86.50%).

**Figura 80. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Selva Baja**



### 5.5.8. Especies forestales amenazadas

#### 5.5.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el Cuadro 75 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 75. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>		
1	<i>Celtis iguanaea</i>	Garabato
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
2	<i>Amburana acreana</i>	Ishpingo
3	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro de monte
4	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro colorado
5	<i>Copaifera paupera</i>	Copaiba
6	<i>Haploclathra cordata</i>	Boa caspi
7	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla roja
8	<i>Mezilaurus itauba</i>	Itahuba
9	<i>Pachira brevipes</i>	Punga de aguajal
10	<i>Parahancornia peruviana</i>	Naranjo podrido
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>		
11	<i>Abuta grandifolia</i>	Abuta
12	<i>Ceiba pentandra</i>	Lupuna
13	<i>Clarisia biflora</i>	Guariuba, mashonaste
14	<i>Clarisia racemosa</i>	Guariuba
15	<i>Croton palanostigma</i>	Sangre de grado
16	<i>Maytenus macrocarpa</i>	Chuchuhuasi

#### 5.5.8.2. Especies con categorización CITES

En el Cuadro 76 se presenta el listado de especies con la categorización CITES

**Cuadro 76. Listado de especies de acuerdo con la categorización CITES**

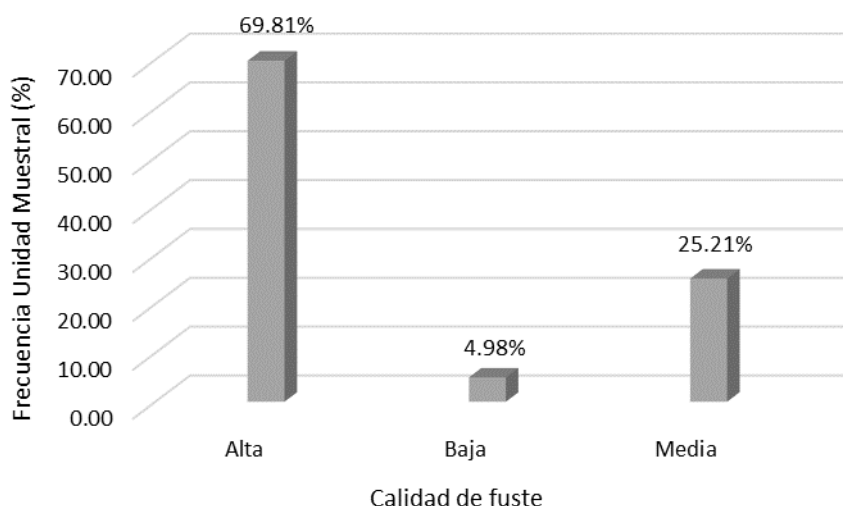
N°	Nombre científico	Nombre común
<b>Categoría CITES II</b>		
1	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro

## 5.5.9. Condición de los árboles

### 5.5.8.1. Calidad de fuste de los árboles

En la Figura 81, se presenta el promedio de la frecuencia de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 128 unidades muestrales.

**Figura 81. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Selva Baja**

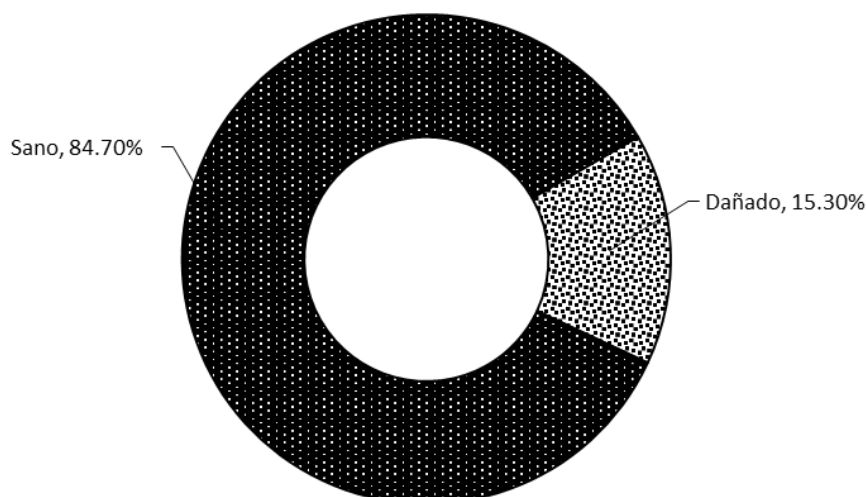


Al respecto, la calidad de fuste para los árboles vivos registrados en esta ecozona presenta mayormente calidad alta (69.81%) y en condiciones óptimas para ser aprovechadas (desde el punto de vista del aserrío). Mientras que la calidad de fuste medio y bajo presentan una media de 25.21% y 4.98%, respectivamente.

### 5.5.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles

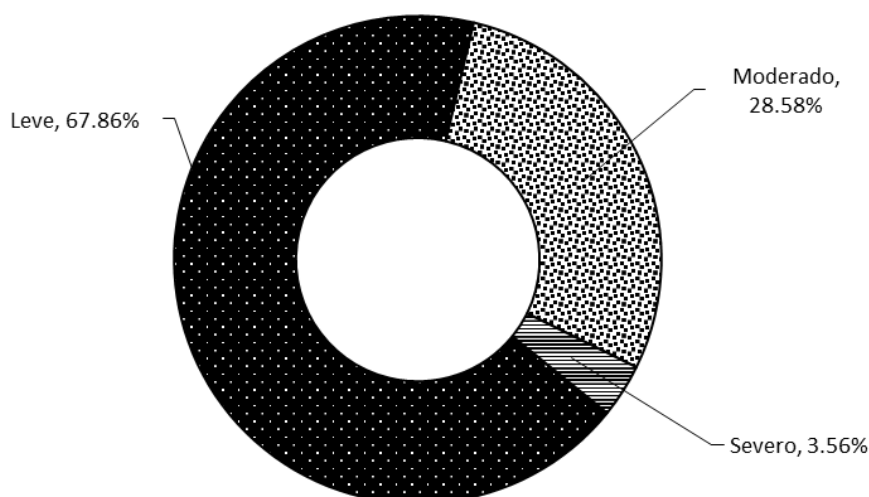
Los árboles de la ecozona Selva Baja cuentan con buen estado fitosanitario, aproximadamente 84.70% de los individuos se encuentran en condición de “sanos”, mientras que el 15.30% de los árboles presentan algún tipo de daño (Figura 82).

**Figura 82. Condición fitosanitaria de los árboles mayores de 10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Baja**



En la Figura 83 se muestra el grado de afectación fitosanitaria de los árboles señalados con daño. El 67.86% de los árboles presentan daño leve, mientras que 28.58% presentan daño moderado. Asimismo, un bajo porcentaje de los árboles dañados muestran daño severo (3.56%).

**Figura 83. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles mayores de 10 cm de dap calificados con daño, registrados en la ecozona Selva Baja**

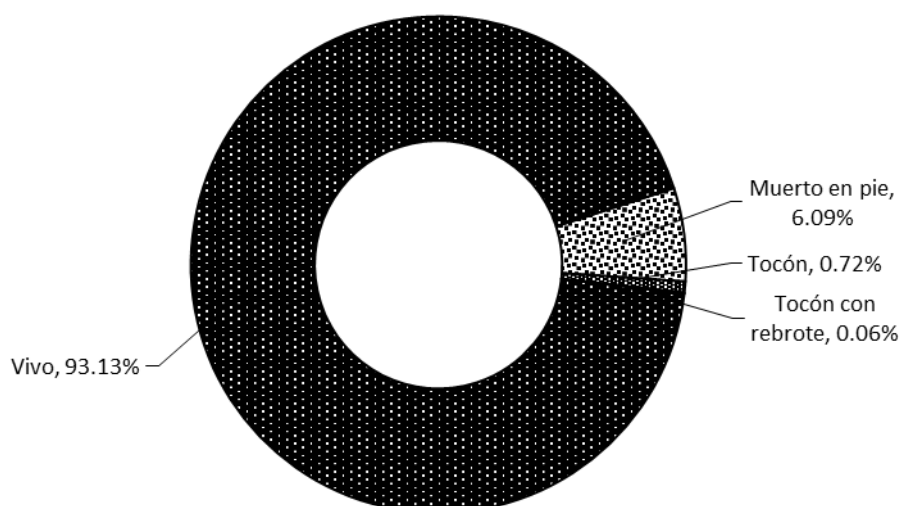


#### 5.5.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)

En las 128 unidades muestrales evaluadas, se presentan mayoritariamente árboles vivos, alcanzando un promedio de 93.13% del total registrado (Figura 84).

El 6.09% de los árboles han sido registrados muertos en pie. Los árboles muertos en pie pueden contener volúmenes considerables de carbono y cumplir funciones ecológicas importantes como refugio y alimento de animales, así como sustrato de plantas antes de descomponerse. Asimismo, se ha registrado 181 individuos en condición de tocones y 15 tocones con rebrote; que representan porcentajes de 0.72% y el 0.06% del total de árboles mayores de 10 cm de dap, respectivamente.

**Figura 84. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones) de la ecozona Selva Baja**



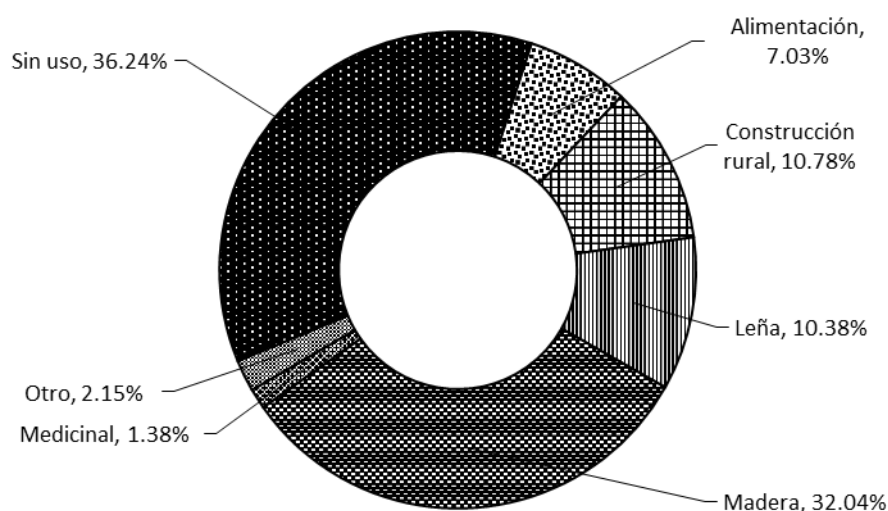
### 5.5.10. Usos de las especies forestales

Los usos potenciales de los árboles de la ecozona Selva Baja recabados en las 128 unidades muestrales se presentan en la Figura 85.

El principal uso potencial de los árboles registrados se refiere como madera para aserrío (32.04%), seguido de madera para construcción rural (10.78%) y leña (10.38%). Asimismo, algo más de 7% de los árboles han sido registrados para provisión de frutas, contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria.

En menor medida se ha reportado el uso potencial medicinal, para curar los males y dolencias de población cercana a los bosques (1.38%). También se ha reportado otros usos como productos del bosque para confección de artesanías (1.11%) y carbón (0.26%), además de tintes, material para propagación, chamanería y forraje que están incluidos en el rubro otros.

**Figura 85. Usos potenciales de los árboles mayores de 10 cm de dap registrados en la ecozona Selva Baja**



### 5.5.11. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

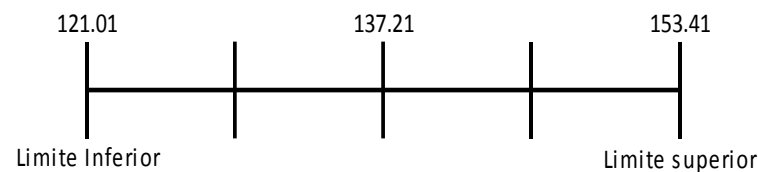
En el Cuadro 77 se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona selva baja con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 77. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Selva Baja del inventario nacional forestal**

Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desv Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel de Muestreo(%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
≥10 cm dap	458.85	33.28	7.25	2.94	16.98	441.87	475.83	3.70
≥30 cm dap	81.21	18.67	22.99	1.65	9.53	71.68	90.74	11.73
10≤DAP<30	377.64	89.93	23.81	7.95	45.88	331.76	423.52	12.15
<b>Área basal/ha (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
≥10 cm dap	23.53	1.47	6.25	0.13	0.75	22.78	24.28	3.19
≥30 cm dap	14.60	3.36	23.03	0.30	1.72	12.88	16.32	11.75
10≤DAP<30	8.92	2.08	23.27	0.18	1.06	7.86	9.98	11.87
<b>Volumen/ha (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
≥10 cm dap (sin palmeras)	190.66	14.13	7.41	2.67	7.21	183.45	197.87	3.78
≥30 cm dap (sin palmeras)	137.21	31.76	23.15	6.00	16.20	121.01	153.41	11.81
10≤DAP<30 (sin palmeras)	53.46	13.19	24.68	2.49	6.73	46.73	60.19	12.59
<b>N° de Latizales</b>	1071.61	774.96	72.31	68.50	136.48	935.13	1208.10	12.74
<b>N° de Brinzales</b>	4020.83	2429.19	60.41	214.71	427.82	3593.01	4448.66	10.64

La Figura 86 muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles ≥30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de 128 parcelas cada una, en el 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es de 5%.

**Figura 86. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Selva Baja en árboles (≥30 cm dap), todas las especies excepto palmeras**

## ECOZONA HIDROMÓRFICA

### 5.6.1. Composición florística

#### 5.6.1.1. Composición florística a nivel de familias y especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos en 17 unidades muestrales 2719 individuos  $\geq 10$  cm dap, correspondiendo 2549 a individuos vivos, 167 a individuos muertos en pie y 03 individuos a tocones.

En el caso de los individuos vivos mayores de 10 cm dap, se ha reportado 48 familias botánicas (promedio 16.29 por unidad muestral), 133 especímenes identificados a nivel de género (21.88 géneros por unidad muestral) y 202 especímenes identificados a nivel de especie (23.76 especies por unidad muestral) (Cuadro 78).

**Cuadro 78. Número de especímenes vivos identificados a nivel de familias, géneros y especies encontradas en 17 unidades muestrales del bosque de la ecozona Hidromórfica.**

Variables	Total	Promedio	Desv . Estándar
<b>N° de Familias</b>			
(10≤dap<30 cm)	45	14.94	5.76
(≥30 cm dap)	32	8.71	4.45
Sub total	48	16.29	6.34
<b>N° de Géneros</b>			
(10≤dap<30 cm)	119	18.35	9.49
(≥30 cm dap)	75	9.53	5.22
Sub total	133	21.88	10.99
<b>N° de Especies en general</b>			
(10≤dap<30 cm)	181	19.94	11.19
(≥30 cm dap)	98	10.00	5.68
Sub total	202	23.76	12.46

Los individuos vivos del estrato fustal comprenden a 45 familias botánicas diferentes (promedio de 14.94 por unidad muestral). Asimismo, fueron identificados 119 géneros (promedio de 18.35 por unidad muestral) y 181 a nivel de especies (promedio de 19.94 por unidad muestral).

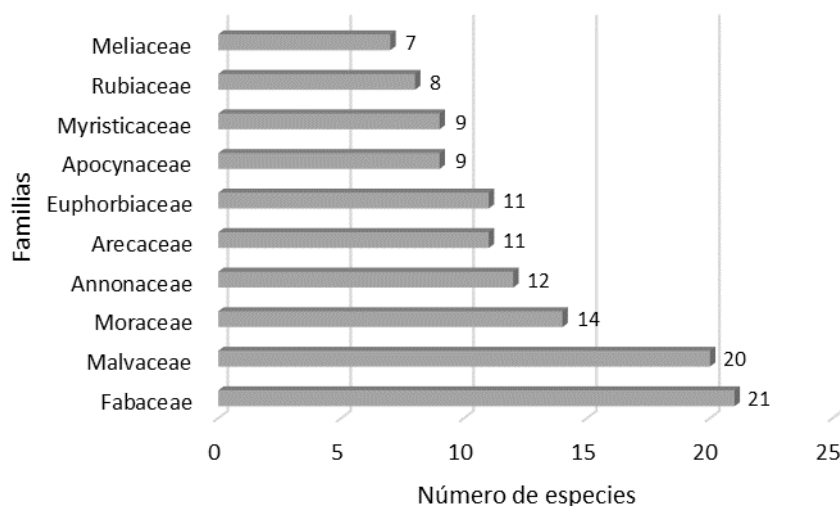
Los individuos vivos del estrato arbóreo corresponden a 32 familias botánicas diferentes identificadas (promedio de 8.71 por unidad muestral). Asimismo, se registraron 75 géneros (promedio de 9.53 por unidad muestral) y 98 a nivel de especies (promedio de 10 por unidad muestral).

En la Figura 87 se muestran las diez familias con mayor número de especies  $\geq 10$  cm dap en las 17 unidades muestrales: Fabaceae (21 especies), Malvaceae (20 especies), Moraceae (14 especies), Annonaceae (12 especies), Arecaceae y Euphorbiaceae (11 especies cada una), Apocynaceae y Myristicaceae (9 especies cada una), Rubiaceae (8 especies) y Meliaceae (7 especies), mientras que las restantes familias tienen menos de 6 especies por familia.



Las especies más abundantes cuyos diámetros son superiores de 10 cm de dap fueron *Mauritia flexuosa* (194 individuos), *Cecropia* sp. (132 individuos), *Pachira brevipes* (125 individuos) y *Cecropia membranacea* (100 individuos).

**Figura 87. Diez primeras familias con mayor número de especies**



### 5.6.1.2. Índices de biodiversidad a nivel de especies

#### 5.6.1.2.1. Diversidad Alfa ( $\alpha$ )

La diversidad Alfa en general de las 17 unidades muestrales, calculado con el índice de Shannon – Wiener en individuos  $\geq 10$  cm dap, muestra valor de 4.25 con una equidad de 0.8, valores considerados como normales para las condiciones de bosque tropical. Independientemente para cada unidad muestral, los valores resultaron diferentes, así la diversidad de la unidad muestral 45 tiene el valor de 3.48, siendo el mayor y el más diverso de las 17 unidades muestrales evaluadas con una equidad de 0.90.

Conforme muestra el Cuadro 79, la unidad muestral 127 tiene un valor de 3.44, siendo la segunda más diversa, con una equidad de 0.93. En la unidad muestral 89 el valor de la equidad fue alto (0.94) y la diversidad (2.47), como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta unidad muestral, aunque el valor de la diversidad no fue alto. La unidad muestral 73 posee índice de diversidad de 0.67, con una equidad de 0.34, siendo la unidad muestral menos diversas y con menor distribución de especies.

Para determinar las razones por las cuales varían los valores del índice de Shannon-Wiener, hemos recurrido al ajuste de los valores obtenidos a una distribución normal a través del método gráfico. El criterio discriminatorio es principalmente de tipo exploratorio, dado que no es posible obtener errores dentro del grupo. Para la interpretación de los resultados se trabaja con el supuesto de que los índices de diversidad entre unidades muestrales encontrados a través del Índice de Shannon-Wiener se ajustan a una distribución normal.

Asimismo, se puede observar que la UM 73 tienen valor bajo (0.67) de índice de Shannon Wiener, puede pensarse que tiene un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices. También se puede advertir un valor alto del índice en la UM 45 (3.48), seguido de la unidad muestral 127 con 3.44 (Figura 88).

**Cuadro 79. Índice de diversidad de Shannon – Wiener ( $H'$ ) y de equidad de Pielou ( $J'$ ) de 17 unidades muestrales**

UM	$H'$	S	$J'$
11	1.32	7.00	0.68
12	2.67	28.00	0.80
27	2.83	26.00	0.87
29	2.73	25.00	0.85
45	3.48	48.00	0.90
53	1.90	19.00	0.65
54	2.57	27.00	0.78
59	2.94	26.00	0.90
60	2.27	13.00	0.89
73	0.67	7.00	0.34
89	2.47	14.00	0.94
90	1.94	18.00	0.67
101	2.20	13.00	0.86
102	3.34	38.00	0.92
123	1.83	13.00	0.71
127	3.44	41.00	0.93
131	3.11	41.00	0.84
<b>Total</b>	<b>4.25</b>	<b>202.00</b>	<b>0.80</b>

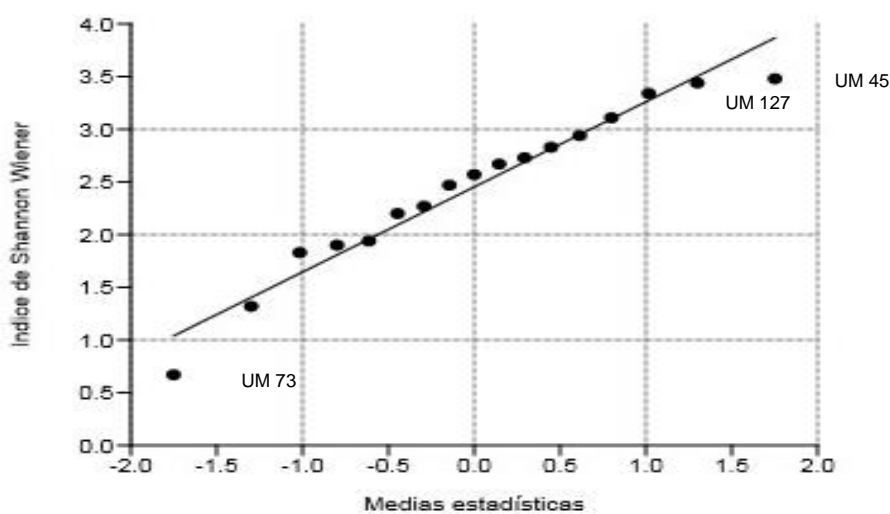
UM: Unidad muestral

$H'$ : Índice de Diversidad Shannon Wiener

S: Número de especies

$J'$ : Equidad de Pielou

**Figura 88. Gráfico Q-Q plot para determinar la normalidad en los valores del índice de Shannon-Wiener**



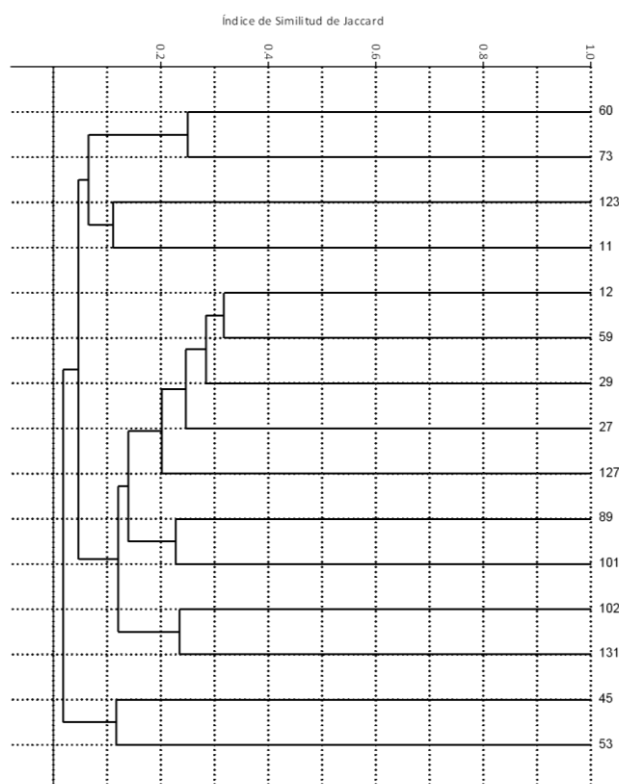
### 5.6.1.2.2. Diversidad beta ( $\beta$ )

Los coeficientes de Jaccard y Sørensen fueron estimados con individuos  $\geq 10$  cm dap. Ambos coeficientes relacionan la similitud en la composición de especies de dos unidades muestrales, cuyos valores se encuentran entre 0 cuando las especies no son compartidas entre ambos sitios, y 1 si el sitio de estudio tiene la misma composición, en nuestro caso, para tener mejores interpretaciones los datos fueron transformados a porcentajes.

La mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 12 y 59 (48.15% de similitud), UM 12 con UM 29 (45.28% de similitud) y la UM 12 con UM 27 (44.44% de similitud), según se aprecia en la Tabla 11 del Anexo VI. La tendencia al agrupamiento entre pares de parcelas es confirmada por el Índice de similitud de Jaccard (Figura 89).

**Figura 89. Similitud de especies entre las 17 unidades muestrales evaluadas.**

Los valores de la derecha representan las unidades muestrales, donde se puede apreciar la similitud entre pares de unidades muestrales



## 5.6.2. Estructura del bosque

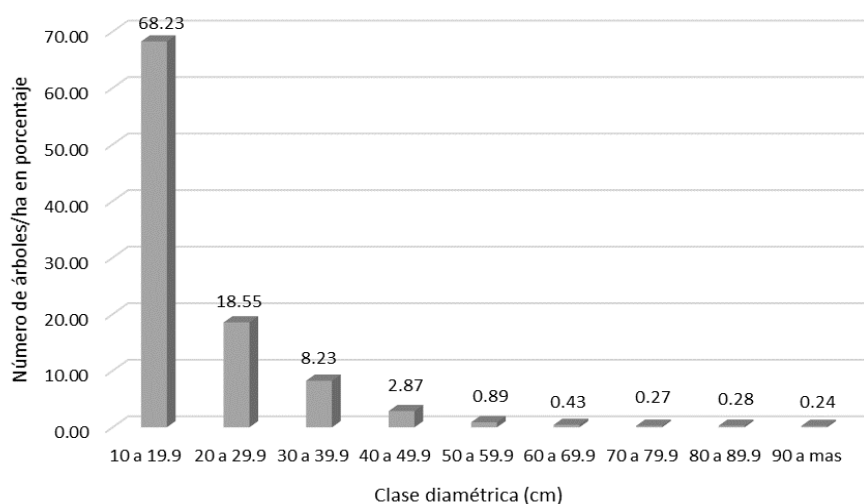
### 5.6.2.1. Estructura horizontal

El análisis de la estructura horizontal a través de las distribuciones diamétricas nos permite inferir el estado demográfico de las masas boscosas y sus posibles problemas de conservación. En principio, una distribución de tamaños en forma exponencial negativa cuyo modelo es  $Y = Ke^{-ax}$ , más conocida como curva en forma de "J" invertida, muestra una mayor proporción en las clases de tamaño pequeño (que corresponde a los

individuos más jóvenes) la misma que aseguraría el reclutamiento y la regeneración de la población.

En la Figura 90 se presenta la distribución diamétrica del número de individuos por hectárea  $\geq 10$  cm dap, configurando la típica "J" invertida. La estructura horizontal del bosque Hidromórfico refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y menor abundancia en los diámetros mayores. En total se contó hasta 567.99 individuos por hectárea, el 87% corresponde al estrato fustal ( $10 \leq \text{dap} < 30$ ) y el 13% restante al estrato arbóreo ( $\geq 30$  dap).

**Figura 90. Distribución diamétrica de individuos por hectárea en la ecozona Hidromórfica**



En el cuadro 80 se presentan las diez primeras especies forestales con mayor número de individuos por hectárea, que representan 37.53% del total general. La lista detallada por especie y clase diamétrica se presenta en la Tabla N° 1 del Anexo VI.

Las especies más abundantes en esta ecozona son: *Cecropia* sp., *Mauritia flexuosa*, *Pachira brevipes* y *Oxandra* sp., juntas representan cerca de 21.49% del total general. Las especies más abundantes en el estrato fustal son: *Cecropia* sp., *Pachira brevipes* y *Oxandra* sp., que representan el 18% del total de fustales. A nivel del estrato arbóreo ( $\text{dap} \geq 30$ ) destaca *Mauritia flexuosa* con el mayor número de individuos y representa 21.19% del total de árboles por hectárea registrado en este estrato.

En la clase diamétrica de 10-19.90 cm, las especies más abundantes son: *Pachira brevipes*, *Oxandra* sp. y *Cecropia* sp., que juntas representan el 18% del total de la clase. Del mismo modo, la especie *Cecropia* sp. es la más abundante en la clase diamétrica 20-29.9 cm con 12% del total de la clase.

La especie más abundante en las clases diamétricas 30-39.9 cm y de 40-49.9 cm es *Mauritia flexuosa* con 35.32% y 27.37% del total de la clase diamétrica.

Las especies *Virola pavonis*, *Cecropia* sp., *Tapura* sp. e *Iryanthera elliptica*, son las más abundantes en la clase diamétrica 50-59.9 cm y representan 22% del total de la clase. En la clase diamétrica 60-69.9 cm la especie *Virola* sp., *Abarema auriculata*, *Minquartia guianensis* y *Ficus* sp. son las más abundantes (47% del total de la clase).

Las especies *Hura crepitans* y *Ficus* sp. son las más abundantes en la clase diamétrica 70-79.9 cm y constituyen cerca de 30.22% del total de la clase. En la clase 80-89.90 cm sobresalen las especies *Erythrina* sp., *Ochroma pyramidale* y *Ficus insipida* con 43.31% del total de la clase. En la clase diamétrica igual o superior a 90 cm de dap son abundantes las especies *Hura crepitans* y *Sloanea* sp. con 32.55% del total registrado en esta clase diamétrica.

**Cuadro 80. Promedio del número de árboles por hectárea por clase diamétrica en general y por estratos (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Número de árboles/ha por clase diamétrica									Total	Número de árboles/ha por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Cecropia</i> sp.	20.799	12.618	2.437	0.691	0.265	0.000	0.000	0.000	0.000	36.809	33.416	3.393
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.704	8.445	16.517	4.460	0.213	0.000	0.000	0.000	0.000	30.339	9.149	21.190
<i>Pachira brevipes</i>	27.917	1.408	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	29.324	29.324	0.000
<i>Oxandra</i> sp.	21.360	4.263	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	25.623	25.623	0.000
<i>Cecropia membranacea</i>	8.724	6.398	1.454	0.582	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	17.255	15.122	2.133
<i>Eriotheca globosa</i>	14.779	1.408	0.000	0.117	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	16.304	16.187	0.117
<i>Virola</i> sp.	10.034	2.762	1.112	0.389	0.000	0.426	0.000	0.000	0.000	14.724	12.797	1.928
<i>Inga</i> sp.	9.321	3.291	1.429	0.519	0.132	0.000	0.000	0.000	0.000	14.693	12.613	2.081
<i>Eschweilera</i> sp.	9.211	3.416	0.901	0.464	0.117	0.079	0.000	0.000	0.000	14.188	12.627	1.561
<i>Hevea guianensis</i>	11.730	2.111	0.117	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	13.958	13.841	0.117
Demás especies*	196.377	47.970	16.262	6.702	3.091	1.757	1.105	1.311	0.927	275.502	244.347	31.155
Otros**	56.556	11.286	6.528	2.371	1.164	0.196	0.425	0.293	0.449	79.270	67.843	11.427
<b>Total general</b>	<b>387.513</b>	<b>105.377</b>	<b>46.759</b>	<b>16.295</b>	<b>5.079</b>	<b>2.458</b>	<b>1.531</b>	<b>1.604</b>	<b>1.375</b>	<b>567.991</b>	<b>492.890</b>	<b>75.101</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor abundancia

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.6.2.2. Estructura vertical

Con el fin de caracterizar la estructura vertical de los individuos del bosque de la ecozona Hidromórfica hemos establecido categorías de alturas tomando como referencia la altura máxima de los individuos en general. En ese sentido, Killeen *et al.* (1998), propone clasificar las alturas de los árboles a intervalos de 5 m, permitiendo de esta manera describir la distribución de las especies en cuatro estratos: sotobosque (<5 m), su dosel (5-14.90 m), dosel (15-24.80) y emergente (>25). Alternativamente, La Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal – IUFRO distingue para los bosques tropicales tres estratos o pisos y los clasifica de la siguiente manera: superior (emergente) altura mayor a 2/3 de la altura superior de vuelo, medio (dosel) entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo, inferior (sotobosque) altura menor a 1/3 de la altura superior del vuelo (Lamprecht, 1990).

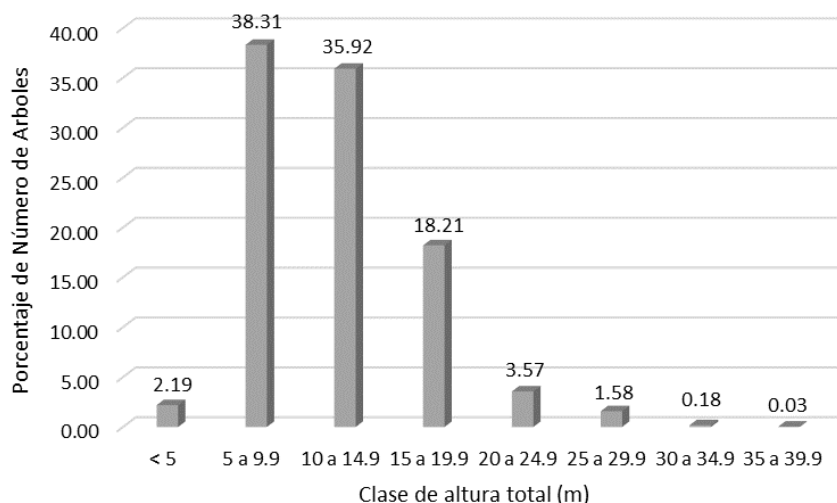
En nuestro caso, hemos establecido arbitrariamente ocho clases altimétricas con amplitud de 5 metros cada una, y anotamos la abundancia de individuos de las especies por cada clase altimétrica, llegando de esta manera a determinar las especies más abundantes por cada clase.

En la Figura 91 se presenta la distribución altimétrica de los individuos ≥10 cm dap de las 17 unidades muestrales registradas. La lista detallada de las especies por clases de altura se presenta en la Tabla N° 2 del Anexo VI que se adjunta

La mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 5 a 9.9 m y representa 38.31% del total; el menor número de árboles se encuentra en la clase 35 a 39.90 m con

0.03% del total. Asimismo, 16.66% de las especies identificadas están presentes en las clases altimétricas de 5 a 25 m de altura, siendo consideradas como especies de distribución vertical continua (Lamprecht, 1990). Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial cuyas alturas son superiores a 25 m de altura figuran *Maquira coriácea* y *Ochroma pyramidale*.

**Figura 91. Distribución porcentual del número de individuos por clase de altura total en la ecozona Hidromórfica**



La especie *Oxandra* sp. es la más abundante en la clase altimétrica inferior de 5 m (con 2.98 individuos/ha) y en la clase altimétrica entre 5 a 9.90 m (con 21.84 individuos/ha); mientras que en la clase altimétrica de 10 a 14.90 m sobresale nítidamente *Paquira brevipes* con 16.18 individuos/ha seguido de *Cecropia* sp. y *Eriotheca globosa* con 13.86 y 13.37 individuos/ha, respectivamente.

Por su parte *Mauritia flexuosa* es la especie más abundante en la clase altimétrica entre 15 a 19.90 m con 10.20 individuos/ha, seguido de *Pachira brevipes* y *Cecropia* sp. con 9.14 y 9.49 individuos/ha, respectivamente. En la clase altimétrica entre 20 a 24.90 m destacan las especies *Mauritia flexuosa* (con 2.80 individuos/ha) y *Cecropia membranacea* con (2.32 individuos/ha). Asimismo, *Mauritia flexuosa* es la más abundante en la clase altimétrica de 25 a 29.90 m con 4.48 individuos/ha. En las clases altimétricas superiores de 30 m de altura son escasas las especies presentes; sin embargo, se observa la predominancia de *Ceiba samauma* y *Sapium marmieri* con 0.132 individuos/ha cada uno.

### 5.6.3. Área basal por clase diamétrica

En el Cuadro 81 se presentan las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio ( $m^2/ha$ ) ordenadas por clases diamétricas con individuos  $\geq 10$  cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con sus respectivas áreas basales se presenta en la Tabla N° 3 del Anexo VI adjunto.

El área basal incluyendo todas las especies muestra que el estrato fustal y arbóreo cuentan con distribución similar del 49.51% y 50.48%, respectivamente.

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más del 36.58% del total registrado en esta ecozona. A nivel del estrato fustal, cuatro especies (*Cecropia* sp., *Oxandra* sp., *Mauritia flexuosa* y *Cecropia membranacea*) congregan más del 21.73% del

área basal registrado en este estrato. En el estrato arbóreo *Mauritia flexuosa* aporta más del 19.68% del área basal del estrato, sobresaliendo del resto de especies.

**Cuadro 81. Promedio del área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	A. Basal (m <sup>2</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80 a 89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.008	0.481	1.533	0.644	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000	2.720	0.489	2.231
<i>Cecropia</i> sp.	0.350	0.614	0.223	0.100	0.058	0.000	0.000	0.000	0.000	1.344	0.963	0.380
<i>Cecropia membranacea</i>	0.170	0.278	0.134	0.085	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.688	0.448	0.240
<i>Virola</i> sp.	0.162	0.126	0.095	0.057	0.000	0.131	0.000	0.000	0.000	0.571	0.288	0.283
<i>Eschweilera</i> sp.	0.148	0.184	0.093	0.075	0.029	0.026	0.000	0.000	0.000	0.555	0.331	0.223
<i>Inga</i> sp.	0.152	0.150	0.133	0.078	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.542	0.302	0.241
<i>Oxandra</i> sp.	0.352	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.516	0.516	0.000
<i>Pachira brevipes</i>	0.424	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.474	0.474	0.000
<i>Attalea</i> sp.	0.003	0.217	0.167	0.049	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.436	0.220	0.217
<i>Hura crepitans</i>	0.011	0.000	0.016	0.022	0.000	0.000	0.108	0.000	0.210	0.368	0.011	0.356
Demás especies*	3.388	2.230	1.298	0.950	0.697	0.541	0.347	0.727	0.622	10.801	5.618	5.183
Otros**	0.928	0.527	0.606	0.348	0.278	0.062	0.182	0.157	0.348	3.437	1.455	1.982
<b>Total general</b>	<b>6.095</b>	<b>5.022</b>	<b>4.298</b>	<b>2.409</b>	<b>1.167</b>	<b>0.761</b>	<b>0.637</b>	<b>0.884</b>	<b>1.181</b>	<b>22.452</b>	<b>11.116</b>	<b>11.336</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor área basal

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

## 5.6.4. Existencias volumétricas

### 5.6.4.1. Volumen comercial por clase diamétrica

En el Cuadro 82 se presenta las diez primeras especies forestales con volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) ordenadas por clases diamétricas en árboles ≥10 cm dap. La lista detallada de las especies por clases diamétricas con su respectivos volúmenes se presenta en la Tabla N° 4 del Anexo VI.

**Cuadro 82. Promedio del volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estrato (fustal y arbóreo) de las 10 primeras especies forestales**

Especie	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por clase diamétrica									Total	Volumen (m <sup>3</sup> /ha) por estrato	
	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	40 a 49.9	50 a 59.9	60 a 69.9	70 a 79.9	80-89.9	90 a mas		10≤DAP<30	DAP≥30
<i>Cecropia</i> sp.	1.580	3.357	1.303	0.444	0.136	0.000	0.000	0.000	0.000	6.819	4.937	1.883
<i>Virola</i> sp.	0.652	0.627	0.711	0.507	0.000	1.625	0.000	0.000	0.000	4.121	1.279	2.842
<i>Cecropia membranacea</i>	0.906	1.473	1.086	0.335	0.149	0.000	0.000	0.000	0.000	3.948	2.379	1.570
<i>Eschweilera</i> sp.	0.543	1.125	0.655	0.543	0.286	0.204	0.000	0.000	0.000	3.356	1.668	1.688
<i>Hura crepitans</i>	0.037	0.000	0.036	0.216	0.000	0.000	0.773	0.000	2.256	3.317	0.037	3.280
<i>Pachira brevipes</i>	2.790	0.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.164	3.164	0.000
<i>Inga</i> sp.	0.488	0.666	0.563	0.397	0.077	0.000	0.000	0.000	0.000	2.191	1.153	1.038
<i>Luehea</i> sp.	0.086	0.000	0.125	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.823	2.034	0.086	1.949
<i>Hevea</i> sp.	0.103	0.220	0.366	0.243	0.000	0.254	0.000	0.788	0.000	1.973	0.323	1.650
<i>Eriotheca globosa</i>	1.345	0.409	0.000	0.162	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.916	1.754	0.162
Demás especies*	11.25	10.76	6.96	5.94	5.55	4.04	2.39	4.93	3.08	54.90	22.00	32.90
Otros**	2.80	2.74	4.12	2.41	2.29	0.64	1.67	1.69	2.22	20.58	5.54	15.04
<b>Total general</b>	<b>22.572</b>	<b>21.752</b>	<b>15.932</b>	<b>11.189</b>	<b>8.491</b>	<b>6.769</b>	<b>4.829</b>	<b>7.407</b>	<b>9.380</b>	<b>108.322</b>	<b>44.324</b>	<b>63.997</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor volumen

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado



El volumen comercial incluyendo todas las especies muestra que el 59% está contenido en el estrato arbóreo, mientras que 40.91% está incluido en el estrato fustal.

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen más del 60.33% del total registrado en esta ecozona, las diez primeras especies del estrato fustal representan 37.85% del total registrado en este estrato, mientras que en el estrato arbóreo las diez primeras especies aportan 25% del volumen en este estrato.

En el estrato fustal, tres especies (*Cecropia* sp., *Cecropia membranaceae* y *Pachira brevipes*) representan cerca de 23.64% del volumen registrado en este grupo. En el estrato arbóreo cuatro especies (*Hura crepitans*, *Virola* sp., *Luehea* sp. y *Cecropia* sp.) aportan 15.55% del volumen registrado en el estrato arbóreo, destacando la primera con más de 5% del total registrado en este estrato.

#### 5.6.4.2. Volumen comercial por grupo potencial de mercado

Un aspecto muy importante para la interpretación de los resultados de un inventario forestal es la agrupación de las especies por su grado de aceptación o demanda en el mercado internacional, nacional y regional; asimismo, es importante considerar el grupo de especies sin demanda comercial a fin de determinar qué hacer con estas especies.

En este caso hemos agrupado las especies en cuatro categorías: 1) maderas con potencial mercado de exportación, 2) maderas con potencial mercado nacional, 3) maderas con potencial mercado regional, y 4) maderas sin demanda comercial.

En el Cuadro 83, se presenta el volumen promedio por hectárea de madera de cada uno de los grupos comerciales con potencial mercado de exportación, nacional y regional y el volumen de las especies maderables sin demanda comercial, excluyendo las palmeras. Cabe destacar que 5.91 m<sup>3</sup>/ha de madera comercial entre 30≤dap≤60 cm dap se ha registrado en esta ecozona. Los árboles ≥60 cm dap con demanda comercial contribuyen con 11.28 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo 0.28 m<sup>3</sup>/ha a maderas con demanda comercial para exportación, 5.23 m<sup>3</sup>/ha a maderas con demanda en el mercado nacional y 5.77 m<sup>3</sup>/ha a especies maderables con demanda regional.

Las especies que conforman cada categoría se presentan en el Anexo VII.

**Cuadro 83. Volumen promedio (m<sup>3</sup>/ha) por grupos comerciales en individuos de los estratos fustal, arbóreo y árboles mayores e iguales de 60 cm dap**

Grupos comerciales	Volumen promedio por hectárea (m <sup>3</sup> /ha)			
	Total	10≤dap<30	30≤dap<60	≥60
Especies con potencial mercado de exportación	2.45	0.96	1.21	0.28
Especies con potencial mercado nacional	6.70	0.68	0.79	5.23
Especies con potencial mercado regional	14.19	4.51	3.91	5.77
Especies sin demanda comercial	85.00	38.18	29.71	17.11
<b>Total</b>	<b>108.34</b>	<b>44.33</b>	<b>35.62</b>	<b>28.39</b>

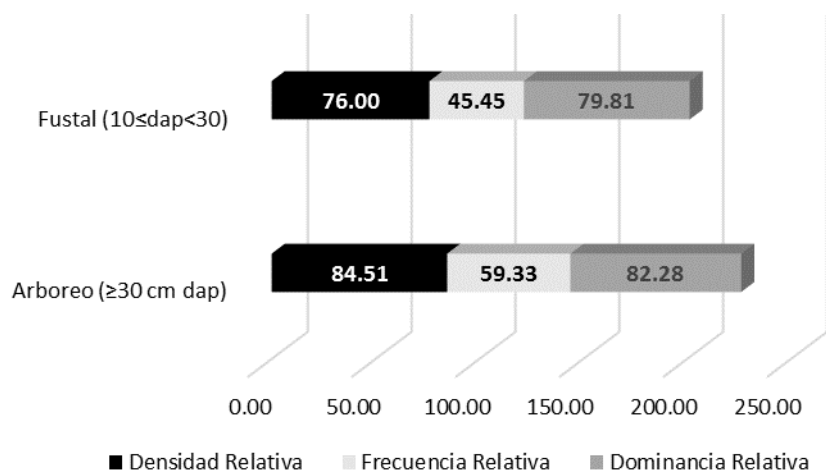


## 5.6.5. Índice Valor de Importancia - IVI

### 5.6.5.1. Índice Valor de Importancia – IVI de las familias

Para facilitar la interpretación de los datos, el análisis se efectuó por estratos, es decir, en el nivel fustal y arbóreo. En la Figura 92 se compara el Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras familias a nivel de los estratos fustal y arbóreo.

**Figura 92. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo**



En el Cuadro 84 y Cuadro 85 se presenta la lista de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo ordenado por orden decreciente de IVI, y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia. La lista detallada de las familias del estrato fustal y arbóreo con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 5 y 6 del Anexo VI.

Las diez primeras especies del estrato fustal representan 201.27 sobre 300% del IVI total, mientras que las diez primeras especies del estrato arbóreo contribuyen con 226.12 sobre 300%, sobresaliendo nítidamente la familia Arecaceae en este último estrato con 61.92% sobre 300%.

**Cuadro 84. Lista de las 10 primeras familias del estrato fustal con mayor IVI en el bosque de la ecozona Hidromórfica**

Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Arecaceae	0.111	11.071	0.706	4.545	0.154	15.431	31.047
Malvaceae	0.131	13.131	0.882	5.682	0.112	11.237	30.050
Urticaceae	0.105	10.453	0.588	3.788	0.135	13.532	27.773
Myristicaceae	0.081	8.084	0.588	3.788	0.079	7.913	19.785
Fabaceae	0.070	7.003	0.882	5.682	0.070	7.031	19.716
Annonaceae	0.071	7.055	0.824	5.303	0.061	6.088	18.446
Rubiaceae	0.066	6.643	0.588	3.788	0.062	6.203	16.633
Moraceae	0.041	4.119	0.941	6.061	0.041	4.112	14.292
Euphorbiaceae	0.050	4.995	0.588	3.788	0.045	4.510	13.292
Lecythidaceae	0.035	3.450	0.471	3.030	0.038	3.755	10.236
Demás especies*	0.232	23.172	7.882	50.758	0.194	19.390	93.319
Otros**	0.008	0.824	0.588	3.788	0.008	0.799	5.411
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>15.529</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

**Cuadro 85. Lista de las 10 primeras familias del estrato arbóreo con mayor IVI en el bosque de la ecozona Hidromórfica**

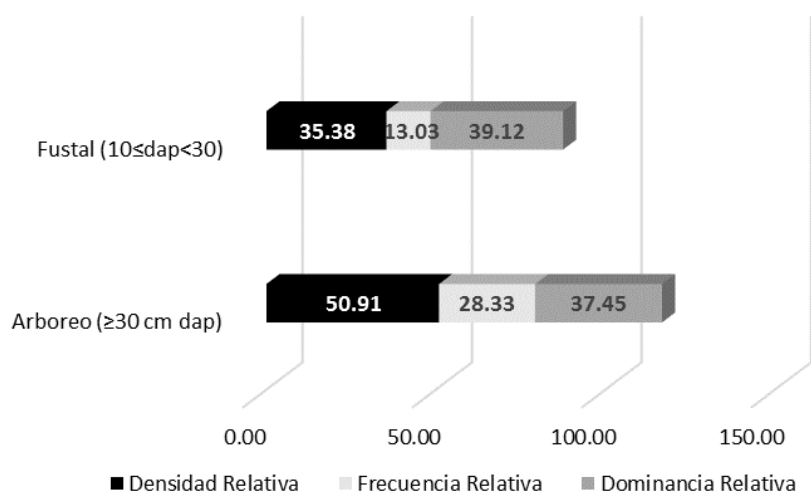
Familia	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
Arecaceae	0.336	33.608	0.529	6.000	0.223	22.314	61.922
Fabaceae	0.092	9.226	0.765	8.667	0.107	10.655	28.547
Malvaceae	0.063	6.260	0.647	7.333	0.108	10.792	24.386
Myristicaceae	0.081	8.072	0.471	5.333	0.077	7.652	21.058
Urticaceae	0.077	7.743	0.588	6.667	0.060	5.969	20.378
Moraceae	0.051	5.107	0.647	7.333	0.077	7.665	20.105
Euphorbiaceae	0.046	4.613	0.471	5.333	0.080	8.025	17.972
Lecythidaceae	0.026	2.636	0.471	5.333	0.032	3.171	11.140
Chrysobalanaceae	0.026	2.636	0.471	5.333	0.028	2.837	10.806
Rubiaceae	0.046	4.613	0.176	2.000	0.032	3.202	9.815
Demás especies*	0.152	15.157	3.471	39.333	0.166	16.616	71.106
Otros**	0.003	0.329	0.118	1.333	0.011	1.102	2.765
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>8.824</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las familias que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las familias no asociadas con algún taxón

### 5.6.5.2. Índice Valor de Importancia - IVI de las especies

En la Figura 93 se compara el IVI de las diez primeras especies a nivel del estrato fustal y arbóreo.

**Figura 93. Índice de Valor Importancia de las 10 primeras especies a nivel del estrato fustal y arbóreo**

En el Cuadro 86 y Cuadro 87 se presenta la lista de las diez primeras especies del estrato fustal y arbóreo organizado en orden decreciente de IVI y los parámetros de abundancia, dominancia y frecuencia. La lista detallada de las especies de ambos estratos (fustal y arbóreo) con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 7 y 8 del Anexo VI que se adjunta.

A nivel del estrato fustal y arbóreo en general se identificaron un total de 181 y 98 especies, respectivamente, cuyos valores de los parámetros mencionados son variables.

En el cuadro 86, se observa que las 10 primeras especies del estrato fustal representan 87.52 sobre 300% del IVI total en este estrato, la especie más representativa es *Cecropia* sp. con cerca de 14.33 sobre 300% registrado en este grupo, seguido de *Pachira brevipes* con 11.29 sobre 300%.

**Cuadro 86. Índice Valor de Importancia de las 10 primeras especies del estrato fustal del bosque de la ecozona Hidromórfica**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Cecropia</i> sp.	0.057	5.664	0.294	1.416	0.073	7.251	14.331
<i>Pachira brevipes</i>	0.064	6.437	0.059	0.283	0.046	4.575	11.295
<i>Cecropia membranacea</i>	0.040	4.016	0.118	0.567	0.052	5.232	9.815
<i>Eschweilera</i> sp.	0.030	2.987	0.471	2.266	0.034	3.392	8.644
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.020	2.008	0.235	1.133	0.047	4.715	7.857
<i>Inga</i> sp.	0.027	2.678	0.529	2.550	0.026	2.596	7.824
<i>Eriotheca globosa</i>	0.036	3.605	0.176	0.850	0.029	2.938	7.392
<i>Oxandra</i> sp.	0.032	3.193	0.176	0.850	0.028	2.828	6.870
<i>Euterpe precatoria</i>	0.021	2.111	0.529	2.550	0.022	2.206	6.867
<i>Platycarpum orinocense</i>	0.027	2.678	0.118	0.567	0.034	3.383	6.628
Demás especies*	0.510	51.030	17.235	83.003	0.479	47.912	181.944
Otros**	0.136	13.594	0.824	3.966	0.130	12.973	30.533
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>20.765</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

En el Cuadro 87, se observa que las 10 primeras especies del estrato arbóreo congregan juntos más de la tercera parte (116.69 sobre 300%) del IVI total en este estrato, la especie *Mauritia flexuosa* sobresale del resto de las especies y aporta 46.16 sobre 300% del total en este grupo.

**Cuadro 87. Índice Valor de Importancia – IVI de las diez primeras especies del estrato arbóreo del bosque de la ecozona Hidromórfica**

Especie	Densidad		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	Dom Abs	Dom Rel	
<i>Mauritia flexuosa</i>	0.255	25.535	0.353	3.333	0.173	17.300	46.168
<i>Cecropia</i> sp.	0.036	3.624	0.353	3.333	0.027	2.691	9.649
<i>Inga</i> sp.	0.026	2.636	0.471	4.444	0.020	2.049	9.130
<i>Eschweilera</i> sp.	0.023	2.306	0.471	4.444	0.022	2.195	8.946
<i>Platycarpum orinocense</i>	0.044	4.448	0.118	1.111	0.031	3.087	8.646
<i>Attalea</i> sp.	0.036	3.624	0.235	2.222	0.022	2.193	8.040
<i>Cecropia membranacea</i>	0.036	3.624	0.176	1.667	0.027	2.664	7.955
<i>Virola</i> sp.	0.023	2.306	0.235	2.222	0.020	1.986	6.514
<i>Ficus</i> sp.	0.015	1.483	0.294	2.778	0.018	1.754	6.015
<i>Hevea</i> sp.	0.013	1.318	0.294	2.778	0.015	1.535	5.631
Demás especies*	0.329	32.949	7.000	66.111	0.436	43.598	142.658
Otros**	0.161	16.145	0.588	5.556	0.189	18.947	40.648
<b>Total general</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>10.588</b>	<b>100.000</b>	<b>1.000</b>	<b>100.000</b>	<b>300.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

### 5.6.6. Número de brinzales y latizales

En el Cuadro 88 y Cuadro 89 se presentan las diez primeras especies forestales de brinzales y latizales con mayor IVI, para la ecozona Hidromórfica. La lista detallada de las especies de ambos estratos (fustal y arbóreo) con sus respectivos IVIs se presentan en las Tablas N° 9 y 10 del Anexo VI adjunto.

Analizando dichos cuadros, el número de plántulas por hectárea (representado por la densidad absoluta de brinzales y latizales) es consistente con los resultados obtenidos en otras zonas del país con condiciones similares a la ecozona Hidromórfica; sin embargo, en el tránsito de brinzales a latizales se evidencia una considerable merma de 43.68%.

**Cuadro 88. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las 10 primeras especies forestales de brinzales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Calathea</i> sp.	258.824	10.963	17.647	2.804	13.767
<i>Gynerium sagittatum</i>	94.118	3.987	11.765	1.869	5.856
<i>Virola pavonis</i>	86.275	3.654	11.765	1.869	5.524
<i>Iryanthera lancifolia</i>	101.961	4.319	5.882	0.935	5.254
<i>Dendropanax umbellatus</i>	86.275	3.654	5.882	0.935	4.589
<i>Pariana campestris</i>	78.431	3.322	5.882	0.935	4.257
<i>Lepidocaryum tenue</i>	54.902	2.326	11.765	1.869	4.195
<i>Hevea guianensis</i>	70.588	2.990	5.882	0.935	3.925
<i>Pouteria</i> sp.	23.529	0.997	17.647	2.804	3.800
<i>Maclura tinctoria</i>	62.745	2.658	5.882	0.935	3.592
Demás especies*	1129.412	47.841	464.706	73.832	121.672
Otras**	313.725	13.289	64.706	10.280	23.569
<b>Total general</b>	<b>2360.784</b>	<b>100.000</b>	<b>629.412</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\*Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\*Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

**Cuadro 89. IVI simplificado, número de árboles por hectárea (densidad absoluta) y frecuencia absoluta de las 10 primeras especies forestales de latizales**

Especies	Densidad		Frecuencia		IVI
	Den Abs	Den Rel	Frec Abs	Fre Rel	
<i>Gynerium sagittatum</i>	198.039	14.897	11.765	1.258	16.155
<i>Ocotea</i> sp.	50.980	3.835	29.412	3.145	6.979
<i>Inga</i> sp.	41.176	3.097	35.294	3.774	6.871
<i>Garcinia</i> sp.	23.529	1.770	29.412	3.145	4.915
<i>Bactris</i> sp.	39.216	2.950	17.647	1.887	4.837
<i>Heliconia</i> sp.	50.980	3.835	5.882	0.629	4.464
<i>Ferdinandusa chlorantha</i>	25.490	1.917	17.647	1.887	3.804
<i>Cecropia</i> sp.	21.569	1.622	17.647	1.887	3.509
<i>Virola</i> sp.	19.608	1.475	17.647	1.887	3.362
<i>Eschweilera</i> sp.	9.804	0.737	23.529	2.516	3.253
Demás especies*	474.510	35.693	658.824	70.440	106.133
Otros**	374.510	28.171	70.588	7.547	35.718
<b>Total general</b>	<b>1329.412</b>	<b>100.000</b>	<b>935.294</b>	<b>100.000</b>	<b>200.000</b>

\* Son las especies que se han agrupado por presentar menor IVI

\*\* Son las especies no asociadas con algún nombre científico consultado

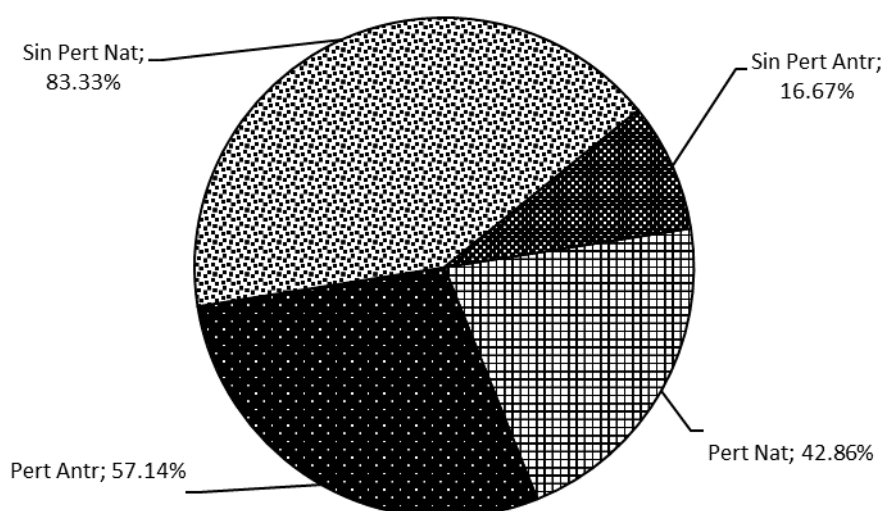
### 5.6.7. Perturbaciones y efectos sobre los bosques

Para el conocimiento del estado de los bosques es importante conocer el efecto de las perturbaciones naturales y antrópicas. Al respecto, fueron revisadas las libretas de campo y se anotó la frecuencia con que se presentan en el bosque, las causas principales de perturbación tanto natural como antrópica.

#### 5.5.7.1. Perturbación Natural y Antrópica

Los registros de campo levantados en la ecozona Hidromórfica revelan que la acción de la perturbación antrópica es superior a la natural en términos porcentuales, siendo su incidencia aproximadamente 57%. En la Figura 94 se compara en términos porcentuales la acción de ambas perturbaciones en los bosques de la ecozona Hidromórfica.

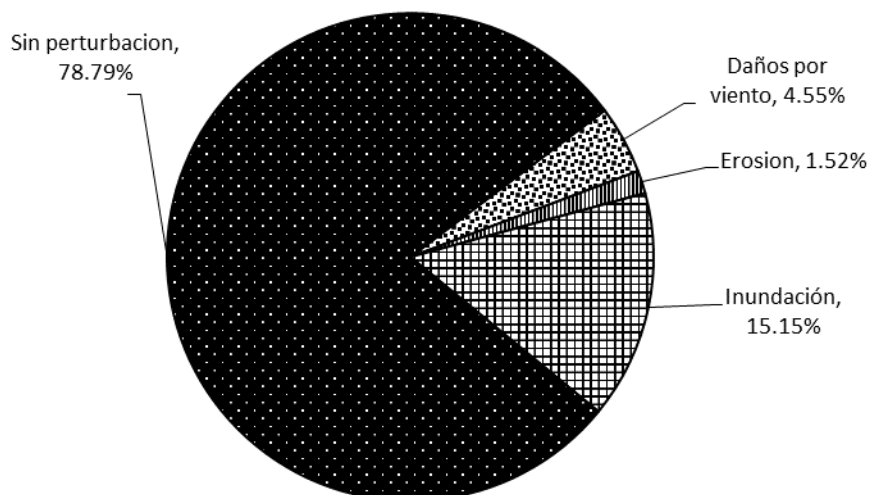
**Figura 94. Perturbación natural y antrópica del bosque de la ecozona Hidromórfica**



#### 5.6.7.1. Perturbación Natural

En la Figura 95 se muestra cada uno de los factores de perturbación natural que inciden en este bosque. Así la inundación afecta a 15.15% del bosque en esta ecozona, afectando en intensidad ligeramente a moderada. En segundo orden, se registraron perturbaciones por fenómenos eólicos (4.55% del bosque evaluado). Asimismo, 78.79% del bosque de esta ecozona no presenta ninguna perturbación natural.

**Figura 95. Factores de perturbación natural del bosque de la ecozona Hidromórfica**

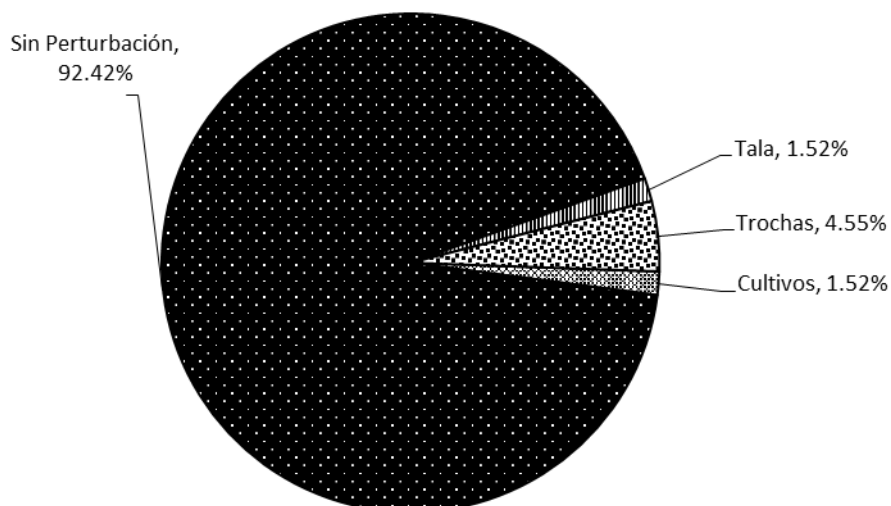


#### 5.6.7.2. Perturbación Antrópica

En la Figura 96 se puede visualizar que la apertura de trochas representa mayor incidencia en perturbación antrópica (4.55%), mientras que la perturbación generada por tala y cultivos es de 1.52% cada uno.

En la ecozona Hidromórfica se observa alto porcentaje del bosque sin ninguna perturbación antrópica con 92.42% del total, lo cual muestra cierta lógica debido a que los suelos Hidromórficos no son aptos para actividades antrópicas

**Figura 96. Agentes responsables de perturbación antrópica en los bosques de la ecozona Hidromórfica**



## 5.6.8. Especies forestales amenazadas

### 5.6.8.1. Especies forestales consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el Cuadro 90 se muestran las especies forestales categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 90. Listado de especies por categoría de amenaza y grupo taxonómico**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>VULNERABLE (VU)</b>		
1	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro colorado
2	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla roja
3	<i>Pachira brevipes</i>	Punga del aguajal
4	<i>Parahancornia peruviana</i>	Naranja podrido

### 5.6.8.2. Especies con categorización CITES

En el Cuadro 91 se presenta el listado de especies con la categorización CITES

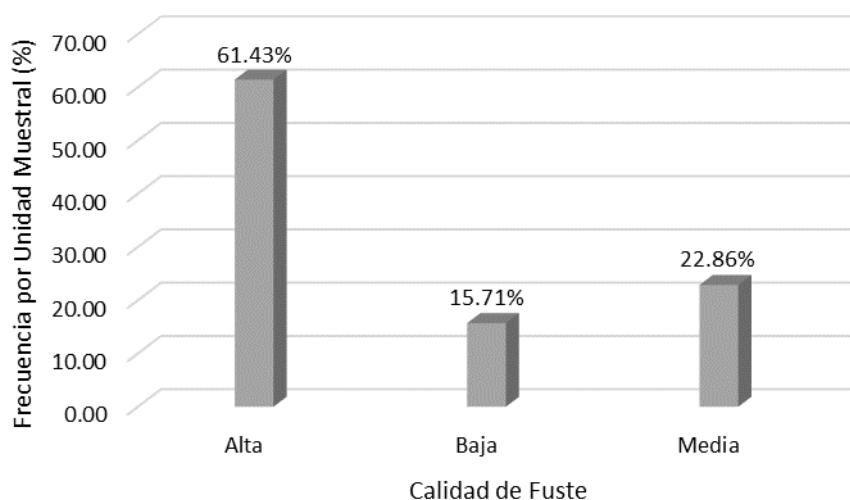
**Cuadro 91. Listado de especies de acuerdo con la categorización CITES**

N°	Nombre científico	Nombre común
<b>Categoría CITES II</b>		
1	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro

## 5.6.9. Condición de los árboles

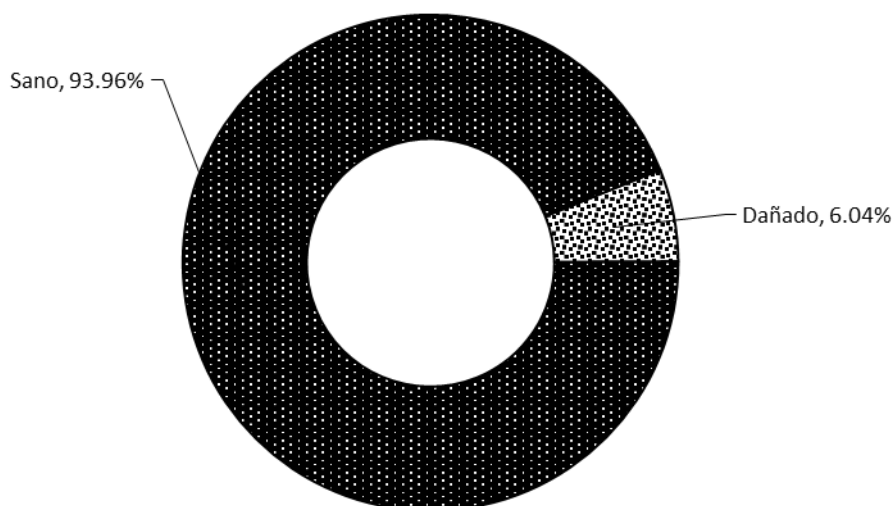
### 5.6.9.1. Calidad de fuste de los árboles

En la Figura 97 se presenta el promedio de la frecuencia expresada en porcentaje de la calidad de fuste de los árboles presentes en las 17 unidades muestrales. Más de 61% de los árboles presenta fuste de calidad alta, lo que indica que existe árboles en condiciones óptimas para ser aprovechadas, desde el punto de vista del aserrío. Mientras que, la calidad de fuste media y baja presentan un promedio de 22.86% y 15.71%, respectivamente.

**Figura 97. Calidad de fuste de los árboles de la ecozona Hidromórfica**

#### 5.6.9.2. Condición fitosanitaria de los árboles

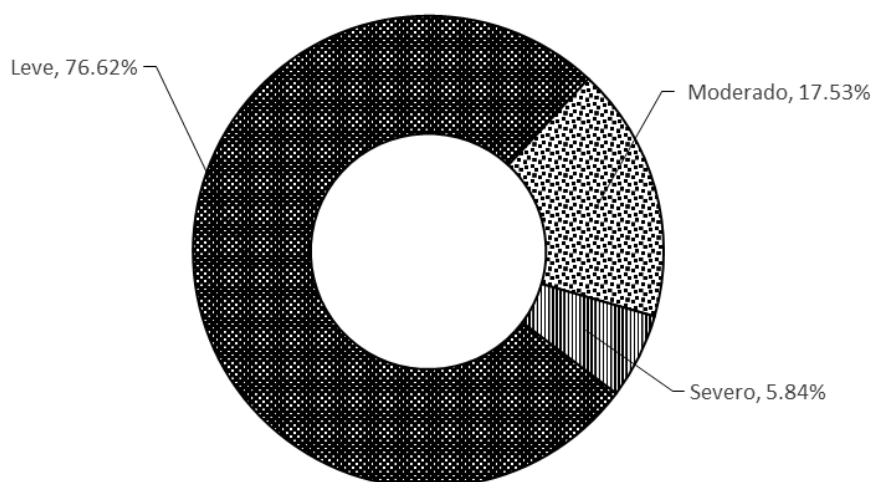
De acuerdo con los datos registrados en campo, los árboles de la ecozona Hidromórfica mayormente presentan buen estado fitosanitario. Es así como cerca del 94% de los árboles están en condición de “sanos” y poco más del 6% presentan algún tipo de daño (Figura 98).

**Figura 98. Condición fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica**

Asimismo, la Figura 99 explica que los árboles que sufren algún tipo de daño, cerca de 76.62% han sufrido daño leve, mientras que 17.53% de los árboles presentan daño moderado y un bajo porcentaje de los árboles presentan daño severo (5.84%).



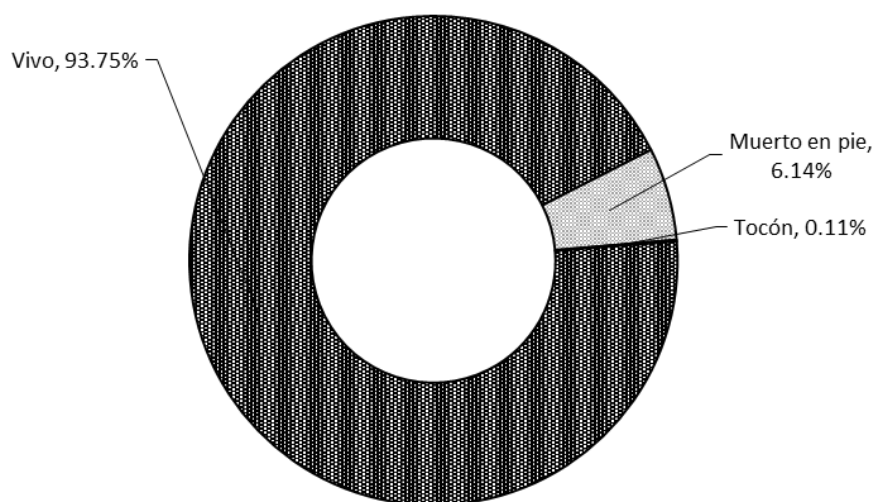
**Figura 99. Grado de afectación fitosanitaria de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica**



#### 5.6.9.3. Estado de los árboles (árboles vivos, muertos en pie y tocones)

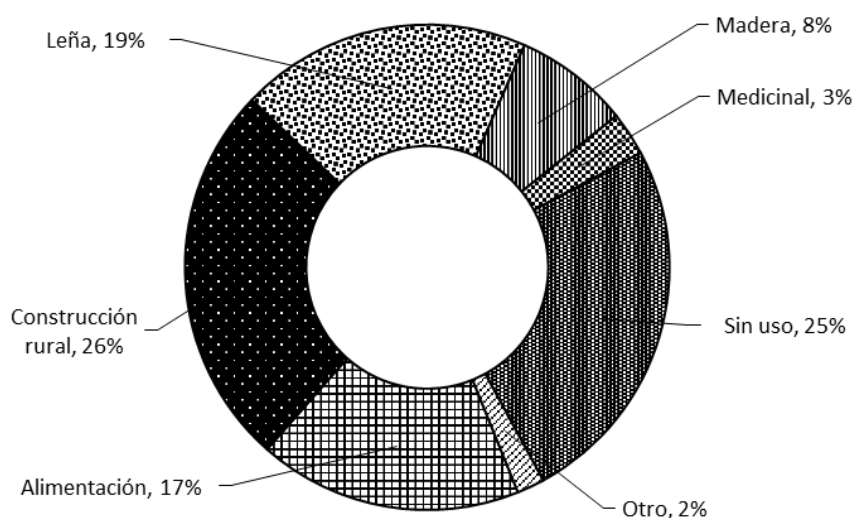
Las 17 parcelas evaluadas muestran alto porcentaje de árboles vivos, alcanzando un promedio de 93.75% del total registrado (Figura 100). La misma figura muestra que un bajo porcentaje de los árboles han sido hallados muertos en pie (6.14%) y 0.11% están como tocón, saldo de extracción forestal.

**Figura 100. Estado de los árboles (árboles muertos en pie y tocones)**



#### 5.6.10. Usos de las especies forestales

Según los datos recogidos en las 17 unidades muestrales de la ecozona Hidromórfica, los pobladores locales utilizan el bosque para satisfacer sus necesidades básicas de vivienda, alimentación y generación de energía, lo que condice con el elevado porcentaje de especies utilizadas (75% del total). Figura 101.

**Figura 101. Usos potenciales de los árboles  $\geq 10$  cm de dap registrados en la ecozona Hidromórfica**

Los usos potenciales más recurrentes en los árboles registrados en la ecozona Hidromórfica se relacionan con la provisión de madera para la construcción de viviendas rurales (26%), seguido de leña (19%), frutales para satisfacer la demanda de alimentación (17%) y medicinal (3%). En menor medida, se registraron usos potenciales para artesanía, carbón, chamanería, material para propagación y forraje, los cuales en conjunto alcanzan el 0.86% de los árboles evaluados. Los árboles cuyos usos probables son para madera aserrada y chapas ascienden a 8% del total registrado.

#### 5.6.11. Parámetros estadísticos obtenidos y precisión de las estimaciones

En el Cuadro 92, se muestra en detalle los parámetros estadísticos obtenidos para la ecozona Hidromórfica con un nivel de confianza del 95%.

**Cuadro 92. Parámetros estadísticos para las principales variables de la ecozona Hidromórfica del Inventario Nacional Forestal**

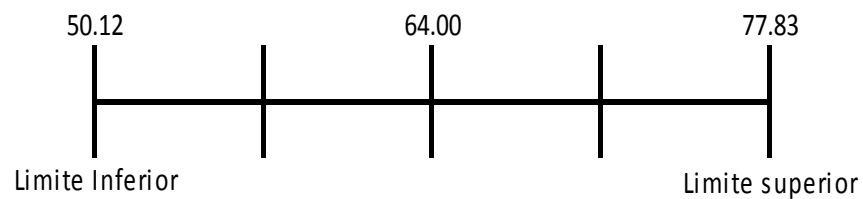
Variable/parámetro estadístico	Promedio	Desviación Estándar	CV(%)	Error Estandar	Error Abs. de muestreo	Límite Inferior	Límite Superior	Error Rel. de Muestreo(%)
<b>N° de individuos/ha (N/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap	567.99	223.99	39.44	54.33	114.28	453.71	682.27	20.12
$\geq 30$ cm dap	75.10	32.16	42.83	7.80	16.41	58.69	91.51	21.85
$10 \leq \text{DAP} < 30$	492.89	156.89	31.83	38.05	80.05	412.84	572.94	16.24
<b>Área basal/ha (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap	22.45	2.91	12.98	0.71	1.49	20.96	23.94	6.62
$\geq 30$ cm dap	11.34	4.25	37.48	0.32	2.17	9.17	13.51	19.12
$10 \leq \text{DAP} < 30$	11.12	3.21	28.91	0.78	1.64	9.48	12.76	14.75
<b>Volumen/ha (m<sup>3</sup>/ha)</b>								
$\geq 10$ cm dap (sin palmeras)	108.32	20.72	19.13	5.03	10.57	98.27	118.37	9.76
$\geq 30$ cm dap (sin palmeras)	64.00	27.11	42.36	6.57	13.83	50.17	77.83	21.61
$10 \leq \text{DAP} < 30$ (sin palmeras)	44.32	19.64	44.32	4.76	10.02	34.30	54.34	22.61
<b>N° de Latizales</b>	1329.41	853.33	64.19	206.96	412.38	917.03	1741.80	31.02
<b>N° de Brinzales</b>	2360.78	2010.95	85.18	487.73	971.82	1388.97	3332.60	41.17

Asimismo, la Figura 102, muestra el promedio y los límites superior e inferior del volumen de madera por hectárea en árboles mayores o iguales de 30 cm dap a un 95% de confianza.

Eso significa: si sacáramos una gran cantidad de muestras de las 17 unidades muestrales, en un 95% de los casos las medias de las muestras caerían dentro de los límites de confianza. En el 5% de los casos caerían fuera de los límites. También se dice que la probabilidad de sobrepasar los límites es de 5%.

**Figura 102. Promedio del volumen calculado en m<sup>3</sup>/ha y los límites de confianza al nivel de 95% para el inventario de la ecozona Hidromórfica en árboles ( $\geq 30$  cm dap), todas las especies excepto palmeras**

---



## ANÁLISIS DEL ESTADO DEL BOSQUE

### ECOZONA COSTA

#### Composición florística y riqueza de especies

Desde el punto de vista ecosistémico, los bosques de la ecozona Costa revisten enorme importancia biológica por ser un ecosistema singular, altamente amenazado y poco conocido, ostenta alta presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad a nivel local y regional, todo en una superficie relativamente reducida. Los bosques de la Costa son considerados como ecosistemas frágiles y se hallan en constante amenaza ante la pérdida de su composición florística original (Anónimo 2001a, Anónimo 2001b, Mittermeier *et al.* 2005). Por ello es considerada como zona prioritaria de conservación e investigación y como centro de diversidad de plantas (Aguilar 1994, Anónimo 1994-1997, Wust 1998, Sagastegui *et al.* 1999, Anónimo 2001a, Anónimo 2001b, Anónimo 2002, Wust 2002).

Las unidades muestrales evaluadas en este Primer Panel del Inventario Nacional Forestal están ubicadas en la Costa norte, más precisa en los departamentos de Piura, Tumbes y Lambayeque, donde Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) reportaron cerca de 26% de especies vegetales endémicas del total inventariado en los bosques secos.

Durante el trabajo de campo, en nuestro estudio fueron medidos 1094 individuos  $\geq 5$  cm dap que corresponden a 24 familias en 53 especies, todo en 28 unidades muestrales.

Las especies más abundantes en el estrato fustal y arbóreo son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea*, *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpinia paipai*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*, *Tabebuia* sp., *Pithecellobium excelsum*, *Cochlospermum vitifolium*.

Las familias en la ecozona Costa con mayor número de especies en individuos  $\geq 5$  cm dap en las 28 unidades muestrales fueron: Fabaceae que incluye al grupo de las Leguminosas (18 especies), Capparaceae (4 especies), Malvaceae y Polygonaceae (3 especies cada uno). Resultados extraordinariamente similares fueron anotados por Linares-Palomino *et al.* (2012) en bosques secos de la región Tumbes, aunque a nivel de especies existen algunas diferencias.

En general, no existe un patrón que nos permita comparar nuestros resultados en composición florística con otros estudios debido a que se utilizaron diferentes metodologías de levantamiento de datos como tamaño y forma de las unidades y subunidades de muestreo, distintos diámetros base de los individuos del estrato fustal y arbóreo y diferente criterio para la clasificación de brinzales y latizales; sin embargo, algunos estudios arrojan resultados muy cercanos, por ejemplo Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005) registró 34 familias, 58 géneros y 85 especies para toda la zona. La misma fuente señala que la familia Leguminosae (Fabaceae) es la más representativa y sus especies se distribuyen en la mayoría de los ambientes, siendo nuestro estudio consistente con los resultados obtenidos por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005).

Se han realizado diversas expediciones botánicas en la región (ej. Weberbauer, 1914; Ferreyra, 1983; Wust 1998) y existen algunas listas florísticas (ej. Anónimo, 1992) que documentan las especies existentes. Las especies registradas en el Parque Nacional

Cerros de Amotape – PNCA por Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2009) enriquecen la lista de especies. Estos estudios nos permiten hacer un análisis preliminar del nivel de diversidad y conservación de la vegetación leñosa que existe en el área y cómo es influenciada por los factores ambientales y antrópicos de la región.

Las formaciones vegetales presentes en la Costa se han adaptado a las condiciones de aridez. Muchas especies sobreviven a la espera de la temporada de lluvias. La cobertura vegetal y la composición de estos bosques no son uniformes y varía según las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas. Por un lado, se observan formaciones vegetales conformadas por especies arbóreas bajas y achaparradas esparcidas, con vegetación herbácea rala y efímera y una mezcla de especies arbustivas y Cactáceas columnares. El otro extremo lo conforman zonas más densas y de condiciones de humedad relativamente mayores, con árboles caducifolios cubiertos de epifitas hasta ejemplares siempre verdes, con dominancia de especies que superan los 20 m de alto (Aguilar, 1994; Brack-Egg, 1986).

Según estudios realizados por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), la densidad de estos bosques varía en el rango de 31 a 458 árboles por hectárea. La riqueza de especies por parcela varía entre 5 y 38 especies, pero no precisa la base diamétrica de referencia. Estas diferencias son quizás producto de la heterogeneidad de las condiciones ambientales locales (en especial la disponibilidad de agua y otros factores edáficos). En los cerros de Amotape (región Andina de Tumbes y Piura) se registraron cerca de 20 especies arbóreas >10 cm dap por hectárea (Linares-Palomino, 2005); en otro estudio Linares-Palomino (2002) citado en Linares-Palomino (2004), reporta densidades de 524 individuos y un mínimo de 27 especies >10 cm dap por hectárea y representan valores de densidad y riqueza de especies muy por encima de cualquier otro estudio reportado para esta ecozona. Según Tarazona (1998) la composición florística de los bosques secos del norte del Perú varía entre dos a catorce especies por unidad de área, que se incrementa con la altitud y hacia la línea ecuatorial.

Del mismo modo, Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), indican que 32% de la composición del bosque de la ecozona Costa lo conforman familias representadas por una sola especie leñosa, es decir, familias monotípicas. Similar resultado fue reportado por Sánchez *et al.*, (2010), en la región Piura, quien destaca la significativa presencia de un alto porcentaje de familias monotípicas representadas por una especie leñosa (entre 33.3% y 30.4%), nuestro estudio arroja resultados similares donde encontramos 62.5% de familias monotípicas de un total de 24 familias contadas con individuos cuyo dap es mayor de 5 cm. Esto indica una tasa extraordinaria de diversidad beta. Más aun, el hecho de que esta diversidad no esté correlacionada con la distancia geográfica que separa las parcelas, indica que deben ser otros los factores que determinan los patrones florísticos. Nuestro estudio confirma estos resultados, tal como ya había sido observado por Bridgewater *et al.*, (2003) quien encontró pocas especies en común y mucha heterogeneidad al comparar bosques secos del norte peruano, incluyendo los del valle del Marañón y de los alrededores de Tarapoto.

El índice de diversidad en cada una de las unidades muestrales - UM resultaron en diferentes valores, la diversidad de las UM 669 y 600 resultaron más altas respecto a las otras UM con valores de 2.29 cada una, siendo los más diversos con una equidad de 0.89 y 0.92, respectivamente. En la UM 629 el valor de la equidad fue mayor (0.99) aunque el valor de la diversidad no fue tan alto.

Los valores de índice de diversidad registrado en este estudio son inferiores al reportado por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005). Al respecto, el bajo valor podría deberse a la metodología de muestreo empleada donde la ubicación de las unidades muestrales

fue no alineada, cayendo algunos en bosques en áreas con alto grado de intervención antrópica.

Para evaluar la diversidad beta, se calculó el coeficiente de Sørensen utilizando una matriz de doble entrada con datos de abundancia. En la ecozona Costa se observó que la mayor similitud se reportó entre las 542-554, 542-556, 542-565, 542-655, 554-556, 554-565, 553-593, 553-594, 554-655, 556-565, 565-655, 593-594 y 556-655 con 100% de similitud, con 1 especie compartida entre parcelas.

## Estructura del bosque

A nivel general, en las 28 unidades muestrales con bosque de la ecozona Costa, se registró 1094 individuos  $\geq 5$  cm dap. La estructura horizontal de los árboles del bosque de Costa muestra un patrón similar a otros tipos de bosques con una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores. En total se contó hasta 120.69 árboles por hectárea en individuos  $> 5$  cm dap, valores que están dentro del amplio rango propuesto por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005). Asimismo, nuestros resultados muestran mucha consistencia con los valores reportados por Tarazona (1998) para bosques secos ralos de llanura y semidensos de colina de la costa norte peruana.

Las diez especies más abundantes mayores de 5 cm dap en esta ecozona representan 76.67% del total de individuos registrados, similar cifra se presenta en los estratos fustal y arbóreo, lo que indica que la composición florística del bosque de esta ecozona es muy homogénea y con pocas especies.

Algo más de 37.7% de los árboles por hectárea registrados en nuestro estudio corresponden a fustales ( $5 \leq \text{dap} < 10$ ) y el resto 62% al estrato arbóreo ( $\geq 10$  dap). Las especies más abundantes en el estrato fustal son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Tabebuia* sp. que congregan juntos 51.78% de los individuos de este estrato. En el estrato arbóreo el mayor número de árboles corresponde a las especies: *Bursera graveolens*, *Loxopterygium huasango*, *Caesalpineia paipai* y *Cochlospermum vitifolium* que representan 53.11% del total del estrato.

En la clase diamétrica de 5-9.9 cm las especie con mayor número de individuos son *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Tabebuia* spp. Asimismo, la clase diamétrica de 10-14.9 cm es liderada por la especie *Bursera graveolens*. La especie *Bursera graveolens* es también la más abundante en la clase diamétrica de 10-19.9 cm dap

La especie *Loxopterygium huasango* prevalece como más abundante en las clases diamétricas de 15-19.9 cm, 10-29.9 cm, 30-39.9 cm, 40-49.9, 50-59.9 cm. Por su parte las especies *Cochlospermum vitifolium*, *Prosopis* spp. y *Eriotheca ruizii* muestran distribución homogénea en las clases diamétricas desde 10 hasta 49.9 cm dap.

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en la ecozona Costa corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de individuos en las clases diamétrica inferiores, decayendo los valores hacia las clases diamétrica superiores, configurando la típica “J” invertida, que nos indica que el bosque en condiciones normales tendría la sobrevivencia asegurada.

Las especies con mayor densidad promedio por hectárea en individuos  $> 5$  cm dap son: *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Tabebuia* spp., con 24.44, 16.43 y 8.7 individuos/ha, respectivamente. Nuestros resultados difieren a los de Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005), quienes reportaron otras especies y valores más altos. Al respecto, las

densidades bajas en algunos intervalos de clases diamétricas pueden ser resultado de las alteraciones en los patrones normales de regeneración natural, muchos de ellos debido a actividades antrópicas como sobrepastoreo y tala selectiva.

En el bosque de la ecozona Costa la distribución de los individuos por clases diamétricas muestra una escasa presencia de árboles, sobre todo de especies comerciales, debido a que la extracción de madera en los bosques de la Costa peruana está concentrada en algunas especies de valor comercial mayormente para leña y carbón, como ocurre con la especie algarrobo – *Prosopis pallida* (Barrena *et. al.* 2011).

La mayoría de los árboles están presentes hasta diámetros menores de 30 cm dap. Cabe precisar que en el inventario en esta ecozona se reporta rala presencia de *Tabebuia* sp. debido a que es una especie codiciada e ilegalmente explotada por su valor comercial, (Leal-Pinedo & Linares-Palomino, 2005).

La regeneración natural expresada en términos de brinzales y latizales muestra que existe un importante número de individuos en la ecozona Costa; así por ejemplo se anotó un aproximado de 2703.03 individuos de brinzales/ha, la mayor cantidad corresponde a las especies de *Bursera graveolens*, *Cordia lutea* y *Vachelia* sp., juntos congregan 52% del total, mientras que en latizales se contó 720.29 individuos/ha aproximadamente, en donde el mayor número correspondió a *Cordia lutea* y *Prosopis* sp. que representan 36.41% del total. El bajo porcentaje de conversión de brinzales a latizales está directamente relacionado por el impacto de las actividades antrópicas (Leal-Pinedo y Linares-Palomino, 2005).

Algunas especies a pesar de tener diámetros pequeños mostraron periodos reproductivos, caracterizados por floración y fructificación como *Prosopis* sp., situación similar también observada en los bosques de las ecozonas Selva Baja e Hidromórfica.

El IVI simplificado de brinzales, basado en densidad y frecuencia relativa, muestra alto valor para la especie *Bursera graveolens* que destaca del resto de plántulas con 38 sobre 200%, seguido de *Cordia lutea* con cerca de 24 sobre 200%; esta última especie se consolida en el grupo latizales sobresaliendo en primer lugar del resto de las especies con 36.97 sobre 200%.

La sobrevivencia de los bosques de la ecozona Costa se garantiza por el desarrollo de la regeneración natural; sin embargo, esta depende directamente de factores climáticos, las mismas que se identifican a través de ciclos de desarrollo. Se puede deducir que aproximadamente el 10% de individuos se mantienen o sobreviven ante las épocas de sequía a lo largo de los años. Algunas especies forestales de bosques secos se regeneran cuando ocurren precipitaciones excepcionales que ocurren en ciclos irregulares de 1 a 20 años o más, luego de superar periodos críticos (Morizaki, 1998).

En adición a los factores ambientales, otro de los motivos por la cual no se encuentra mucha regeneración natural es debido al efecto negativo del sobrepastoreo y tala sobre algunas especies como es el caso de la mayoría de las especies presentes dentro de las diez primeras especies forestales de latizales y brinzales reportados en este estudio. Ambos factores, naturales y antrópicos, determinan la capacidad regenerativa y el estado actual de los mismos.

El estudio de la regeneración natural es importante para ecosistemas amenazados como el de la ecozona Costa. Por lo tanto, el conocimiento científico, específicamente en relación con las formas de regeneración, es crucial para la restauración de estos bosques (Vieira y Scariot, 2006).



En la ecozona Costa la distribución altimétrica de los árboles  $\geq 5$  cm dap de las 28 unidades muestrales registradas con bosque, revela que la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase de 5-9.9 m con cerca de 407 individuos (43%) y es consistente con Linares-Palomino & Ponce (2005), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 30–34.9 m (0.12%), mientras que 20.85% y 9.10% de las especies están presentes en las clases altimétricas de 10 a 14.9 m y de 15 a 19.9 m de altura, respectivamente. Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m figuran *Loxopterygium huasango* y *Eriotheca ruizii*.

A diferencia de las ecozonas Selva Baja e Hidromórfica, mencionadas en este informe solo el 9.0% de las especies registradas en esta ecozona muestra crecimiento altimétrico continuo en el rango de 5 a 25 m de altura y está representado por las especies *Cochlospermum vitifolium*, *Eriotheca ruizii*, *Loxopterygium huasango* y *Bursera graveolens*.

Según Brack-Egg & Mendiola (2000), en la zona de Costa existe dominancia de especies que superan los 20 m de alto. De acuerdo con nuestro estudio, la ecozona Costa presenta especies comercialmente valiosas que superan los 20 m de altura, pero no son dominantes. Por otro lado, Sánchez *et al.*, (2010) identifican especies forestales de altura aproximada entre 8 a 14 m para las especies como *Bursera graveolens*, *Capparis scabrida*, *Eriotheca ruizii*; en nuestro estudio algunas de estas especies forestales crecen hasta 25 m de altura total.

## Área basal y volumen

El área basal promedio registrado en las 28 unidades muestrales en la ecozona Costa en individuos  $\geq 5$  cm dap fue de  $2.69 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0.86 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

En individuos del estrato arbóreo ( $\geq 10$  cm dap) el área basal promedio es de  $2.48 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0.16 \text{ m}^2/\text{ha}$ . El área basal promedio encontrado en las 28 unidades muestrales de este estudio son superiores a lo reportado por Linares-Palomino y Ponce (2005).

Las diez primeras especies mayores de 5 cm dap con mayor área basal representan 78.25% del total registrado en esta ecozona. A nivel general, incluyendo todas las especies, el estrato arbóreo alberga 92.33% del área basal total en esta ecozona. En este mismo contexto, las especies *Loxopterygium huasango* y *Bursera graveolens* ocupan 31% del área basal total. Estas mismas especies son también las que contribuyen con 32.42% del área basal en el estrato arbóreo.

El volumen promedio de madera encontrado en las 28 unidades muestrales de la ecozona Costa en individuos  $\geq 5$  cm dap es de  $17.72 \text{ m}^3/\text{ha} \pm 6.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ , mientras que el volumen promedio de madera por hectárea en individuos  $\geq 10$  cm de dap (estrato arbóreo) es de  $16.95 \text{ m}^3/\text{ha} \pm 1.23 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

En la ecozona Costa las 10 primeras especies con mayor volumen constituyen más de 83% del total registrado en esta ecozona, cifra similar se registra en las diez primeras especies del estrato arbóreo (84.90% del total en este estrato). A nivel general y en el estrato arbóreo, las especies (*Loxopterygium huasango* y *Ceiba* sp.) destacan por altos valores de volumen por encima de 35% de su respectivo total. El aporte del estrato arbóreo al volumen total registrado en esta ecozona es alto, incluyendo todas las especies y está alrededor de 95.6%.



De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Resolución Ministerial N° 043-2006-AG, en el bosque de la ecozona Costa se registró un total de 8 especies amenazadas, correspondiendo 5 especies en peligro crítico, 1 en peligro y 2 vulnerables. Así las especies *Bursera graveolens*, *Capparis scabrida*, *C. flexuosa*, *Miroxylon peruiferum* y *Loxopterygium huasango* están incluidas en la citada norma como especies en peligro crítico. Otras especies como *Prosopis pallida*, *Mauria heterophylla* (vulnerables) y *Cochlospermum vitifolium* está considerada en peligro; sin embargo, se continúa aprovechando estas especies de manera ilegal, por lo que se debe establecer acciones de control para evitar que estas especies se extingan.

## Índice de valor de importancia de familias y especies

El índice de valor de importancia de las diez primeras familias y especies en los estratos fustal y arbóreo de la ecozona Costa presentan valores similares. Se interpreta que no existe un predominio absoluto de los individuos más grandes sobre los pequeños.

En la ecozona Costa se registraron 24 familias con dap mayor de 5 cm, 23 de ellas fueron anotadas en el estrato fustal y 19 en el estrato arbóreo. La familia más diversa fue Fabaceae con 18 especies, seguido de Capparaceae con 4 especies, Malvaceae y Poligoniaceae con 3 especies cada uno. Resultados similares fueron anotados por Linares-Palomino *et al.* (2012) en bosques secos de la región Tumbes.

En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 281.56 sobre 300% de IVI encontrado dentro del bosque de la ecozona Costa. Cuatro familias: Fabaceae, Boraginaceae, Burseraceae, Capparaceae, aportan juntos 223.34 sobre 300% del IVI, sobresaliendo la familia Fabaceae con más de 82%.

En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 276.75 sobre 300% de IVI encontrado dentro del bosque de la ecozona Costa. Tres familias: Fabaceae, Anacardiaceae y Burseraceae contribuyen con 177.03 sobre 300% de IVI, sobresaliendo la familia Fabaceae con más de 79.6%.

A nivel de especies, fueron registradas 53 especies con Dap mayor de 5 cm, 44 especies corresponden al estrato fustal y 39 especies al estrato arbóreo.

Las diez primeras especies del estrato fustal representan 240.64 sobre 300% del IVI, tres especies (*Cordia lutea*, *Bursera graveolens* y *Prosopis pallida*) representan 141.4%, destacando la primera con 64% del IVI total, datos consistentes con el IVI calculado por Sánchez *et al.* (2010).

En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI aportan juntos más de 237.67 sobre 300% del IVI en este estrato. De este grupo, tres especies (*Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida* y *Bursera graveolens*) son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, congregando 137%, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la ecozona costera.

Los elevados valores de IVI en el estrato fustal y arbóreo ponen en evidencia la alta homogeneidad de las especies dentro de esta ecozona.

## Perturbaciones naturales y antrópicas

La ocupación humana y aprovechamiento de los recursos en esta región, antecede a hechos históricos, prehispánico y de conquista (Anónimo 1989). Hocquenghem (1998) documentó la presencia de cazadores recolectores, agricultores o leñadores en esta zona desde hace 10,000 años aproximadamente. La misma fuente señala que los niveles de extracción para producción de leña y carbón, y, embalajes para fruta ocasionan una pérdida anual de 7 mil hectáreas de bosque en Lambayeque y 14 mil hectáreas en Piura, sin mencionar las áreas que se pierden anualmente por ampliación de la frontera agrícola en zonas que no tiene necesariamente dicha aptitud y por la eventualidad de incendios en la época post fenómeno de El Niño.

En esta ecozona la acción de la perturbación natural y antrópica ejercen similar efecto sobre los bosques; sin embargo, el análisis individualizado de la ambas perturbaciones desvela que en la ecozona Costa el factor que causa mayor perturbación natural es la sequía con un aproximado de 23%, mientras que un alto porcentaje de bosque en esta ecozona (más de 74%) no presentan perturbación alguna. No obstante que el porcentaje de perturbación es bajo, la magnitud de perturbación registrada va desde moderada hasta fuertemente perturbado.

Estudios realizados por AIDER (2013) en la región Lambayeque señalan que una de las causas naturales principales que alteran los ecosistemas costeros son: sequías e inundaciones, falta de protección de los bosques y alteración del clima. Al respecto, Aguirre-Mendoza & Geada-López (2015) señalan que uno de los factores limitantes para el establecimiento de la regeneración natural en los bosques secos es la falta de humedad.

Otras investigaciones efectuadas en los bosques secos de la Costa norte peruana reportan que los efectos de las inundaciones ocasionadas por las fuertes lluvias del fenómeno El Niño contribuyen a la regeneración y recuperación de los bosques secos afectados por la larga sequía que perturba a estos bosques, resultando una “bendición” desde el punto de vista social, económico y ambiental por la provisión de madera para generación de energía y la captación de dióxido de carbono para mitigar los gases del efecto invernadero (Block & Richter, 2000); sin embargo, acciones antrópicas en los bosques de la ecozona Costa inciden negativamente en la conservación de la biodiversidad, como por ejemplo el pastoreo que afecta en 51.28% a estos bosques, en ese mismo sentido, la tala de árboles representa 23% y la construcción de infraestructura 5.13%. El menor daño concierne a la apertura de trochas con 2.56%. Cerca de 18% del bosque no presenta ningún nivel de perturbación antrópica en esta ecozona. Las cifras antes mencionadas revelan que los bosques secos se encuentran altamente vulnerables por acción antrópica y urge acciones concretas para recuperar esos ecosistemas.

El efecto de las actividades económicas descritas anteriormente fue advertido por Leal-Pinedo y Linares-Palomino (2005) quien aseveró que las actividades productivas como la ganadería, la agricultura y la extracción forestal son los factores que más severamente impactan y amenazan estos bosques. La misma fuente añade que en las provincias y caseríos la ganadería es una actividad extensiva y trashumante, sin aplicación de prácticas de manejo pecuario; señalan que la intensa deforestación a la que se está sometiendo a diversos sectores de la ecozona Costa están relacionados con la agricultura y ganadería; la misma que está ocasionando la transformación del hábitat. Agrega que a esta degradación se adicionan la falta de alternativas y oportunidades rentables para los pobladores locales, acelerando estos procesos que se hacen cada vez más agudos en la región. Este círculo vicioso conducirá

lamentablemente a una mayor fragmentación, empobrecimiento y finalmente desaparición de los bosques.

El efecto de las actividades humanas de aprovechamiento directo de los recursos en el ámbito de influencia de la Reserva de Biosfera del Nor Este, ubicada en las provincias de Zarumilla, Tumbes, Contralmirante Villar y parte de las provincias de Talara y Sullana fue reportado por SERNANP (*sf-publicación*) y varían en función a la disponibilidad del agua, la fisiografía, el clima, la concentración de especies y otras variables. Es así como en donde existe el agua durante todo el año (valles de Zarumilla, Tumbes y Chira), existe una mayor concentración de la población y actividades económicas como la agricultura. Contrariamente, en los lugares donde el agua es escasa se dedican a la ganadería de caprinos, vacunos y a la extracción de productos maderables y no maderables. De la misma manera, en época lluviosa se incrementa la producción a diferencia de la época seca. Otros elementos naturales como el suelo, las comunidades vegetales, las fuentes de agua y los paisajes condicionan también con su variación el desarrollo de las actividades humanas (agricultura de secano, extracción forestal, ganadería, pesca, turismo).

La perturbación de origen antrópica reportada en nuestro estudio es además consistente con otros hallazgos como por ejemplo SERNANP (*sf-publicación*) que menciona la seria afectación del Bosque Nacional de Tumbes por explotación forestal selectiva y el sobrepastoreo de ganado vacuno, causando impactos directos sobre la diversidad biológica. Del mismo modo, Leal-Pinedo, Linares-Palomino (2005) coincide en que el sobrepastoreo es un factor impactante sobre los bosques secos debido a que esta actividad (extensiva y trashumante) conlleva a la quema de bosque a favor de la introducción de pastos.

### **Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles**

El 27.3% de los árboles evaluados en la ecozona Costa presentan fuste de calidad alta, mientras que el 26% y 46.74% de los árboles ostentan fuste de calidad bajo y media, respectivamente. Esta baja proporción de árboles de calidad de fuste alto nos indica que no pueden sostener el aprovechamiento de la madera con fines industriales, por lo que estos bosques deben proveer otros productos y servicios. Al respecto, Murillo (1995), al referirse a los bosques de Piura, estos presentan una calidad media de fuste (58.9%) cifra muy cercana a la reportada en este estudio; esta situación es producto de algunas irregularidades como retorcimiento del tronco o efecto de ataque de las cabras o invasión de insectos como hormigas y termitas. La longitud de las ramas está directamente relacionada con la forma de la copa del árbol, siendo pequeñas para el caso del sapote y largas y rectas, para el algarrobo.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de calidad alta, media o baja, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque. La calidad de fuste medio muestra una proporción cercana a 50% del total de los árboles evaluados, de acuerdo con estos resultados, la zona de bosques de la costa norte debe ser considerada como área de conservación y no como área de producción de madera comercial.

La condición fitosanitaria de los árboles registrados en las unidades muestrales evaluadas de la ecozona Costa, muestran que 86% de árboles observados están sanos, un pequeño porcentaje está representado por árboles dañados (14%). Asimismo, el grado de afectación fitosanitaria de los árboles dañados revela que 31% muestra daño leve, 53.31% daño moderado y 15.70% daño severo, lo cual indica que los individuos registrados en estos bosques se encuentran en condiciones fitosanitarias regulares.

Con respecto al estado de los árboles registrados en la ecozona Costa la proporción de árboles vivos alcanza un promedio de 87% del total registrado. Los árboles muertos en pie representan 12% y solo una pequeña proporción que representa 1.38% está en calidad de tocón.

## Usos de las especies forestales

Los recursos forestales aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de la ecozona Costa son principalmente para construcción rural, seguido de forraje y leña. Los productos forestales, tanto maderables como no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales y su uso sostenible favorece la conservación de los bosques sobre los cuales se asientan. Otro de los aspectos a considerar en la ecozona Costa es el uso tradicional de *Bursera graveolens* conocido como "palo santo" en ceremonias ancestrales como pago a la tierra.

Según los datos recabados en las 28 unidades muestrales evaluadas en la ecozona Costa, los usos potenciales de las especies es de la siguiente manera: cerca de 40% de las especies de árboles se destinan para construcción rural, seguido de forraje (25%), madera (16.42%) y leña (4%). Mientras que otras especies se utilizan potencialmente en porcentajes bajos como en chamanería (5%) y artesanía con 2%.

## Parámetros estadísticos obtenidos

En el Cuadro 23 se muestra en detalle las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media para los principales parámetros estadísticos para la ecozona Costa. Como se mencionó en la metodología, el diseño del inventario nacional tiene un enfoque multidimensional, es decir, que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques.

El error de estimación está en función de la variabilidad de los datos de cada variable. Además, también están afectados por el número de replicas que tengamos de cada variable en la muestra. Cuanto mayor es el número de replicas (unidades muestrales), los datos serán más precisos y potencialmente más exactos (Dauber, 1995).

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error relativo obtenido en el volumen total de madera en árboles  $\geq 10$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona Costa está dentro del rango del error máximo permisible (10.9%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Costa esté entre 15.72 y 18.18 m<sup>3</sup>/ha [ $16.95 \pm (16.95 \times 0.072)$ ].

## ECOZONA SIERRA

### Composición florística y riqueza de especies

Durante el trabajo de campo fueron medidos 6909 individuos  $\geq 5$  cm dap, que corresponden a 62 familias en 219 especies.

En el estrato arbóreo se identificó 44 familias que comprenden 59 géneros y 131 especies. Con respecto al estrato fustal (entre  $\geq 5$  y  $< 10$  cm dap), se identifican 64 familias 132 géneros y 94 especies (promedio de 2.87 por unidad muestral).

Las familias con mayor número de especies  $\geq 5$  cm dap en las 52 unidades muestrales fueron: Asteraceae (19), Melastomataceae (17), Fabaceae (16), Rosaceae (12), Primulaceae (10), Myrtaceae (8), Araliaceae y Cactaceae (7 especies cada una), Bignoniaceae y Euphorbiaceae (6 especies cada una), el resto de las familias cuenta con menos de 6 especies. Estos resultados son consistentes con otros estudios sobre composición florística de los bosques de Sierra (ej. Yarupaitán y Albán (2003) y Parra *et al.* 2004).

Al respecto, Yarupaitán y Albán (2003) en los Andes centrales del Perú reportan la presencia de 214 especies de plantas comprendidas en 140 géneros y 52 familias, cifras similares a lo encontrado en este estudio. Las familias con más diversidad son las Asteraceae con 55 especies y Poaceae con 22 especies, dan a conocer además 32 nuevos registros de distribución para el departamento de Junín. La familia Melastomaceae aportan mayor diversidad de familias a la ecozona Sierra (Galindo *et al.*, 2003).

Asimismo, otros estudios realizados en condiciones similares de bosques en Sierra muestran resultados variables. En algunos de esos estudios se determinaron 180 especies pertenecientes a 57 familias, en cuanto al tipo de formas de vida, dominan las herbáceas y existen muy pocas arbóreas, sobre todo nativas. La composición florística de estas formaciones vegetales demuestra una gran riqueza específica, siendo las familias mejor representadas: Asteraceae en las partes medias y bajas, Poaceae en las partes altas y Fabaceae en las partes medias y bajas de la microcuenca (Parra *et al.*, 2004), siendo este estudio consistente con el nuestro.

Al respecto, nuestros resultados concuerdan con Cano (1994), quien concluye que las zonas altoandinas del Perú son florísticamente semejantes. Estas semejanzas se deben a que la flora andina pudo tener un mismo origen y evolución, esto es, haber pasado por los mismos acontecimientos históricos y climáticos, además de prevalecer en condiciones ecológicas muy similares (Raven y Axelrod, 1974; Gentry, 1982; Monasterio y Vuilleumier, 1986; Van der Hammen, 1982).

El índice de diversidad en cada una de las unidades muestrales - UM resultaron en diferentes valores; así, por ejemplo, la diversidad de las UM 172 y 1639 fueron más altas respecto a las otras UM con valores de 2.58 y 2.51, siendo las unidades muestrales más diversos con una equidad de 0.84 y 0.89. En la UM 276 el valor de la equidad de Píloeu fue mayor 0.93, como se podrá notar el valor de la equidad nos indica que la distribución de especies fue mejor en esta UM, aunque el valor de la diversidad no fue tan alto.

Los valores de índice de diversidad reportado en este estudio son inferiores al reportado por Leal-Pinedo & Linares-Palomino (2005). Al respecto, el bajo valor podría deberse a



la metodología de muestreo empleada donde la ubicación de las unidades muestrales fue no alineada, cayendo algunos en bosques en áreas con alto grado de intervención antrópica.

Para evaluar la diversidad beta, se calculó el coeficiente de Sørensen utilizando una matriz de doble entrada con datos de abundancia.

A partir de los valores presentados en la Figura 26, se puede observar que existen varias unidades muestrales que presentan valor bajo (0.000) del índice de Shannon - Wiener, lo cual puede pensarse que tienen un comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices.

La comparación entre unidades muestrales de la ecozona Sierra estimada a través del índice de Jaccard se observa que la mayor similitud se reportó entre las unidades muestrales 1918 con 2068 y 4260 con 4357 con aproximadamente 100% de similitud, con 1 especie compartidas entre ambas. Por otro lado, se encuentra las unidades muestrales 4306 y 4355 con 75% de similitud con 3 especies compartidas y las unidades muestrales 4004 y 4328 que presentan 66.67% de similitud con 2 especies compartidas entre unidades muestrales.

## Estructura del bosque

A nivel general, en las 52 unidades muestrales de la zona Sierra se registró 6909 individuos. Por otro lado, se presenta la distribución diamétrica del número de árboles  $\geq 5$  cm dap, configurando la típica “J” invertida. La estructura horizontal de los árboles del bosque de Sierra refleja una mayor distribución de individuos en las clases diamétricas menores y escasa presencia de individuos en las clases diamétricas superiores, muy similar a las otras ecozonas estudiadas.

En total se contó hasta 631.66 árboles por hectárea, algo más de 92% corresponden al estrato fustal ( $5 \leq \text{dap} < 10$ ) y el resto (7.78%) al estrato arbóreo ( $\geq 10$  dap). Las 10 especies más abundantes representan 42.7% del total general. A nivel general y en el estrato fustal, las especies *Polylepis microphylla*, *P. flavipila* y *P. rugulosa* son las más abundantes, acogiendo 19.48% y 18.95% de sus respectivos totales. En el estrato arbóreo, las especies más abundantes son: *Polylepis flavipila*, *Polylepis microphylla* y *Weinmannia microphylla*, juntos representan 26.54%.

Llama la atención el alto número de árboles por hectárea encontrado en la ecozona Sierra, superior inclusive a los valores encontrados en las ecozonas ubicadas en la Amazonía peruana. Este alto valor se debe a la alta abundancia de individuos de algunas especies como las del género *Polylepis* que crecen formando cohortes que al momento de expandir dan como resultado altos valores. Si a esto añadimos que el diámetro base es 5 cm la posibilidad de expansión a la hectárea es mucho mayor.

En las clases diamétricas de 5-9.90 cm dap, las especies más abundantes son *Polylepis microphylla* y *Polylepis rugulosa*, juntos congregan 13% de número total de individuos en dicha clase diamétrica. Las especies *Polylepis flaviphylla*, *Polylepis rugulosa*, son las más abundantes en la clase diamétrica de 10-19.9 cm dap y contribuyen con 18% del total de individuos en esta clase diamétrica. En la clase diamétrica 20-29.9 cm dap las especies más abundantes son *Polylepis flaviphylla* y *Eriotheca discolor* son las más abundantes y congregan juntos 22.19% del total en esta clase diamétrica. A partir de la talla diamétrica de 30 cm la abundancia va reduciendo progresivamente; no obstante, *Polylepis flaviphylla* destaca pero con escasa abundancia con respecto al resto de las especies, seguido de *Polylepis microphylla*. Sin embargo, es importante resaltar que

esta última especie mantiene una presencia importante en todas las clases diamétricas, siendo la especie con mayor número de individuos por hectárea en esta ecozona.

La alta abundancia de individuos de las especies del género *Polylepis* en los bosques de la ecozona Sierra es concordante con los resultados encontrados en el IVI de las especies tanto a nivel de fustales como en el estrato arbóreo. Esto pone en relieve que estas especies son las que dominan los relictos boscosos, cumpliendo una función similar a algunas especies forestales en los bosques oligárquicos en la Amazonía peruana (ej. Peters *et al.* 1989).

Algunos investigadores han considerado ampliar el dap base en los inventarios en los bosques de las serranías, incluyendo individuos de diámetros inferiores. Por ejemplo, Galindo *et al.*, 2003, observó aumento en el número de especies y de individuos al incluir en el muestreo individuos con dap entre 1 y 2.5 cm, especialmente para el número de individuos en los bosques situados a menor altitud. Resultados similares han sido registrados por otros investigadores en bosques subandinos húmedos y secos de Colombia (Franco-Rosselli *et al.*, 1997; Mendoza, 1999), respectivamente. Al igual que estos investigadores, opinamos que las modificaciones hechas a la “metodología de inventario rápido” propuesta por Gentry (1982, 1995), como es la inclusión de individuos con dap entre 1 y 2.5 cm, son muy útiles para estimar la diversidad en los bosques andinos, ya que incluyen elementos de los estratos inferiores, los cuales tienen gran importancia ecológica; sin embargo, para los objetivos del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre es suficiente registrar árboles mayores e iguales de 5 cm dap.

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en la ecozona Sierra corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores y pocos individuos hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de “J” invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales.

En general, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica en las especies registradas en la ecozona Sierra; sin embargo, algunas especies crecen en pequeños relictos y requieren de agua para el desarrollo de las plántulas como el caso de la especie *Capparis scabrida* cuyos árboles por hectárea menores de 15 cm dap y mayores de 30 cm dap no fueron registrados en este inventario. Asimismo, la especie *Kageneckia lanceolata* no presenta individuos mayores de 20 cm debido a que ha sido intensamente utilizada como leña.

La regeneración natural en la ecozona de Sierra es óptima, expresada en términos de brinzales y latizales. La conversión de brinzales a latizales en la ecozona Sierra sufre una merma bastante baja de cerca de 9.36%, sin embargo, es afectado por el cambio brusco del clima que altera la germinación y desarrollo de las especies forestales. En la ecozona Sierra se encontró un total de 1989.39 individuos brinzales por hectárea, las especies que cuentan con mayor abundancia por hectárea son *Polylepis microphylla* y *P. reticulata*, aportan juntos 26.58% sobre 200%; sin embargo, ambas cuentan con escasa distribución en las unidades muestrales evaluadas lo que se observa en la baja frecuencia relativa que presenta, estas especies tienen la particularidad de crecer agrupadas formando cohortes de plántulas en algunos sectores de la ecozona Sierra. En el caso de latizales fue observado 1803 individuos por hectárea, siendo las más abundantes *Croton thurifer* y *Gynoxys* sp. contribuyen con 14.28% sobre 200%. La especie *Croton thurifer* se consolida al transitar de brinzales a latizales y cuenta con amplia distribución en las unidades muestrales evaluadas.

Algunos estudios realizados en zonas de Sierra indican que se debe reforestar estos bosques considerando 3 factores como son: altitud, pendiente y exposición solar para

garantizar el desarrollo de las especies forestales. Al respecto, Dourojeanni (2008) destaca que los mismos criterios se debe tener en cuenta para la recuperación de la regeneración de los bosques de *Polylepis*. El inventario de especies del género *Polylepis* en este estudio suscribe esta afirmación toda vez que las distintas especies de este género crecen en diversos pisos altitudinales.

La distribución altimétrica de los árboles  $\geq 5$  cm dap de las 52 unidades muestrales registradas muestra que la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase altimétrica  $< 5$  m con 4589 individuos (63%), el menor número de árboles se encuentra en la clase de 35–39.9 m (0.013%), mientras que en la clase altimétrica entre 5–9.9 m se presenta 2322 individuos (32%). La clase altimétrica entre 10–14.9 presenta 317 árboles (4.34%). Entre las especies valiosas desde el punto de vista comercial maderable y no maderable cuyas alturas son superiores a 25 m, está *Eucalyptus globulus*.

En la clase altimétrica  $< 5$  m las especies más abundantes son *Polylepis rugulosa* con 461 individuos, *Polylepis flavipila* con 434 individuos y *Polylepis microphylla* con 424 individuos. La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 5–9.9 m (165 individuos), en segundo lugar, está la especie *Cordia saccellia* (137 individuos) y en tercer lugar *Alnus acuminata* (125 individuos).

En la clase altimétrica 10–14.9 m, la especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante con (74 individuos), en segundo lugar, está la especie *Alnus acuminata* (35 individuos). Ambas especies son también las más abundantes en la clase altimétrica 15–19.9 m con 16 y 2 individuos cada una. Lo mismo sucede en la clase altimétrica 20–24.9 m, las especies más abundantes son *Eucalyptus globulus* y *Alnus acuminata* con 7 y 1 individuos cada uno, respectivamente. La especie *Eucalyptus globulus* es la más abundante en la clase altimétrica 25–29.9 m con 5 individuos. En la clase altimétrica de 30–34.9 sobresale la especie *Polylepis rugulosa*, *Eucalyptus globulus* y *Polylepis tomentella* con un individuo de cada especie.

Solo el 6% de las especies registradas en esta ecozona cuentan con distribución continua en el rango de 5 a 20 m de altura.

Según Martínez (2010), en inventarios realizados en zonas de características similares a la ecozona Sierra existen especies forestales de aproximadamente 4 metros de altura, formando bosquetes dispersos. Entre las especies más representativas de esta unidad se presentan: *Buddleia* sp. (un tipo de *quishuar*), *Clusia* sp. (pulao), *Rapanea* sp. (manglillo), *Myrcia* sp. (unca), *Lupinus* sp. (tarwi), *Polylepis* sp. (quinual), *Escallonia* sp. (chachacomo y tasta), entre otras, las que son utilizados por los pobladores de la zona generalmente como leña.

## Área basal y volumen

El área basal promedio en la ecozona Sierra encontrado en las 52 unidades muestrales en individuos  $\geq 5$  cm dap es de  $7.57 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 0.72 \text{ m}^2/\text{ha}$ . En individuos del estrato arbóreo ( $\geq 10$  cm dap) el área basal promedio es de  $6.01 \text{ m}^2/\text{ha} \pm 1.22 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

Las diez primeras especies con mayor área basal representan más de 47.11% del total registrado en esta ecozona. En el estrato fustal y arbóreo, las diez primeras especies contribuyen con 37.27% y 49.66% del total en sus respectivos estratos. Las especies *Polylepis microphylla* y *P. flavipila* son las importantes y aportan con importantes áreas basales tanto a nivel general como en el estrato arbóreo y representan 15.52% y 16.63% de sus respectivos totales.



El volumen promedio de madera encontrado en las 52 unidades muestrales en individuos  $\geq 5$  cm dap es de  $13.26 \text{ m}^3/\text{ha} \pm 1.85 \text{ m}^3/\text{ha}$ . El volumen promedio de madera en los individuos  $\geq 10$  cm dap es de  $11.30 \text{ m}^3/\text{ha} \pm 2.60 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Las diez primeras especies con mayor volumen constituyen 41.65% del volumen promedio total registrado en esta ecozona. En el estrato fustal y arbóreo, las diez primeras especies contribuyen con 32.36% y 2.79% del total en sus respectivos estratos. Las especies *Polylepis flavipila*, *Weinmannia microphylla* y *Polylepis rugulosa* son las más importantes y aportan considerables volúmenes tanto a nivel general como en el estrato arbóreo (17.57% y 18.68% del total en sus respectivos estratos). En la actualidad las asociaciones de *Polylepis* son bosques que tienen gran diversidad y son bastante extensos a nivel nacional, la mayoría ubicado sobre los 3500 metros sobre el nivel del mar, considerados como bosques de conservación y manejo (Dourojeanni, 2008).

Estudios realizados al respecto, dan cuenta que las especies del género *Polylepis* presentan árboles tortuosos de porte bajo (menos de 8 m de altura). En lugares con fuertes limitaciones climáticas o edáficas, estos bosquecillos se reducen a matorrales menores de 3 m. Acompañan a especies del género *Polylepis* algunos arbustos como *Gynoxis* sp., *Lupinus* sp. y herbáceas de tipo graminea. Evaluaciones hechas en los departamentos de Ancash y Lima reportan volúmenes de madera de  $42.60 \text{ m}^3/\text{ha}$  y  $73.63 \text{ m}^3/\text{ha}$  para las especies *Polylepis incana* y *Polylepis racemosa*, respectivamente (FAO, 1979).

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Resolución Ministerial N° 043-2006-AG, en el bosque de la ecozona Sierra se registró un total de 18 especies amenazadas, correspondiendo 7 especies en peligro crítico, 3 en peligro, 7 vulnerables y 1 casi amenazado. Destacan de la lista las especies del género *Polylepis* como *P. microphylla*, *P. multijuga*, *P. tomentella* en condición de Peligro y *P. rugulosa* como Vulnerable. Otras especies no menos importantes como *Buddleja longifolia*, *Capparis flexuosa*, *C. scabrida*, *Kageneckia lanceolata*, *Myrcia fallax*, *Prumnopitys harmsiana* y *Tetrasida chachapoyensis* están consideradas en peligro crítico debido a la intensa extracción a que están sometidos.

## Índice valor de importancia de familias y especies

La figura 30 muestra el índice de valor de importancia de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo de la ecozona Sierra. A nivel de familias, se observa que la dominancia relativa y la densidad relativa en el estrato fustal presentan pequeñas diferencias, siendo ligeramente superior la dominancia relativa; mientras que en el estrato arbóreo la dominancia relativa y la densidad relativa presentan valores muy similares. A nivel de especies (figura 31), se observa una mayor diferencia entre la dominancia relativa y la densidad relativa, lo que indica que el número de árboles grandes es superior sobre el promedio de árboles de pequeños. En el estrato arbóreo la densidad relativa es ligeramente superior a la dominancia relativa.

En la ecozona Sierra en total fueron registrados 62 familias con dap mayor de 5 cm, en el estrato fustal se registró también 62 familias, mientras que en el estrato arbóreo se anotó 44 familias. Las diez primeras familias del estrato fustal, representan 183.23 sobre 300% de este estrato, dos familias: Rosaceae y Myrtaceae aportan juntos 83.36 sobre 300% del IVI, destacando nítidamente la primera con 64.63 sobre 300%. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 197.70 sobre 300% en este estrato; la familia Rosaceae presenta mayor peso ecológico, aporta 76.12 sobre 300%

constituyéndose como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia en este estrato.

Según Galindo *et al.* (2003), en todos los bosques de Sierra la mayor parte de las familias presentaron valores de importancia bajos, pero en cada bosque algunas familias sobresalen por su importancia ecológica. La misma fuente señala que las familias más importantes fueron: Fabaceae, Rubiaceae y Melastomataceae; resultado que discrepa con lo encontrado en nuestro estudio; sin embargo, dos de las familias nombradas (Fabaceae y Melastomataceae) están dentro del grupo de las diez primeras familias más importantes.

Las diez especies que dominan el IVI en el estrato fustal contribuyen con 106.43 sobre 300% en este estrato. Tres especies *Polylepis rugulosa*, *P. flavipila* y *P. microphylla*, aportan juntos aproximadamente 43.17 sobre 300% del IVI, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la ecozona Sierra.

En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI aportan juntos 130.96 sobre 300% del IVI. De este grupo de especies, tres *Polylepis flavipila*, *P. microphylla* y *Alnus acuminata* son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, congregando juntos aproximadamente 55.69%, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la ecozona Sierra. Destaca de este grupo la especie *Polylepis flavipida* con 23.20 sobre 300%.

### Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

Aproximadamente 91.18% de los árboles registrados en las 52 unidades muestrales de esta ecozona ostentan fuste de calidad alta. La calidad de fuste regular o medio es de 6.01%, mientras que la calidad bajo es de 0.81%.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de calidad alta, media o baja, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque, sin embargo, la evaluación pudo tener algunos errores debido a que la inspección ha sido ocular utilizando la experiencia del evaluador de campo para valorar las características superficiales (externas) de los fustes.

Por otro lado, los árboles registrados en las 52 unidades muestrales de la ecozona Sierra, muestran buena condición fitosanitaria, reflejado en 98% de árboles sanos. Por su parte, los árboles con algún tipo de daño muestran daño leve cerca de 85% y severo cerca de 15.15%; esto indica que los árboles de esta ecozona cuentan con buena condición fitosanitaria.

Con respecto al estado de los árboles mayores de 5 cm dap, se registró en esta ecozona 84% de árboles vivos, mientras que cerca de 7.58% están muertos en pie. Asimismo, aproximadamente 8.43% de los árboles en esta ecozona fueron convertidos a tocón correspondiendo 6.59% a tocón propiamente dicho y 1.84% corresponde a tocones con rebrote, ambos productos de la tala de árboles para satisfacer la demanda de madera para diferentes propósitos.

## Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de la ecozona Sierra con fines de alimentación, suministro de energía (leña), medicina y como fuente de productos para el comercio local y nacional. Los productos forestales, tanto maderables como no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales que reciben beneficios de los bosques y su uso responsable favorece la conservación de estos bosques.

Si bien se ha tratado de utilizar una metodología simple para registrar los usos potenciales de la mayoría de los árboles evaluados en las otras ecozonas, la obtención de información en el caso de la ecozona Sierra no ha sido considerada en los registros de campo.

Sin embargo, se puede deducir algunos usos obtenidos a través información de segunda fuente. Por ejemplo, los bosques con predominancia de *Polylepis* han sido objeto de tala excesiva desde tiempo atrás para la producción de leña y en menor medida para la fabricación de mangos de herramientas, construcción de vivienda y diversos trabajos de artesanía. Las especies *Polylepis tomentola* y *P. microphylla*, así como *P. weberbaueri* pese a que están protegidas oficialmente, persiste su aprovechamiento, quedando solo pequeños relictos de bosques o árboles dispersos en áreas cada vez más inaccesibles e inhóspitos de la serranía altoandina.

Algunas especies exóticas como *Eucalyptus globulus*, *Pinus* spp., *Cupressus* spp., *Casuarina* spp., especialmente el primero de los mencionados se encuentra muy desarrollada en los Andes peruanos. Estas especies son plantadas en diferentes modalidades, desde cercos en los linderos de las “chacras” o fincas, hasta macizos en laderas, pasando por pequeños grupos de árboles o bosquetes, usadas como madera rolliza, material de construcción, entre otros (FAO, 1979).

## Parámetros estadísticos obtenidos

En el cuadro 35 se muestra en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media de los principales parámetros estadísticos para la ecozona Sierra, el diseño del inventario nacional, tiene un enfoque multidimensional, es decir, que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques. Es por ello por lo que existen varias poblaciones objetivo de las cuales se obtuvieron varias mediciones según las variables que se plantearon inicialmente. Por otro lado, se buscó un diseño que sea práctico y económico que proporcione información a nivel estratégico para el país, y no a nivel de planificación específica de unidades de manejo.

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera en árboles  $\geq 10$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona Sierra con respecto al error máximo permisible (10.9%) a un nivel de confianza de 95% es alto (23.05%). Lo que señala que

hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Sierra esté entre 8.70 y 13.90 [ $11.30 \pm (11.30 \times 0.2350)$ ]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente. Cabe precisar que el rango es para todas las especies y que si se considera sólo el volumen para especies comerciales  $\geq 10$  cm dap, el error de muestreo sería mucho más alto y consecuentemente con un rango entre el límite inferior y superior más amplio.

## ECOZONAS SELVA ALTA ACCESIBLE Y DE DIFÍCIL ACCESO

### Composición florística y riqueza de especies

Según la memoria descriptiva del Mapa de Ecozonas (Minagri, Minam y Fao, 2014), los bosques de las ecozonas Selva Alta Accesible y de Difícil Acceso se encuentran entre 500 y 3800 msnm, dentro de esta ecozona predominan los bosques premontanos y montanos cuya altitud va desde los 1000–3500 m de altura. En el Perú los bosques premontanos y montanos ocupan 15,736,030 ha (20% de la superficie total de los bosques del Perú) (Minam, 2011).

Los estudios sobre composición florística de los bosques de la Amazonía peruana se han concentrado mayormente en la Selva baja peruana, sin embargo, en altitudes de mayor elevación en el país se han desarrollado escasos estudios, siendo pionero el estudio efectuado por Young (1998) en el ámbito del río Abiseo a una altitud de 3500 msnm. Posteriormente, se sumaron a esta iniciativa otros investigadores como Roeder (2004), Reynel y Honorio (2004), Reynel y Antón (2004a), Reynel y Antón (2004b), Caro *et al.* (2004), Antón y Reynel (2004) y Reynel *et al.* (2004), Marcelo-Peña y Reynel (2014). Estos estudios concuerdan en que estas áreas son importantes por la riqueza de especies y endemismos, en esto coinciden (Cleff *et al.* 1984; Gentry 1989; Rangel 1991; Gentry 1992) quienes efectuaron estudios similares en bosques montanos de otras latitudes.

En la ecozona Selva Alta Accesible se registró 467 especies y 78 familias en individuos mayores de 10 cm dap, ubicadas en 28 unidades muestrales. Las diez familias más diversas ordenadas en forma decreciente fueron Fabaceae (41 especies), Moraceae y Rubiaceae (37 especies cada una), Malvaceae (28 especies), Urticaceae (24 especies), Lauraceae (23 especies), Euphorbiaceae (21 especies), Meliaceae (18 especies), Sapotaceae (16 especies), Melastomataceae (14 especies).

Las especies más abundantes cuyos diámetros son superiores de 10 cm de dap fueron *Inga* sp. (73 individuos), *Nectandra* sp. (42 individuos), *Socratea exorrhiza* (41 individuos), *Cecropia* sp. (38 individuos), *Miconia* sp. (32 individuos) y *Pouteria* sp. (30 individuos).

Al respecto, Gentry (1988a) señala que la familia Leguminosae (que incluye Fabaceae) es virtualmente la más diversa en los bosques primarios neotropicales. En los bosques pre montanos y montanos de Selva Central del Perú, Marcelo-Peña y Reynel (2014), Reynel y Antón (2004) y Caro *et al.* (2004) reportaron entre 28 y 47 familias más abundantes en especies, de ellas cinco familias son más abundantes y con mayor número de especies donde se incluye Fabaceae en altitudes entre 1000 a 1500 msnm, mientras que Ponce *et al.* (2009), anotó 37 familias de árboles de más de 10 cm dap; nuestros resultados superan en número de familias reportados en dichos estudios; sin

embargo, son consistentes en relación a las cinco familias más abundantes citados en ambos reportes.

Sobre los 2000 a 2500 metros de altitud Reynel y Honorio (2004) y Reynel y Antón (2004a), reportaron cinco familias más abundantes y con mayor número de especies donde incluyeron la familia Melastomataceae. Igualmente, Marcelo-Peña y Reynel (2014) incluyeron Melastomataceae, dentro del grupo de las familias con mayor número de especies. En nuestro estudio, este taxón estuvo dentro de las 10 familias con mayor número de especies en esta ecozona. Al respecto, Tuomisto y Ruokolainen (1998), lanzaron una propuesta para determinar las características de bosques y tierras utilizando como indicadoras plantas de la familia Melastomataceae junto con las Pteridófitas terrestres, basado en que sus patrones florísticos son muy parecidos a los patrones en otros componentes de la flora, sostiene su propuesta en que las Pteridófitas y Melastomataceas contribuyen con casi 10% del número total de las especies de plantas vasculares en la Amazonía peruana (Brako & Zarucchi, 1993); sin embargo, la estructura de los individuos de la familia Melastomataceae es diferente en la Selva Baja peruana comparado con los bosques de mayor altitud, siendo mayormente arbustivos en la primera y de considerable diámetro y altura en los bosques montanos, aspecto que también fue percibido por Gentry (1992) y Reynel & Honorio (2004).

Con respecto al número de especies, los mismos investigadores dan cuenta de valores de diversidad arbórea que oscilan entre 90 y 147 especies con dap  $\geq 10$  cm ubicadas en la gradiente altitudinal entre 1050 y 2275 m [Reynel & Honorio (2004), Reynel y Antón (2004a), Reynel y Antón (2004b), Caro *et al.* (2004), Ponce *et al.* (2009)], cifra muy inferior al obtenido en nuestro estudio, debido a que en nuestro caso se registró en mayor número de unidades muestrales; sin embargo, estos resultados coinciden con otras investigaciones, que indican que los bosques con ubicaciones desfavorables tienden a presentar menor número de especies que aquellas con óptimas condiciones. Al respecto, Gentry (1988b) sostiene que en general existe una tendencia clara a la disminución de la diversidad a medida que la altitud crece; sin embargo, Reynel & Honorio (2004) ponen en duda esta aseveración debido a que no existe datos de zonas comprendidas entre los 600 y 1500 msnm en el caso de la Selva Alta peruana, haciendo por eso dificultoso poder juzgar a qué altitud empieza la disminución de diversidad.

Agregan que claramente no existe ningún efecto altitudinal por encima de los 500 msnm; asimismo, sostiene que las muestras de los sitios a 1700 m se acercan al valor promedio de las tierras bajas húmedas, concluyendo que hay una pequeña o no hay disminución en la diversidad de acuerdo con esa altitud. Esto podría relacionarse al hecho de que la humedad, la precipitación pluvial y la continuidad de la lluvia son mayores en el bosque montano comparativamente al premontano y sería coherente con la correlación expresada por Clinebell *et al.* (1995) en el sentido que los ambientes con un patrón de precipitación pluvial alta y continua tienen tendencia a albergar mayores niveles de diversidad arbórea.

Asimismo, el resultado obtenido en este estudio en ambas ecozonas muestra que el número total de familias y especies ( $\geq 10$  cm dap) es superior al registrado por Roeder (2004), que reportó un total de 131 especies en una parcela de 1 ha en el departamento de San Martín.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener y la equidad de Pielou (individuos  $\geq 10$  cm dap) en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil revela alta riqueza de especies (5.59 y 4.94, respectivamente) y buena distribución de las especies al interior de las unidades muestrales basado en la equidad de Pielou (0.91 – 0.94, respectivamente). El índice de Shannon Wiener encontrado en nuestro estudio (Selva Alta Accesible) es superior al encontrado por Reynel & Honorio (2004), Reynel y Antón (2004a, 2004b), Caro *et al.*

(2004) en cuatro parcelas instaladas en la Selva Alta del departamento de Junín, mientras que el índice de Shannon Wiener obtenido en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso es también superior al reportado por Reynel & Honorio (2004) y muy superior al reportado por Reynel y Antón (2004a, 2004b), Caro *et al.* (2004).

En la ecozona Selva Alta Accesible, la prueba de similaridad entre unidades muestrales utilizando el índice de Sørensen y Jaccard muestra resultados de afinidad en composición florística entre unidades muestrales cercanas, debido a las mismas condiciones biogeográficas de este ecosistema, sin embargo, esta teoría podría ser cuestionada debido a que los datos biogeográficos pueden interpretarse de diferentes modos (Roukolainen y Toumisto, 1993).

## Estructura del bosque

A nivel general, en las 28 unidades muestrales de la ecozona Selva Alta Accesible se registró 2641 individuos  $\geq 10$  cm dap, observándose una considerable variación en el número de individuos (10-156).

En el presente estudio, en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil la forma de vida más abundante correspondió a árboles, superando claramente a palmeras (individuos  $\geq 10$  cm dap), se tomó como referencia este diámetro con el fin de incorporar en los registros el mayor número de individuos de diversas formas de vida, no obstante, en la práctica se registró solo las formas de vida árboles y palmeras. La ausencia de lianas se debe a la metodología empleada, la mayor cantidad de lianas se encuentran por debajo de un dap de 10 cm (Gentry 1993).

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores, disminuyendo fuertemente los valores hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de “J” invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales y nos indica que el bosque tiene una importante contribución de individuos del estrato fustal (84.14% del total de árboles por hectárea en la ecozona Selva Alta Accesible y 85.30% del total en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso corresponden a este estrato), si a esto añadimos los individuos de regeneración natural conformado por brinzales y latizales; en condiciones normales el bosque tendría su sobrevivencia asegurada. Las curvas de J-invertida de los análisis estructurales sugieren la existencia de regeneración favorable. Estas curvas son típicas de sistemas maduros y estables, o de poblaciones que se renuevan constantemente con un balance entre natalidad y mortalidad (Mwima & McNeilage, 2003)

Al igual que en el bosque de la ecozona Selva Baja la distribución de los individuos por clases diamétricas en la ecozona Selva Alta Accesible muestra una escasa presencia de árboles sobre todo de especies de valor comercial, debido a que la extracción de madera en los bosques de la Selva peruana es selectiva, esta situación se ve reflejada en las diez especies mas abundantes por hectárea donde no está incluida ninguna con valor comercial desde el punto de vista maderable. La mayoría de los árboles están presentes hasta la clase diamétrica  $< 60$  cm dap lo que hace pensar que los diámetros mínimos de corta establecidos por la legislación peruana para la mayoría de las especies han contribuido a su conservación.

El análisis individualizado de las especies de importancia económica muestra algunos problemas en la estructura diamétrica caracterizado por la escasa presencia de árboles en las clases diamétricas superiores o en las clases diamétricas inferiores; así por



ejemplo en la ecozona Selva Alta Accesible las especies *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” y *Ocotea aciphylla* “moena amarilla”, especies utilizadas en construcción de viviendas, muestran escasos individuos hasta la clase diamétrica menor de 30 cm dap, por otro lado, la especie *Cedrela odorata* “cedro” muestra distribución diamétrica errática llegando a su pico más alto en la clase diamétrica de 40-49.9 cm dap, a partir de 50 cm dap hasta 79.9 cm dap son escasos los individuos presentes, haciendo presumir que la legislación sobre diámetros mínimos de corta ha estado influyendo en la conservación de esta especie.

A nivel general, incluyendo individuos del estrato fustal y arbóreo, se contó un total de 375.85 y 439 árboles por hectárea en las ecozonas Selva Alta Accesible y en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, respectivamente. En la ecozona Selva Alta Accesible la mayor parte (aproximadamente el 84.14% del total general) corresponde a la clase diamétrica de 10-29.90 cm dap, es decir, al estrato fustal, en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso el estrato fustal es mucho mayor (85.30% del total general); al respecto, Ponce *et al.* (2009) reporta valores 86% en un bosque montano bajo ubicado entre 1300 a 1800 m de altitud, cifra similar al encontrado en este estudio en ambas ecozonas. En el estrato arboreo ( $\geq 30$  cm dap), la mayor proporción de árboles por hectárea está concentrada en la clase diamétrica de 30-39.90 cm dap, congregando el 8.29% en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, similar situación se presenta en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso pero con menor contribución en términos porcentuales (6.12% del total) en dicha clase diamétrica; en ambas ecozonas, las clases diamétricas superiores muestran proporciones bajas de mayor a menor, lo que muestra la tendencia decreciente de los árboles por hectárea conforme se incrementan las clases diamétricas, patrón observado en otras zonas tropicales del mundo (Lamprecht, 1990).

La especie *Inga* sp. de la ecozona Selva Alta Accesible sobresale con 11.52 individuos mayores de 10 cm dap por hectárea, en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso destacan las especies *Grias peruviana* y *Socratea salazarii* con 40.34 y 35.85 individuos por hectárea, respectivamente; sin embargo, el escaso número de unidades muestrales levantadas en esta última ecozona limita su representatividad estadística.

La mayor parte de los individuos de las especies mencionadas muestran diámetros por debajo de 40 cm dap sobre todo en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, donde se registró cerca de 91.43% del total. Se esperaba un mayor número de árboles de especies comerciales en las clases diamétricas superiores en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso donde las condiciones de accesibilidad limitan el aprovechamiento, constituyendo un obstáculo para la extracción de árboles de estas especies.

La regeneración natural expresada en términos de brinzales muestra que existe un regular número de árboles del futuro en la ecozona Selva Alta Accesible y de Difícil Acceso. Al respecto, Dawkins (1958 citado en Stanley, 1997) considera 2000 brinzales/ha como una cantidad adecuada. Otros investigadores han propuesto rangos de 988 a 2470 brinzales/ha, aunque la definición de brinzales ha cambiado entre investigadores y con el tiempo, por lo tanto, hay que tener cuidado al comparar entre sitios. En la ecozona Selva Alta Accesible y Difícil se considera brinzal a todos los individuos de tamaño entre el rango de 1 – 3 m de altura total. En la ecozona Selva Alta Accesible existe un promedio de 2090.66 individuos brinzales por hectárea, que representa un número superior de lo recomendado por Dawkins, donde están incluidos especies con potencial mercado comercial y especies sin demanda comercial. En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso la reserva de brinzales es superior, alrededor de 2766.66 árboles por hectárea. La conversión de brinzales a latizales en la ecozona Selva Alta Accesible sufre una merma de cerca de 46.40%, mientras que en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso se reduce en 76.20%, estudios realizados en otras latitudes

indican que la falta de luz retrasa el crecimiento y desarrollo de estas plantas por lo que se recomienda intervenciones silviculturales para incentivar su crecimiento y desarrollo.

La medida de frecuencia, es decir, la distribución espacial de las especies es muchas veces más importante que la abundancia, especialmente para las especies heliófitas. Por lo general un muestreo forestal pone énfasis en la determinación de la abundancia de brinzales, por lo tanto, se instalan pocas parcelas de regeneración natural. En Malasia se consideró un área adecuadamente regenerado cuando el 40% de las parcelas fueron ocupados por un brinzal de especie comercial (Barnard, 1950; citado por Stanley, 1997).

En nuestro caso, debido a la extracción selectiva, ninguna de las especies comerciales valiosas de la ecozona Selva Alta Accesible y Difícil superan esta proporción, por lo que se debe inducir el establecimiento de brinzales mediante la instalación y mantenimiento de estas plántulas hasta asegurar su consolidación en el bosque, sobre todo en la ecozona Selva Alta Accesible.

La distribución en clases de altura de los árboles  $\geq 10$  cm dap en la ecozona Selva Alta Accesible muestra que la mayor proporción de árboles se encuentra en la clase de 10-14.9 m (37.57%), el menor valor se encuentra en la clase de 35-39.9 m (0.01%), entre las clases altimétricas de 5-19.9 m se concentra el mayor número de árboles en términos porcentuales (90.48%). En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso el mayor porcentaje de individuos se presenta en las clases de altura entre 5-9.9 y 10-14.9 m con 35.42% y 35.82% respectivamente, el menor valor se presenta en la clase altimétrica de 30-34.9 m (0.18%).

La altura total promedio de los árboles vivos mayores de 10 cm dap en la ecozona Selva Alta Accesible es 12.62 m, cifra inferior a otros estudios reportados dentro de la misma ecozona (ej. Reynel y Honorio (2004), Reynel y Antón (2004a, 2004b), Caro *et al.* (2004) y Roeder (2004); mientras que la altura promedio de los árboles vivos de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso (13.17 m) muestra cifra similar a los reportes de Reynel y Antón (2004a, 2004b), Caro *et al.* (2004) y Roeder (2004), excepto los resultados obtenido por Reynel & Honorio (2004), Anton y Reynel (2004).

Las clases altimétricas están claramente marcadas en la ecozona Selva Alta Accesible mostrando una estructura piramidal, 66.99% de los individuos está contenido en la clase altimétrica (5-14.9 m), 30.37% en el estrato intermedio (15-24.9 m) y 2.64% está en el estrato superior ( $\geq 25$  cm). Asimismo, 15.92% de los árboles registrados en esta ecozona presentan crecimiento continuo enmarcadas dentro del rango de 5-25 m de altura (ej. Lamprecht, 1990). En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso bajo los mismos rangos en los estratos altimétricos, la estructura muestra una pirámide truncada en su ápice con 71.24% de los individuos comprendidos entre las clases altimétricas (5-9.9 y de 10-14.9 m), mientras que el estrato intermedio (15-24.9 m) comprende a 24.65% de los individuos, en el estrato superior ( $\geq 25$  cm) están incluidos cerca de 2.06% de los individuos. Asimismo, 1.36% de los árboles de esta ecozona cuenta con crecimiento continuo.

## Área basal y volumen

El promedio de área basal obtenido en la ecozona Selva Alta Accesible en individuos  $\geq 10$  cm dap en las 28 unidades muestrales asciende a  $17.30 \pm 1.65$  m<sup>2</sup>/ha, algo más bajo que otros bosques de la Selva Alta de nuestro país (32 m<sup>2</sup>/ha, 19 m<sup>2</sup>/ha, 19 m<sup>2</sup>/ha, 18 m<sup>2</sup>/ha, y 22.6 m<sup>2</sup>/ha) registrados por Reynel y Honorio (2004), Reynel y Antón (2004a,



2004b), Caro *et al.* (2004) y Poncel *et al.* (2009). En el estrato arbóreo (individuos  $\geq 30$  cm dap) la media de las 28 unidades muestrales corresponde a  $10.05 \pm 2.50$  m<sup>2</sup>/ha.

La distribución del área basal para las distintas clases diamétricas en las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso muestran una declinación hacia las clases de diámetro más altas, patrón similar al observado en la distribución diamétrica del número de árboles por hectárea.

Asimismo, el área basal de los árboles  $\geq 30$  cm, muestra que el rango entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm de dap concentran más de 40.51% del área basal, mientras que el área basal de los árboles con diámetro  $\geq 60$  cm representan 17.62% del área basal total en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible. En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, el área basal de los árboles en el rango entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm de dap concentran aproximadamente 32.89% del área basal, mientras que los árboles con diámetro  $\geq 60$  cm representan 27.87% del área basal total; lo que indica que en esta última ecozona existe un enorme potencial de madera aprovechable; sin embargo, la mayor parte corresponde actualmente a especies sin demanda comercial.

En la ecozona Selva Alta Accesible, incluyendo todas las especies, el estrato arbóreo aporta 58.12% del total del área basal, mientras que los fustales representan 41.87% del total del área basal registrado; las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio (m<sup>2</sup>/ha) en árboles con dap mayor de 10 cm constituyen cerca de 20.69% del área basal total. Las diez primeras especies forestales con mayor área basal en el estrato arbóreo ( $\geq 30$  cm dap), contribuyen con 29.19% del área basal en su estrato; asimismo, cerca de 8.88% del área basal está incluido en el estrato fustal.

Las especies *Ficus* sp. e *Inga* sp. sobresalen con importantes áreas basales congregando juntos 7.40% del área basal total (individuos  $\geq 10$  cm dap). En el estrato arbóreo (individuos mayores de 30 cm dap) las especies *Ficus* sp. y *Tabebuia* sp. sobresalen con 11.07% de su respectivo total.

En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, a nivel general el estrato arbóreo aporta 60.76% del total del área basal, mientras que los fustales representan 39.23% del total del área basal registrado; asimismo, las diez primeras especies cuyos individuos son  $\geq 10$  cm dap, representan 41% del total registrado en esta ecozona. En el estrato arbóreo ( $\geq 30$  cm dap), las diez primeras especies forestales con mayor área basal contribuyen con 47.61% del área basal en su estrato; asimismo, representan cerca de 31% del área basal en el estrato fustal.

El área basal promedio obtenido en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso con individuos  $\geq 10$  cm dap en las 4 unidades muestrales asciende a  $21.98 \pm 3.00$  m<sup>2</sup>/ha, este resultado es consistente con los de otros bosques de la Selva Alta de nuestro país (19 m<sup>2</sup>/ha, 23.6 m<sup>2</sup>/ha y 22.6 m<sup>2</sup>/ha) registrados por Reynel & Honorio (2004), Reynel y Antón (2004b), y Ponce *et al.* (2009). En el estrato arbóreo (individuos  $\geq 30$  cm dap) la media de las 4 unidades muestrales corresponde a  $13.36 \pm 10.73$  m<sup>2</sup>/ha, mostrando una alta incertidumbre estadística producto de las escasas unidades muestrales levantadas.

Asimismo, el área basal a partir de la clase diamétrica  $> 30$  cm, muestra que los árboles comprendidos entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm de dap concentran cerca de 32.82% del área basal promedio total, mientras que los árboles con diámetro  $\geq 60$  cm aportan 27.87% del área basal promedio total en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso.

El volumen promedio de madera (sin palmeras) por hectárea encontrado en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil en individuos  $\geq 10$  dap, presenta valores considerado como bueno para la primera y excelente para Selva Alta de Difícil Acceso (de acuerdo con la

escala propuesta por Onern, 1975); sin embargo, el valor registrado en la ecozona Selva Alta Accesible está por debajo del reportado por Ponce *et al.* (2009) en un bosque montano bajo de la Cordillera del Cóndor (136.6 m<sup>3</sup>/ha); no obstante, el volumen por hectárea obtenido en la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso es superior el volumen reportado en el estudio antes mencionado.

En el estrato arbóreo (individuos  $\geq 30$  dap), el volumen promedio de madera está en el rango regular para la ecozona Selva Alta Accesible y bueno para la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso (de acuerdo con la escala de Onern, 1975).

La distribución del volumen por clases diamétricas en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, muestra que los árboles entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm concentran 53.73% del volumen total, mientras que los árboles con  $\text{dap} \geq 60$  cm representan 25.43% del total general. Esta característica muestra que existe una importante reserva de árboles de clases diamétricas para futuras cosechas, debido a que el aprovechamiento está dirigido generalmente a los árboles con diámetros mayores, que como se observa en este caso representa una proporción considerable en esta ecozona. En la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso la proporcionalidad es similar en el rango de árboles comprendidos entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm (56.11%) y en árboles  $> 60$  cm dap (56.83%), como se puede apreciar la reserva de árboles mayores de 60 cm dap es elevado, debido a la difícil accesibilidad en esta ecozona.

La agrupación de las especies en grupos comerciales en individuos  $\geq 30$  cm dap desvela importantes volúmenes de madera con potencial mercado de exportación de cerca de 3.82 m<sup>3</sup>/ha del total registrado en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible. El grupo de las especies con potencial mercado nacional representa 5.10 m<sup>3</sup>/a y las especies para el mercado regional 2.58 m<sup>3</sup>/ha del total del volumen registrado en esta ecozona. Más de 87% del volumen registrado en esta ecozona en árboles mayores de 10 cm dap está representada en las especies sin demanda comercial. La selección de individuos con diámetros  $\geq 60$  cm dap revela que las especies de esta ecozona con potencial comercial asciende a 3.66 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo 34.15% de este valor al mercado de exportación, 42.62% al mercado nacional y 23.22% al mercado regional.

En el caso de la Selva Alta de Dificil Acceso, la agrupación de las especies en grupos comerciales en individuos  $\geq 30$  cm dap muestra importantes volúmenes de madera con potencial mercado nacional de 7.89 m<sup>3</sup>/ha registrado en esta ecozona. Las especies para el mercado regional 30.32 m<sup>3</sup>/ha registrado en esta ecozona. Más de 73% del volumen registrado en esta ecozona está representada en las especies  $\geq 30$  cm dap sin demanda comercial. La selección de individuos con diámetros  $\geq 60$  cm dap revela que las especies de esta ecozona con potencial comercial asciende a 30.26 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo la mayor porcentaje a especies para el mercado regional.

Considerando el elevado volumen de madera sin demanda comercial  $\geq 30$  cm dap presente en las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso (alrededor de 57.83% y 47.66%); sería recomendable definir cual será el rol de estas especies dentro del bosque en el futuro. Teniendo en cuenta la ubicación estratégica de este bosque en el territorio nacional, lo ideal sería destinarlo a la prestación de servicios ambientales como captación de carbono y regulación del régimen hídrico.

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Resolución Ministerial N° 043-2006-AG, en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible se registró un total de 9 especies amenazadas, correspondiendo 1 especie en peligro crítico, 5 vulnerables y 3 casi amenazados. Destacan de la lista las especies *Cedrela odorata*, *C. fissilis* y *Swietenia macrophylla*, *Copaifera paupera* y *Cyathea caracasana*, todas estas especies en condición vulnerable. Asimismo, las

especies *Ceiba pentandra*, *Juglans neotrópica* y *Clarisia racemosa* casi amenazadas. De este grupo, dos especies: *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*, forman parte de la lista de especies CITES en las categorías II y III respectivamente.

En el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, se registró dos especies amenazadas incluidas como vulnerables: *Clarisia racemosa* y *Parahancornia peruviana*.

### Índice de valor de importancia de familias y especies

En las figuras 46 y 61 se compara el índice de valor de importancia de las diez primeras familias del estrato fustal y arbóreo de las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil, respectivamente. En la ecozona Selva Alta Accesible en el estrato fustal la dominancia relativa y la densidad relativa muestran valores porcentuales muy similares, mientras que en el estrato arbóreo los valores porcentuales de la dominancia relativa son superiores a la densidad relativa, lo que revela que los árboles fueron mayores en tamaño que el promedio de los demás árboles del bosque. En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso se observa el mismo patrón en el IVI de familias tanto en el estrato fustal como arbóreo.

En la ecozona Selva Alta Accesible se registraron en total 78 familias correspondiendo 77 familias al estrato fustal y 48 al estrato arbóreo. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 156.64 sobre 300% del total encontrado dentro de este estrato; la familia Fabaceae es la más predominante y contribuye con 23.12 sobre 300%. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 189.28 sobre 300% del total encontrado en el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible; cuatro familias: Moraceae, Fabaceae, Meliaceae y Malvaceae son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia relativas, aportando juntos 103.26 sobre 300% del IVI, siendo dominados por la familia Moraceae con más de 31.93 sobre 300% de estos atributos. Nuestros resultados en el estrato fustal son consistentes con Marcelo-Peña y Reynel (2014) que identificaron siete familias predominantes: Melastomataceae, Annonaceae, Urticaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Leguminosae (Fabaceae) y Lauraceae, sin embargo, el IVI registrado es un poco inferior a nuestro estudio representando un total de 83.37%.

A nivel de especies, en la ecozona Selva Alta Accesible fueron registrados un total de 467 especies mayores e iguales de 10 cm dap, que corresponden a 424 especies al estrato fustal y 220 al estrato arbóreo.

En las figuras 47 y 62, se compara el índice de valor de importancia de las diez primeras especies del estrato fustal y arbóreo de la ecozona Selva Alta Accesible y Difícil. En la primera figura se observa que en el índice de valor de importancia de las especies a nivel de fustales en la ecozona Selva Alta Accesible la densidad relativa y la dominancia relativa muestran valores muy similares; sin embargo, en el estrato arbóreo la dominancia relativa es mayor que la densidad relativa, lo que revela que los árboles fueron mayores en tamaño que el promedio de los demás árboles del bosque. Al respecto, Lamprecht (1990) ha sugerido medir la homogeneidad o heterogeneidad de un bosque a través de frecuencia absoluta del IVI; los resultados de este muestreo revelan que el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible presenta composición florística heterogénea a nivel de las 28 unidades muestrales del estrato fustal y arbóreo. En la figura N° 60, se aprecia que en el estrato fustal la dominancia relativa es ligeramente superior a la densidad relativa, mientras que en el estrato arbóreo la dominancia relativa es ampliamente superior a la densidad relativa, lo que indica que los árboles fueron mayores en tamaño que el promedio de los demás árboles del bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso.

En la ecozona Selva Alta Accesible, el IVI en el estrato fustal, muestra diez especies que dominan este atributo y contribuyen con algo más de 44 sobre 300% del IVI. Sobresalen de este grupo las especies *Inga* sp. y *Socratea exorrhiza* con 14.43 sobre 300%. En el estrato arbóreo, las diez primeras especies aportan 58.48 sobre 300% del IVI, las especies *Ficus* sp. *Inga* sp. y *Atalea pharelata* contribuyen con 26.62 sobre 300% del IVI en este estrato.

En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso se registró en total 46 familias correspondiendo 43 familias al estrato fustal y 27 al estrato arbóreo de la ecozona. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 152.71 sobre 300%; tres familias: Fabaceae, Arecaceae y Myristicaceae contribuyen con 60.56 sobre 300%, sobresaliendo la primera con 23.81 sobre 300%. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 179.95 sobre 300%; tres familias: Fabaceae, Moraceae y Sapotaceae son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como las de mayor abundancia, frecuencia y dominancia relativas, aportando juntos 94.44 sobre 300% del IVI, siendo dominados por la familia Fabaceae con más de 41.63 sobre 300% de estos atributos.

A nivel de especies, en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso fueron registrados un total de 186 especies  $\geq 10$  cm Dap, que corresponden 159 especies al estrato fustal y 58 al estrato arbóreo.

Las 10 especies que dominan en el estrato fustal en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso aportan 58 sobre 300% del IVI, sobresalen de este grupo las especies *Grias peruviana*, *Cecropia sciadophylla* y *Socratea salazarii* congregando juntos 25.85 sobre 300% del IVI. En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI contribuyen con 90.74 sobre 300% del IVI, destacando las especies *Matisia cordata*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Brosimum utile* con 35.34 sobre 300% del IVI. Marcelo-Peña y Reynel (2014) registraron 8 especies más importantes cuya lista difiere completamente con nuestro estudio lo cual es comprensible ya que la mayor parte de las unidades muestrales en nuestro estudio proviene del departamento de San Martín y Amazonas, mientras que las especies analizadas por Marcelo-Peña y Reynel proceden del departamento de Junín.

En ambas ecozonas, el IVI obtenido por las diez primeras especies es bajo sobre todo en el estrato fustal comparado con el IVI de la ecozona Hidromórfica reportado en este estudio; sin embargo, son las especies ecológicamente más importantes y por ende son las que controlan los flujos de entrada y salida de energía del bosque, así como de los nutrientes, importantes para el secuestro de carbono de la atmósfera.

## Perturbaciones naturales y antrópicas

Las perturbaciones naturales son eventos que ocurren de manera relativamente discreta en el tiempo y modifican el estado, el ambiente físico o la estructura de un ecosistema, comunidad o población, reiniciando procesos de regeneración y sucesión (Manson *et al.* 2009).

Por lo general, el efecto de las perturbaciones naturales en la dinámica de los ecosistemas se ve de forma negativa porque existe una percepción equivocada, de que los ecosistemas naturales “bien conservados” se encuentran en una situación estable que ocasionalmente alteran las perturbaciones, lo que hace necesario poner en práctica medidas de prevención o remediación para minimizar los daños que estas causan. Tales ideas se basan en la noción del equilibrio ecológico, fuertemente arraigada en el

pensamiento conservacionista (Pickett *et al.* 1997) citado por Manson *et al.* (2009) e incluso en ordenamientos legales; sin embargo, investigaciones recientes revelan que los ecosistemas naturales son dinámicos, se modifican continuamente, presentan cambios complejos, pueden estar en diferentes estados cercanos o no a la estabilidad, y las perturbaciones naturales tienen un papel importante en su funcionamiento.

Del mismo modo, los cambios climáticos tienen lugar durante milenios y pueden modificar fuertemente la estructura y la composición florística de la vegetación en escala continental, mientras que la caída de un árbol es un acontecimiento muy común que sólo afecta una pequeña área (Roukolainen y Tuomisto, 1993).

La evidencia científica también muestra que la diversidad biológica es resultado de procesos evolutivos en los que las perturbaciones han actuado como fuerzas selectivas y como parte de los procesos ecológicos que mantienen, e incluso generan, patrones de variación espacial y temporal en la diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones (Levin y Paine 1974; Connell 1979; Sousa 1984; Turner *et al.* 1997; Romme *et al.* 1998; Foster 2000; Brawn *et al.* 2001), citado por Manson *et al.* (2009). Coincide con esta apreciación (Roukolainen y Tuomisto, 1993), que afirman, los disturbios inducen a una diversidad de especies en la Selva, pero lo que no se sabe es si la sucesión termina en la composición original de especies o a una nueva e impredecible combinación de especies.

Entender las consecuencias ecológicas de las perturbaciones y su influencia en la estructura y dinámica del mosaico de parches en el paisaje es particularmente importante para conservar la biodiversidad (Manson *et al.* 2009).

Es esencial entonces reconocer la importancia de los procesos que regulan el funcionamiento de los ecosistemas y, en lugar de intentar restringir su variación natural, utilizar nuestro conocimiento acerca de ellos para minimizar o controlar ciertos efectos ambientales “indeseables”. De hecho, varios estudios han demostrado que suprimir las perturbaciones que han formado parte de un ecosistema genera consecuencias negativas.

Las estrategias de manejo de ecosistemas dirigidas a mitigar las perturbaciones que los regulan, generalmente los modifican a formas más simplificadas (menos diversidad estructural y de especies), aumentando su vulnerabilidad y disminuyendo su resiliencia frente a nuevas perturbaciones.

Las perturbaciones naturales que mantienen la diversidad en los ecosistemas generalmente son de carácter intermedio en términos temporales y espaciales, es decir, frecuentes y pequeñas o infrecuentes y grandes, por ejemplo, la caída de un árbol mencionado líneas arriba genera claros en el bosque en el que se establecen especies pioneras que colonizan los bosques dando inicio a un nuevo proceso de sucesión. Esto es uno de los factores que pueden aumentar el número de especies de plantas presentes en un área y es la esencia de la hipótesis de Connell (1979) sobre el disturbio intermedio.

Según Manson *et al.* (2009), las perturbaciones naturales y antropogénicas frecuentemente actúan de manera sinérgica. La transformación del paisaje por la acción humana (deforestación, fragmentación, explotación de recursos, intervenciones de manejo, ocupación del suelo, contaminación, etc.) puede limitar, modificar o ampliar los efectos de eventos naturales o alterar regímenes históricos de perturbación en un ecosistema particular, aumentar su vulnerabilidad o introducir nuevos tipos de perturbación.

Aunque los bosques por naturaleza están adaptados a algunas grandes perturbaciones (Foster, 1990a, 1990b; Worbes *et al.*, 1992; Worbes, 1997), las consecuencias de conversiones extensas son inciertas y deberían evitarse en lo posible. Por lo tanto, los sistemas de uso de la tierra deben desarrollarse de una manera que salvaguarde la biodiversidad en donde fueron conducidos trabajos de campo. También las conversiones de estas áreas a terrenos agrícolas pueden contribuir a la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera e incrementar los gases de efecto invernadero.

De acuerdo con los registros recabados de las libretas de campo, en la ecozona Selva Alta Accesible el factor de perturbación natural más importante es el efecto de los vientos, seguido de los deslizamientos de tierra; al respecto, el Proyecto de Monitoreo de los Andes Amazónicos muestra que los vientos huracanados se han incrementado en los años 2013, 2014 y 2016 representan 64% de los eventos y 71% del bosque derribado desde el 2005 (Novoa y Finer, 2017).

En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso se registró como el principal factor de perturbación natural daños por viento (30.30%), seguido muy distante de deslizamiento de tierra (3.03%), sin embargo, el escaso número de unidades muestrales evaluadas en esta ecozona lo convierte en poco fiable, por lo que se espera que esta se incremente conforme se evalúe un mayor número de unidades muestrales; sin embargo, nuestro dato es consistente con el Proyecto Amazonía Resiliente ejecutado en forma conjunta con SERNANP y PNUD (Finer y Novoa, 2017) que sostiene que los derrumbes amazónicos en áreas protegidas son las responsables de alrededor 2.95% del total de la pérdida de bosque atribuido a causas no antrópicas.

Con respecto a la perturbación antrópica en la ecozona Selva Alta Accesible, el agente responsable que ocasiona más daño al bosque es cultivos (24%), seguido de tala (19.66%), lo cual es comprensible dada su cercanía a los centros poblados cercanos; sin embargo, destaca que aproximadamente 53% del bosque de esta ecozona no reporta perturbación antrópica alguna.

En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, de acuerdo con los registros de campo no fue observado perturbación antrópica alguna en el bosque, debido por un lado a su difícil accesibilidad, aunque el número de unidades muestrales podría jugar a favor de estos resultados.

### Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

Más del 65% de los árboles de la ecozona Selva Alta Accesible presentan fustes de calidad alta y el 30.36% ostentan fustes con calidad media. En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso la calidad de fuste alta de los árboles es de 55%, mientras que el fuste de calidad media es de 30.8%.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de fustes de calidad alta, media o baja, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque, sin embargo, la evaluación pudo tener algunos errores debido a que la inspección ha sido ocular utilizando la experiencia del evaluador de campo para valorar las características superficiales (externas) de los fustes.

Los bosques tropicales poseen una riqueza y biodiversidad enorme, donde el espacio para el desarrollo de las especies es objeto de una fuerte competencia. Los árboles débiles son afectados naturalmente por bacterias, hongos o insectos; eliminándolos gradualmente y dejando lugar para árboles más vigorosos y árboles juveniles; sin embargo, los bosques, como otros ecosistemas, están expuestos a varias amenazas

que pueden causar la muerte de los árboles o reducir su capacidad para proporcionar toda la gama de bienes y servicios. Alteraciones en el clima o impactos sobre el ecosistema pueden brindar las condiciones para que las bacterias, hongos, o insectos nocivos que regulan los ciclos de renovación del bosque se conviertan en plagas. En casos más severos, el ingreso de especies exóticas invasoras podría generar plagas de consecuencias perjudiciales para el bosque, aunque esta variable no ha sido evaluada en el INFFS.

Por otro lado, las condiciones geográficas impuestas por la altitud influyen en la forma del fuste de los árboles formando fustes tortuosos y de pequeño tamaño, prueba de ello el promedio de fuste de los árboles es de 8.35 m y 10.06 m para las ecozonas Selva Baja Accesible y Difícil, respectivamente, valores de los más bajos de todas las ecozonas ubicadas en la Selva peruana.

La evaluación de la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil se realizó mediante una inspección ocular de la superficie del fuste o tronco desde el nivel del suelo, tal como se procedió para las otras ecozonas. Esta forma de valorar la condición fitosanitaria de los árboles no brinda información acerca del sistema radicular, ramas y hojas de los árboles o deficiencias nutricionales y toxicidad debido a que resulta difícil determinar desde el nivel del suelo. Por este motivo, los resultados obtenidos deben tomarse como referenciales para esta variable.

A partir de los datos registrados en las parcelas evaluadas se evidencia que el 86.15% y 91.47% de los árboles de las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil, respectivamente, se encuentran sanos. El grado de afectación de los árboles con algún tipo de daño en estas ecozonas es diferente; así, en la ecozona Selva Alta Accesible los árboles que fueron registrados con algún tipo de daño presentan cerca de 54% suma de daño moderado y severo, mientras que en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso la suma de daño moderado y severo es de 65.63%, este último se incrementa considerablemente por el elevado valor porcentual de los árboles que califican como daño moderado.

El estado de los árboles registrados en las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil fueron clasificados en vivo, muerto en pie y tocones. En la ecozona Selva Alta Accesible los árboles vivos alcanzan un promedio de 89.40% del total registrado, en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso fue registrado (88%). Lo que indica una alta reserva de biomasa viva y dióxido de carbono estacionado en estos bosques, dato que deberá ser verificado con la estimación de biomasa y carbono.

## Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil con fines de alimentación, suministro de energía (leña y carbón), medicina y como fuente de productos para el comercio local. Los productos forestales, tanto maderables y no maderables son importantes para la sostenibilidad de poblaciones rurales y su uso responsable favorece la conservación de los bosques sobre los cuales se asientan.

Si bien se ha tratado de utilizar una metodología simple para registrar los usos de la mayoría de los árboles evaluados, la obtención de información ha sido limitada al personal de apoyo local del inventario. En tal sentido, los resultados del presente análisis deben ser tomados como referenciales pues no se ha seguido la rigurosidad de un estudio etnobotánico o socioeconómico para esta variable. Según los datos acopiados, 32.56% y 51.2% de los árboles ubicados al interior de los bosques de las ecozonas Selva Alta Accesible y Difícil pueden ser utilizados para diferentes propósitos,



llama la atención estas cifras ya que se esperaba que el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible provea mayor porcentaje de usos potenciales de los árboles por su mayor accesibilidad; en consecuencia, esta información puede no ser muy ajustada a la realidad, ya que los datos no fueron contrastados con los pobladores locales que habitan en las comunidades cercanas a las unidades muestrales. Es muy probable que la encuesta socio económica provea información distinta pero más cercana a la realidad.

Los usos potenciales más frecuentes de los árboles de la ecozona Selva Alta Accesible se relaciona con madera con fines de aserrío y contrachapado (13.21%), provisión de leña (7%), construcción rural (cerca de 5.34%), alimentación (3.37%) y medicinas para curar sus males (2.61%).

En la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, los usos potenciales más recurrentes de los árboles se refieren a madera para aserrío y contrachapado (25.87%), alimentación (8.53%), construcción rural (7.47%), medicina (6.13%) y leña (2.93%).

En el inventario nacional forestal de Guatemala se reportaron hasta 20 tipos de productos de utilización frecuente, la mayoría derivados de árboles; sin embargo, también se reportaron otros usos que no necesariamente se extraen de los árboles, pero si dependen del ecosistema boscoso, tales como animales silvestres, algunos alimentos vegetales, plantas ornamentales, medicinales, condimentos, cera y miel. De acuerdo con las estadísticas el producto más utilizado es la leña, seguido de la madera y los materiales de construcción como postes, techos, varas y cortezas para amarres (Ramírez & Rodrigo, 2005).

## Parámetros estadísticos obtenidos

En el Cuadro 48 y Cuadro 62 se muestran en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media para los principales parámetros estadísticos para las ecozonas bosque Selva Alta Accesible y Difícil. Como se mencionó en la metodología, el diseño del inventario nacional tiene un enfoque multidimensional, es decir que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques. Es por ello por lo que existen varias poblaciones objetivo de las cuales se obtuvieron varias mediciones según las variables que se plantearon inicialmente. Por otro lado, se buscó un diseño que sea práctico y económico que proporcione información a nivel estratégico para el país, y no a nivel de planificación específica de unidades de manejo.

Bajo estas consideraciones hay que interpretar los resultados de las estimaciones obtenidas y sus respectivos errores de muestreo, donde cada usuario decide su utilización dependiendo del nivel de riesgo que le puede determinar dicho error. En realidad, no existe forma científica de decidir que error es aceptable, porque se trata de una decisión administrativa, pragmática y hasta política (Dauber, 1995). El error de estimación está en función de la variabilidad de los datos de cada variable. Además, también están afectados por el número de replicas que tengamos de cada variable en la muestra. Cuanto mayor es el número de replicas (unidades muestrales), los datos serán más precisos y potencialmente más exactos (Dauber, 1995).

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa



medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera en árboles  $\geq 30$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona Selva Alta Accesible es alto (25.54%) con respecto al error máximo permisible (7.3%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Selva Alta Accesible esté entre 58.91 y 99.33 m<sup>3</sup> [79.12  $\pm$  (79.12  $\times$  0.2554)]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente.

Asimismo, en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso el error obtenido en volumen total de madera en árboles  $\geq 30$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal es alto (68.28%) con respecto al error máximo permisible (10.1%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso esté entre 35.82 y 190.06 m<sup>3</sup> [112.94  $\pm$  (112.94  $\times$  0.6828)]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá reduciendo hasta alcanzar el nivel esperado.

## ECOZONA SELVA BAJA E HIDROMÓRFICA

### Composición florística y riqueza de especies

Desde el punto de vista florístico, el atributo más importante de los bosques de la Amazonía peruana es su alta riqueza de especies (Gentry y Ortiz, 1993); sin embargo, los bosques inundados de la Amazonía normalmente contienen menos especies que los bosques no inundados de la misma región (Campbell *et al.*, 1986; Dumont *et al.*, 1990; Gentry y Ortiz, 1993; Freitas, 1996a, 1996b; Worbes, 1997). Este estudio es consistente con esta aseveración, aunque desde el punto de vista estadístico no es recomendable hacer comparaciones dado el diferente número de unidades muestrales registradas en los bosques de las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja.

Gentry (1988a) señala que la familia Leguminosae (ahora Fabaceae) es virtualmente la más diversa en los bosques primarios neotropicales. Las especies de palmeras (Arecaceae) también tienden a ser abundantes sobre bosques permanentemente inundados. En este estudio, la familia Fabaceae fue la más abundante en la ecozona Hidromórfica con 21 especies, seguido de Malvaceae (20 especies), Moraceae, Annonaceae y Arecaceae (Palmae) con 14, 12 y 11 especies, respectivamente. Un reciente estudio efectuado por Minam (2015b) en los bosques Hidromórficos de Loreto desvela que Fabaceae es la más diversa de todas, seguido de Annonaceae y Malvaceae. En la ecozona Selva Baja la familia Fabaceae es ampliamente la más abundante con 203 especies, complementado por Lauraceae (94 especies) y Moraceae (77 especies). La familia Malvaceae es también abundante con 71 especies.

Como se puede apreciar, los resultados del inventario de los bosques de la ecozona Hidromórfica y de Selva Baja son generalmente consistentes con este patrón; sin embargo, en nuestro caso la familia Malvaceae adiciona más diversidad a las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja.

A nivel de especies, *Eschweilera* sp. es una de las más exuberantes en ambas ecozonas; sin embargo, *Pachira brevipes* y *Mauritia flexuosa* son también cuantiosos en la ecozona Hidromórfica; adicionalmente, los bosques Hidromórficos cercanos a los ríos son abundantes en número de individuos del género *Cecropia* debido a que estas especies se caracterizan por colonizar los claros del bosque asociado a su temperamento heliófito. En la ecozona Selva Baja, además de *Eschweilera* sp., son también abundantes los individuos de las especies *Inga* sp. y *Pouteria* sp.

Los bosques de tahuampa de la Amazonía, normalmente contienen pocas especies que los bosques no inundados de la misma región (Gentry, 1982, 1986; Campbell *et al.*, 1986; Balslev *et al.*, 1987; Junk, 1989; Dumont *et al.*, 1990; Freitas 1996a, 1996b, Worbes, 1997). Según Gentry (1988a) los bosques de tierra firme de la Selva Baja son los más ricos del mundo con más de 300 especies por hectárea de árboles  $\geq 10$  cm dap.

En el presente estudio comparamos la presencia de 202 especies de árboles  $\geq 10$  cm dap incluyendo las especies desconocidas, ocurriendo en las 17 unidades muestrales – UM de la ecozona hidromórfica con los resultados de un censo en 9 ha de bosque de tierra firme no inundable, donde un total de 386 especies de árboles con diámetro superior de 10 cm fueron registrados.

Nuestros resultados coinciden con otras investigaciones, que indican que los bosques de las zonas Hidromórficas de la Amazonía son menos ricos en especies por unidad de área que los bosques de tierra firme. El estrés impuesto por las inundaciones es posible causa de una relativamente baja riqueza de especies de los bosques Hidromórficos tal como lo sostienen Armstrong *et al.* (1994), Brinson (1990), Gill (1970), Junk (1989) y Worbes (1997). En esto estaría de acuerdo Richards (1969), quien indicó como regla general que las ubicaciones con desfavorable incremento en sus condiciones tienden a presentar menor número de especies que aquéllas con óptimas condiciones.

Del mismo modo, resultó atractivo comparar la presencia de 1460 especies de árboles  $\geq 10$  cm dap ocurriendo en las 128 UM ubicadas en los bosques de tierra firme de la ecozona Selva Baja (promedio 59.52/ha) con los resultados de inventarios en los departamentos de Loreto donde fueron registrados entre 62 y 73 especies por hectárea, reportados por Gentry y Ortiz (1993). Nuestros resultados muestran que están por debajo del rango obtenido en estas investigaciones; sin embargo, son mucho más altos que otros estudios efectuados en otros departamentos como Madre de Dios, San Martín y Ucayali; lo que reafirma que la diversidad de especies en las comunidades de plantas aumenta hacia el ecuador.

Ayres (1995) y Worbes (1997) mencionan que en general la riqueza de especies se incrementa con: (1) sucesión, (2) fertilidad decreciente y (3) fuerza decreciente de inundación. En los bosques Hidromórficos inundados, encontramos que el diámetro de distribución de ocurrencia de grandes individuos de especies como *Hura crepitans* sugiere que ellos no son de origen reciente (ej. Räsänen, 1993); sin embargo, el alto valor de importancia de la familia Urticaceae (que incluye a las especies *Cecropia* sp. y *Cecropia membranacea*), pueden indicar que éste es relativamente joven o que el bosque haya sufrido una perturbación natural, al respecto Nebel *et al.* (2000) señala que los bosques cercanos a los grandes ríos amazónicos son permanente disturbados por la fuerza del río; sin embargo, cuentan con una alta capacidad de resiliencia.

Asimismo, otros estudios realizados en condiciones similares de bosques Hidromórficos, muestran resultados variables. El resultado obtenido en este estudio muestra que el número de familias y especies ( $\geq 10$  cm dap) presentes en las 17 unidades muestrales son superiores a los registrados en otros lugares de la Amazonía baja (ejemplo Ayres (1995) y Freitas (1996a) pero inferior al registrado por Nebel *et al.* (2000).

Los resultados encontrados por Minam (2015b) en pantanos del río Nanay y Tahuayo cerca de Iquitos, presenta menor número de familias y especies con respecto a los resultados encontrados en la ecozona Hidromórfica. El área basal encontrado en nuestro estudio es bajo comparado con los resultados de Ayres (1995), Freitas (1996a) y Nebel *et al.* (2000). Esto debido a que los factores que establecen la riqueza de especie de un sitio a otro son la ubicación geográfica, variación en la temperatura, precipitación, disponibilidad de luz y tipo de suelo (Gentry, 1988a).

En los bosques de la tierra firme de la Selva Baja, nuestros resultados promedios registrados en 128 unidades muestrales son menores en cuanto a densidad de árboles por hectárea comparado con los bosques de Yanamono en Loreto (Gentry y Ortiz, 1993); sin embargo, nuestros resultados en área basal y volumen son superiores a Minam (2015b), donde encontramos un total de 23.53 m<sup>2</sup>/ha y 190.66 m<sup>3</sup>/ha, pero inferiores a Freitas (1996b).

Los resultados obtenidos con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (individuos  $\geq 10$  cm dap) en la unidad muestral 73 de la ecozona Hidromórfica da cuenta de un valor por debajo de lo normal (0.67 bits), mostrando comportamiento inusual respecto a la mayoría de los índices obtenidos en las otras unidades muestrales, la misma que se observa mediante el método gráfico. Esto bajo valor podría deberse a la metodología de muestreo empleada donde la ubicación de las unidades muestrales fue no alineada, cayendo algunos en bosques secundarios o en áreas de intervención antrópica.

En la ecozona Selva Baja los valores registrados por el índice de Shannon-Wiener fueron altos, tal como se esperaba para este tipo de bosque (ejemplo UM 218 y 135); no obstante, también se registró valores relativamente bajos detectados con mucha facilidad a través del método gráfico como las que se observa en las UM 917 y 270.

La comparación entre unidades muestrales de la ecozona Hidromórfica estimada a través del índice de Sørensen y Jaccard muestra resultados sorprendentes pero comprensibles. Se esperaba que las unidades muestrales cercanas presenten mayor similitud entre ellos, sin embargo, se encontró mayor similitud entre unidades muestrales distantes entre sí, pero ubicadas en el borde de la zona Hidromórfica, el cual podría ser explicable por factores geográficos y ambientales que se presentan en la frontera de los bosques de la zona Hidromórfica. Durante la etapa de planeamiento del inventario, el razonamiento utilizado para agrupar las unidades muestrales fue la accesibilidad y no el criterio fisonómico, principalmente.

En la ecozona Selva Baja, la prueba de similaridad entre unidades muestrales utilizando el índice de Sørensen y Jaccard muestra resultados de afinidad en composición florística entre unidades muestrales cercanas, debido a las mismas condiciones biogeográficas de este ecosistema, sin embargo, esta teoría podría ser criticada debido a que los datos biogeográficos pueden interpretarse de diferentes modos (Roukolainen y Toumisto, 1993).

## Estructura del bosque

A nivel general, en las 17 unidades muestrales de la ecozona Hidromórfica se registró 2549 individuos vivos  $\geq 10$  cm dap, observándose una considerable variación en el número de individuos (28-330), la mayor cantidad de individuos fue encontrado en la unidad muestral 53, debido a la presencia masiva de árboles de las especies *Pachira brevipes* y *Platycarpum orinocense*. La menor presencia de árboles se registró en la unidad muestral 89 con 28 individuos  $\geq 10$  cm dap. En los bosques de la ecozona Selva

Baja las 128 unidades muestrales presentan un total de 23414 individuos vivos  $\geq 10$  cm dap.

En el presente estudio, en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja la forma de vida más abundante correspondió a árboles, superando claramente a palmeras (individuos  $\geq 10$  cm dap), se tomó como referencia este diámetro con el fin de incorporar en los registros el mayor número de individuos de diversas formas de vida, no obstante, en la práctica se registró mayormente las formas de vida árboles y palmeras. La ausencia de lianas se debe a la metodología empleada, la mayor cantidad de lianas en estas ecozonas se encuentran por debajo de 10 cm dap (Gentry 1993).

La distribución diamétrica de todas las especies registradas en las ecozona Hidromórfica y Selva Baja corresponde a una forma exponencial negativa, debido a la presencia de gran número de árboles en las clases diamétricas menores, decreciendo fuertemente los valores hacia las clases diamétricas mayores, configurando la forma típica de “J” invertida, tendencia normalmente observado en bosques naturales y nos indica que el bosque tiene una alta regeneración, y en condiciones normales tendría su sobrevivencia asegurada, por eso a esta forma de curva se le conoce también con el nombre de la curva de equilibrio. Las curvas de J-invertida de los análisis estructurales sugieren la existencia de regeneración favorable. Estas curvas son típicas de sistemas maduros y estables, o de poblaciones que se renuevan constantemente con un balance entre natalidad y mortalidad (Mwima & McNeilage 2003).

La mayoría de los árboles muestreados están presentes hasta la clase diamétrica  $< 60$  cm dap lo que hace suponer que los diámetros mínimos de corta establecidos por la legislación peruana para la mayoría de las especies han contribuido a su conservación; sin embargo, la distribución de algunas especies de alto valor comercial en las diferentes clases diamétricas evaluadas muestra una escasa presencia de árboles por debajo de este diámetro, debido a que la extracción de madera en los bosques de la Selva peruana es selectiva.

El análisis individualizado de estas especies de importancia económica muestra algunos problemas en la estructura diamétrica caracterizado por la escasa presencia de árboles en las clases diamétricas superiores o en las clases diamétricas inferiores; así por ejemplo en la ecozona Hidromórfica la especie *Mauritia flexuosa* presenta una distribución diamétrica caracterizada por la escasa presencia de individuos en las clases diamétricas 40 a 49.90 y de 50 a 59.90 cm, los estudios previos sobre esta especie revelan que crece hasta alcanzar diámetro de 60 cm, siendo bastante frecuente en estas áreas (Gonzáles, 1971, Khan y Mejía, 1991).

En la ecozona Selva Baja la distribución por clases diamétricas de dos de las principales especies comerciales como *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* muestran algunos problemas en la estructura diamétrica de sus poblaciones naturales. Por ejemplo, la primera de las nombradas solo presenta individuos en las clases diamétricas de 20 a 29.9 y más de 90 cm dap, lo que podría poner en evidencia que esta especie requiere un tratamiento especial para la recuperación de sus poblaciones naturales.

Con respecto a *Hura crepitans* solo se ha observado individuos en el rango diamétrico de 10-39.90 y más de 90 cm dap. Esta especie al igual que *Ceiba pentandra* medran en los bosques de la llanura aluvial inundable y son intensamente aprovechados con fines maderables; adicionalmente, *H. crepitans* es ampliamente utilizada como balsas de las viviendas flotantes muy comunes en los ríos de la selva baja peruana. Situación similar pero más grave es el caso de *Virola albidiflora* cuyos escasos individuos solo están presentes en la clase diamétrica de 20-29.9 cm dap, esta especie forma parte del grupo

de especies que se exporta como madera aserrada en grandes volúmenes al mercado externo con el nombre comercial de “cumala”.

Otras especies comerciales como *Maquira coriacea* muestran una buena estructura en la distribución diamétrica hasta la clase de 50-59.9 cm de dap, similar situación se observa en el caso de las especies *Calycophyllum spruceanum* y *Miquartia guianensis*, lo que evidencia que los diámetros mínimos de corta establecido por la legislación peruana han jugado un rol importante en la conservación de estas especies.

Por otro lado, la especie comercial *Dipteryx micrantha* conocida como “shihuahuaco” muestra densidad de 0.22 árboles por hectárea en individuos  $\geq 10$  cm dap, sin embargo, la distribución de los individuos en las clases diamétricas  $\geq 40$  cm de dap es muy errática.

A nivel general, incluyendo individuos de los estratos fustal y arbóreo (mayores de 10 cm dap), se contó un total de 567.99 árboles por hectárea en la ecozona Hidromórfica y 458.85 en la ecozona Selva Baja.

En la ecozona Hidromórfica mayor parte (cerca de 87% de los árboles están comprendidos dentro del estrato fustal (10-29.90 cm dap), mientras que 13% corresponde al estrato arbóreo. En la ecozona Selva Baja se confirma el mismo patrón en la estructura horizontal, observándose al igual que en la ecozona Hidromórfica escaso número de árboles en las clases diamétricas superiores a 60 cm dap, lo que podría interpretarse que ambos bosques han sido sometidos a intensa extracción de madera.

En la ecozona Hidromórfica aproximadamente 68.23% del número total general corresponde a la clase diamétrica de 10-19.90 cm dap y la menor proporción (0.24% del número total de árboles) está comprendido en la clase diamétrica mayor de 90 cm dap, mostrando tendencia decreciente de los árboles por hectárea conforme se incrementan las clases diamétricas, patrón observado en otras zonas tropicales del mundo (Lamprecht, 1990). Las especies *Cecropia* sp., *Mauritia flexuosa*, *Pachira brevipes* y *Oxandra* sp., presentan alta densidad y juntas representan cerca de 21.49% del total general.

En la ecozona Selva Baja predominan las especies *Inga* sp. y *Eschweilera* sp. que contribuyen con el 5.38% del número total de árboles por hectárea; ambas especie son muy frecuentes en los bosques de la Amazonía peruana y se caracterizan por alta concentración de individuos, esta misma característica fue observado en varios lugares de la Amazonía continental que ha motivado que Steege *et al.* (2013) lo considere dentro de las especies hiperdominantes junto con otras especies de las familias Arecaceae, Myristicaceae y Fabaceae. Al respecto, estos investigadores afirman que la mitad de las 16 mil especies de árboles catalogados en la Amazonia continental pertenecen apenas a 1.4% del total de las especies, lo que muestra la enorme implicancia de estas especies desde el punto de vista de la prestación de servicios ecosistémicos.

La regeneración natural expresada en términos de brinzales muestra que existe un alto número de árboles del futuro en la ecozona Hidromórfica; nuestros resultados están por encima de los valores obtenidos en otras zonas del país en condiciones de bosques similares (ej. Minagri & Serfor, 2015); sin embargo, la transición de brinzales a latizales muestra una considerable merma de individuos de alrededor 43.68%. Al respecto, uno de los factores que influyen en la reducción de la regeneración natural en esta ecozona es la inundación que ocasiona la muerte de las plántulas por ahogamiento (ej. Nebel, 2000).

Con el fin de establecer el número adecuado de brinzales por hectárea para manejar los bosques, Stanley (1997) sugiere utilizar la cantidad que comunmente se siembra en plantaciones (1100 brinzales/ha); sin embargo, dado la alta tasa de mortalidad en bosques naturales y sobretodo en la ecozona Hidromórfica, se considera 2000 brinzales/ha como una cantidad adecuada, tal como propuso Dawkins (1958, citado en Stanley, 1997) en los bosques de Uganda. Otros investigadores han propuesto rangos de 988 a 2470 brinzales/ha, aunque la definición de brinzales ha cambiado entre investigadores y con el tiempo, por lo tanto, hay que tener cuidado al comparar entre sitios. En la ecozona Hidromórfica y Selva Baja se considera brinzal a todos los individuos de tamaño entre el rango de 1 – 3 m de altura total. En la ecozona Hidromórfica hay un total de 2360.78 individuos brinzales por hectárea, que está dentro del rango recomendado por los investigadores, donde están incluidos especies con potencial mercado comercial y especies sin demanda comercial. En Selva Baja la reserva de brinzales es alta (4020.83 plántulas por hectárea), sin embargo, solo 26.66% de los brinzales alcanzan talla de latizales, sufriendo una considerable merma de 73.34%; la falta de luz y la competencia por nutrientes es uno de los factores que retardan el crecimiento y desarrollo de estas plantas por lo que se recomienda intervenciones silviculturales para incentivar su crecimiento y desarrollo.

La medida de frecuencia, es decir, la distribución espacial de las especies es muchas veces más importante que la abundancia, especialmente para las especies heliófitas. Por lo general el muestreo forestal pone énfasis en la determinación de la abundancia de brinzales, por lo tanto, se instalan pocas parcelas de regeneración natural. En Malasia se consideró un área adecuadamente regenerado cuando el 40% de las parcelas fueron ocupados por un brinzal de especie comercial (Barnard, 1950; citado por Stanley, 1997). En nuestro caso, el bajo porcentaje en frecuencia absoluta de las 10 primeras especies de brinzales encontrado en la ecozona Hidromórfica es probablemente debido entre otras causas a la alta competencia por luz con otras especies dicotiledóneas más altas o por palmeras de especies sin importancia comercial maderable y al ahogamiento por inundación. En el caso de la ecozona Selva Baja, la frecuencia absoluta de las 10 especies de brinzales y latizales con mayor IVI es más alta si comparamos con la ecozona hidromórfica. En este tipo de situaciones lo recomendable es aprovechar las especies comerciales aptas para cosecha y generar claros para favorecer el establecimiento de la regeneración natural o alternatively inducir la regeneración natural mediante el cultivo de especies de importancia comercial. Esta última alternativa es mucho más práctica en los bosques de la tierra firme, sin embargo, en los bosques hidromórficos el principal factor que limita el desarrollo de la regeneración natural es la inundación (ej. Nebel, 2000), por lo que la estrategia para manejar sosteniblemente los bosques Hidromórficos debe contemplar este factor ambiental.

La distribución altimétrica de los árboles  $\geq 10$  cm dap en la ecozona Hidromórfica muestra que la mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase de 5-9.9 m (38.31%), el menor número de árboles se encuentra en la clase 35-39.9 m (0.03%), este mismo patrón ha sido observado en otros tipos de bosques de la Amazonía.

La especie *Oxandra* sp. es la más abundante en la clase altimétrica inferior de 5 m (con 2.98 individuos/ha) y en la clase altimétrica entre 5 a 9.90 m (con 21.84 individuos/ha), en; mientras que en la clase altimétrica de 10 a 14.90 m sobresale nítidamente *Paquira brevipes* con 16.18 individuos/ha seguido de *Cecropia* sp. y *Eriotheca globosa* con 13.86 y 13.37 individuos/ha, respectivamente.

*Mauritia flexuosa* es la especie más abundante en la clase altimétrica entre 15 a 19.90 m con 10.20 individuos/ha, seguido de las especies *Pachira brevipes* y *Cecropia* sp. con

9.14 y 9.49 individuos/ha, respectivamente. En la clase altimétrica entre 20 a 24.90 m destacan las especies *Mauritia flexuosa* (con 2.80 individuos/ha) y *Cecropia membranacea* con (2.32 individuos/ha). Asimismo, *Mauritia flexuosa* es la más abundante en la clase altimétrica de 25 a 29.90 m con 4.48 individuos/ha. En las clases altimétricas superiores de 30 m de altura son escasas las especies presentes; sin embargo, se observa la predominancia de *Ceiba samauna* y *Sapium marmieri* con 0.132 individuos/ha cada uno.

A nivel de todo el bosque hidromórfico, los estratos de clases altimétricas están claramente definidos. Coincidente las especies más abundantes visto desde el punto de vista de clases altimétricas son especies heliófitas como *Paquira brevipes* y *Mauritia flexuosa* y especies pioneras como *Cecropia* sp. y *Cecropia membranacea*, mientras que el árbol más alto está representado por *Jacaranda* sp. Estas últimas especies nos hacen sospechar que gran parte del bosque de la zona Hidromórfica se encuentra en una fase de colonización de especies pioneras dentro del proceso de sucesión del bosque. En general, la altura de los árboles encontrados en la ecozona Hidromórfica son inferiores a los reportados en otros estudios, sin embargo, son superiores a las alturas reportadas por Nebel *et al.* (2000) en ecosistemas similares, aunque la medición de altura de los árboles por lo general son subestimados debido a la estimación visual de los mismos.

En la ecozona Selva Baja la mayor cantidad de árboles se encuentra en la clase altimétrica de 10 a 14.90 m y de 15 a 19.90 m con 35.59% y 29.84%, respectivamente, el menor número de árboles se encuentra en la clase >40 con 0.04%. Asimismo, 6.13% de las especies cuentan con crecimiento continuo y están presentes en las clases altimétricas de 5 a 34.9 m de altura (ej. Lamprecht, 1990). Un considerable número de árboles de interés comercial cuentan con altura superior a 25 m, los árboles más altos corresponden a las especies *Ceiba* sp., *Terminalia oblonga*, *Dipteryx odorata* y un *Nn*, siendo el más alto *T. oblonga* con 44 m de altura total.

## Área basal y volumen

El área basal promedio obtenido en la ecozona Hidromórfica en individuos  $\geq 10$  cm dap en 17 unidades muestrales asciende a  $22.45 \pm 1.49$  m<sup>2</sup>/ha, algo más bajo que otros bosques de tahuampa de la Amazonía (33.9 m<sup>2</sup>/ha, 32.7 m<sup>2</sup>/ha, 27.7 m<sup>2</sup>/ha, 27.8 m<sup>2</sup>/ha) registrados por Ayres (1995), Freitas (1996a), Nebel *et al.* (2000) y Endress *et al.* (2013), respectivamente; sin embargo, son muy similares a los resultados reportados por Minam (2015b), que registró 22.20 m<sup>2</sup>/ha en la tahuampa aledaña al río Nanay, cerca de Iquitos. La media de área basal de las 17 unidades muestrales en el estrato arbóreo corresponde a  $11.34 \pm 2.17$  m<sup>2</sup>/ha, que resultan valores inferiores a los reportados en otros estudios de la Amazonía peruana por Dancé y Ojeda (1979) y Linares (2011).

La distribución del área basal para las distintas clases diamétricas en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja muestran una declinación en las clases de diámetro más altas, patrón similar al observado en la distribución diamétrica del número de árboles por hectárea; sin embargo, en la ecozona Hidromórfica fueron observadas importantes áreas basales en la clase diamétrica >90 cm dap, lo que indica que este bosque cuenta con un buen potencial de madera aprovechable, cuya extracción no perjudicaría la estructura del bosque debido a que existe una importante reserva de madera en los clases diamétricas inmediatamente inferiores. En la ecozona Selva Baja el área basal de individuos >90 cm dap es 2.14 m<sup>2</sup>/ha, valor superior al reportado en la ecozona Hidromórfica, sin embargo, esta última presenta importante valor equivalente a 1.18 m<sup>2</sup>/ha.

A nivel individuos  $\geq 10$  cm dap, en la ecozona Hidromórfica se observa que las diez primeras especies forestales con mayor área basal promedio ( $\text{m}^2/\text{ha}$ ) representan 36.58% del área basal total. Asimismo, estas diez primeras especies constituyen 36.79% y 36.36% del estrato arbóreo y fustal, respectivamente. El área basal del estrato arbóreo incluyendo todas las especies representa 50.48% del total general, mientras que el área basal del estrato fustal equivale a 49.51% del total general.

En esta misma ecozona, las especies *Mauritia flexuosa* y *Cecropia* sp. sobresalen con importantes áreas basales superiores a  $1 \text{ m}^2/\text{ha}$  (individuos  $\geq 10$  cm dap). Es poco frecuente, para una sola especie de bosques húmedos tropicales, áreas basales de hasta más  $1 \text{ m}^2/\text{ha}$  y valores de densidad de árboles por hectárea superior a 30.33 y 36.80 individuos para *Mauritia flexuosa* y *Cecropia* sp., respectivamente, y el cual también se reflejó en los altos valores de importancia de las especies mencionadas.

En la ecozona Selva Baja, las diez primeras especies cuyos individuos son  $\geq 10$  cm dap, representan 14.18% del total registrado en esta ecozona mientras que el estrato arbóreo contribuye con 15% en dicho estrato. Asimismo, incluyendo todas las especies, el área basal a nivel del estrato fustal representa 38%, mientras que el estrato arbóreo constituye 62%. A nivel del estrato fustal la especie *Inga* sp. es la más representativa con 3.18% del área basal, en el estrato arbóreo destaca *Eschweilera* sp. y *Pouteria* sp. con 5.46% del área basal en dicho estrato. La distribución del área basal por clases diamétricas muestra que los árboles  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm de dap concentran 15.50% del área basal, mientras que los árboles con diámetro  $\geq 60$  cm representan el 24.53%.

En la ecozona Selva Baja el área basal promedio encontrado en las 128 unidades muestrales en individuos  $\geq 10$  cm dap muestran valores bajos ( $23.52 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) con respecto al reportado por Freitas (1996b) quien encontró  $25.72 \text{ m}^2/\text{ha}$  en los bosques de terraza baja del distrito de Jenaro Herrera. Asimismo, nuestro resultado es superior al promedio registrado por Minan (2015b) en los bosques de terrazas altas del río Tahuayo donde reportó  $21.45 \text{ m}^2/\text{ha}$ .

El volumen promedio de madera (sin palmeras) encontrado en las 17 unidades muestrales de la ecozona Hidromórfica en individuos  $\geq 10$  dap ( $108.32 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), está considerado como bueno (de acuerdo con la escala propuesta por ONERN, 1975); sin embargo, está por debajo del valor reportado en el bosque aguajal y de pantano del río Nanay por Minan (2015b). En el estrato arbóreo (individuos  $\geq 30$  dap), el valor promedio está en el rango regular (de acuerdo con la escala propuesta por ONERN, 1975). A nivel de estratos, incluyendo todas las especies, el estrato fustal contribuye con 40.91% del volumen total registrado en esta ecozona, mientras que el estrato arbóreo aporta 59% del total. Las diez primeras especies del estrato fustal representan 37.85% del volumen de madera dentro de su estrato; por su parte las diez primeras especies con mayor volumen en el estrato arbóreo representan 25% del volumen registrado en su estrato.

En la ecozona Selva Baja el volumen de madera sin palmeras registrado en las 128 unidades muestrales en individuos  $\geq 10$  dap, equivale a  $190.66 \text{ m}^3/\text{ha}$ ; considerado como excelente (de acuerdo con la escala propuesta por ONERN, 1975); no obstante, está muy por debajo del valor reportado por Freitas (1996b) y superior al citado por Minan (2015b), quienes anotaron  $299.83 \text{ m}^3/\text{ha}$  y  $134.88 \text{ m}^3/\text{ha}$  en árboles mayores de 10 cm dap, respectivamente. En el estrato arbóreo (individuos  $\geq 30$  dap), el valor promedio del volumen de madera está en el rango muy bueno, lo que indica que existe un buen stock de madera para ser aprovechada, sobre todo en la clase diamétrica mayor de 90 cm dap.



La distribución del volumen por clases diamétricas en el bosque de la ecozona Hidromórfica, muestra que los árboles entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm concentran 32.87% del volumen total, mientras que los árboles con  $\text{dap} > 60$  cm agrupan 26.20%. Esta característica muestra que existe una importante reserva de árboles de clases diamétricas para futuras cosechas, debido a que el aprovechamiento está dirigido generalmente a los árboles con diámetros mayores, que como se observa en este caso representa una proporción considerable para el bosque hidromórfico. En la ecozona Selva Baja el volumen de madera de árboles entre  $30 \leq \text{dap} < 60$  cm concentran del 40% del volumen total de madera y 32% del volumen está comprendido en árboles  $> 60$  cm dap y de este porcentaje cerca de 13% corresponde a individuos mayor de 90 cm dap.

En la ecozona Hidromórfica, la agrupación de especies comerciales en individuos  $\geq 30$  cm dap muestra que las especies con potencial mercado de exportación es bajo, equivalente a  $1.49 \text{ m}^3/\text{ha}$ . El grupo de las especies con potencial mercado nacional a partir de este mismo diámetro representa  $6 \text{ m}^3/\text{ha}$  y las especies para el mercado regional  $9.68 \text{ m}^3/\text{ha}$  en esta ecozona. Cerca de  $47 \text{ m}^3/\text{ha}$  del volumen  $\geq 30$  cm dap registrado en esta ecozona comprende a las especies sin demanda comercial. La agrupación de las especies en grupos comerciales en individuos  $30 \leq \text{dap} \leq 60$  cm dap revela volúmenes de madera con potencial mercado de aproximadamente  $5.91 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Los árboles  $\geq 60$  cm dap con demanda comercial contribuyen con  $11.28 \text{ m}^3/\text{ha}$ , correspondiendo  $0.28 \text{ m}^3/\text{ha}$  a maderas con demanda comercial para exportación,  $5.23 \text{ m}^3/\text{ha}$  a maderas con demanda en el mercado nacional y  $5.77 \text{ m}^3/\text{ha}$  a especies maderables con demanda regional.

En la ecozona Selva Baja, la agrupación de especies comerciales en individuos  $\geq 30$  cm dap muestra que las especies con potencial mercado de exportación es bajo, equivalente a  $3.71 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En este mismo rango diamétrico, el grupo de las especies con potencial mercado nacional asciende a  $15.17 \text{ m}^3/\text{ha}$  y las especies para el mercado regional  $8.89 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Un volumen alto de madera ( $109 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) corresponde a especies sin demanda comercial. Por otro lado, los árboles de valor comercial mayores de 60 cm dap contribuyen con  $16.76 \text{ m}^3/\text{ha}$ , repartido de la siguiente manera:  $1.63 \text{ m}^3/\text{ha}$  a maderas con demanda potencial en el mercado de exportación,  $11.45 \text{ m}^3/\text{ha}$  a maderas con potencial para el mercado nacional y  $3.68 \text{ m}^3/\text{ha}$  corresponden a maderas con potencial para el mercado regional.

Considerando el elevado volumen de madera sin demanda comercial  $\geq 30$  cm dap presente en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja (alrededor de 47 y  $109 \text{ m}^3/\text{ha}$ , respectivamente); sería recomendable definir cual será el rol de estas especies dentro del bosque en el futuro. Una alternativa sería concentrar los estudios tecnológicos de maderas en estas especies a fin de incrementar el portafolio de maderas para el mercado. La otra opción, sería destinarlas a la prestación de servicios ecosistémicos como: secuestro de carbono, regulación de recursos hídricos, conservación de diversidad biológica, etc. La segunda alternativa parece la más atractiva ya que la inserción de un nuevo producto en el mercado es un proceso largo, sobre todo en el mercado internacional. El manejo de bosques debe empezar en el mercado y no en la concesión o en el bosque, en consecuencia, se debe incentivar el crecimiento de las especies forestales que demanda actualmente el mercado.

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Decreto Supremo N°043-2006-AG, en la ecozona Hidromórfica se registró cuatro especies *Cedrela odorata*, *Manilkara bidentata*, *Pachira brevipes* y *Parahancornia peruviana*, la primera dentro de las especies con potencial mercado de exportación y la segunda con mercado nacional. Por su parte, *Parahancornia peruviana* está considerada con valor para el mercado regional, mientras que *Pachira brevipes* no tiene demanda comercial, sin embargo, esta última es una especie endémica que crece

en áreas restringidas de la Selva amazónica sobre suelos Hidromórficos. Todas estas especies están consideradas en la citada norma como especies en situación vulnerable.

En el bosque de la ecozona Selva Baja las especies amenazadas mayores de 10 cm dap son mucho más, así por ejemplo *Clarisia racemosa*, *Clarisia biflora* y *Ceiba pentandra* como especies amenazadas, juntas contribuyen con 2.434 m<sup>3</sup>/ha de madera en esta categoría. Asimismo, las especies *Manilkara bidentata*, *Amburana acreana* y *Mezilaurus itauba* consideradas como especies vulnerables, juntas aportan 0.452 m<sup>3</sup>/ha de madera en esta categoría. En el grupo de especies con potencial mercado regional se registró la coincidencia de *Parahancornia peruviana* que aporta 0.109 m<sup>3</sup>/ha de madera  $\geq 10$  cm dap. Asimismo, en el grupo de especies sin demanda comercial se ha anotado *Pachira brevipes* con 0.12 m<sup>3</sup>/ha de madera  $\geq 10$  cm dap, esta última especie endémica que medra formando gremios en los bosques Hidromórficos; ambas especies están categorizadas como vulnerables. La presencia de *P. brevipes* en los bosques de la ecozona Selva Baja al parecer es producto de la ubicación de algunas unidades muestrales en áreas pantanosas de las terrazas altas de la Amazonía peruana, debido a que esta especie es endémica de los bosques Hidromórficos.

*Pachira brevipes* cuya sinonimia es *Rhodognaphalopsis brevipes* es una especie que crece asociado con aguaje en los pantanos y cuya distribución se limita a estos ecosistemas (Anderson, 1978, 1981), por tal motivo, está considerada como una especie endémica o de distribución restringida, por lo que su inclusión en la lista de especies está plenamente justificada. Con respecto a *Parahancornia peruviana*, esta especie es abundante en los bosques de terrazas altas de la Amazonía peruana, tal como lo reportan numerosos estudios como Dance y Ojeda (1979) y Aguilar (2014). Este último investigador reportó 0.97 ind/ha y volúmenes de 0.96 m<sup>3</sup>/ha en la carretera Iquitos – Nauta.

## Índice de valor de importancia de familias y especies

En las figuras 76 y 92 se compara el índice de valor de importancia de las diez primeras familias a nivel del estrato fustal y arbóreo de la ecozona Selva Baja e Hidromórfica, respectivamente. En la ecozona Selva Baja la diferencia entre la densidad relativa y la dominancia relativa en el estrato fustal es notoria, indicando que el número de árboles de mayor diámetro en este estrato es alto con respecto al promedio de los demás árboles de esta ecozona, en el estrato arbóreo la densidad relativa y la dominancia relativa muestran valores porcentuales muy similares. Con respecto a la ecozona Hidromórfica, la dominancia relativa es ligeramente superior a la densidad relativa en el estrato fustal; mientras que en el estrato arbóreo los valores porcentuales de la densidad relativa es tímidamente superior a la dominancia relativa.

En la ecozona Hidromórfica, se registró en total 48 familias correspondiendo 45 familias al estrato fustal y 32 al estrato arbóreo, en el estrato fustal, las diez primeras familias representan 201.27 sobre 300%; tres familias: Arecaceae (Palmae), Urticaceae (incluye Cecropiaceae) y Malvaceae, aportan juntos 88.87% del total del IVI. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias de esta ecozona contribuyen con 226.12 sobre 300%; destacando la familia Arecaceae (Palmae) con mayor peso ecológico (61.92 sobre 300%), constituyéndose como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia relativas, aportando.

Al respecto, Freitas (1996a) en un bosque latifoliado de tahuampa encontró 33 familias  $\geq 10$  cm dap, las familias Leguminosae (que incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae), Palmae (Arecaceae), Euphorbiaceae, Annonaceae, Lecythidaceae y Moraceae son las que muestran mayor IVI y representan más de la mitad del IVI total. La misma fuente,

señala que en un bosque palmeral de tahuampa registró 28 familias, las familias Palmae (Arecaceae) y Euphorbiaceae son las que presentan el mayor peso ecológico con 128.4% y 35.1%, respectivamente; sobresaliendo claramente la primera, como la de mayor abundancia y dominancia aportando más del 50% de estos atributos.

En términos generales, nuestro estudio muestra que el IVI a nivel de familias en la ecozona Hidromórfica, presenta un patrón similar, con los registros de los bosques latifoliado de tahuampa y palmeral de tahuampa estudiado por Freitas (1996a).

En la ecozona Selva Baja se registraron en total 98 familias, correspondiendo 96 familias en el estrato fustal y 73 familias en el arbóreo. En el estrato fustal, las diez primeras familias representan 164 sobre 300% encontrado dentro de este grupo, dos familias: Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae) y Arecaceae aportan juntos 49.35 sobre 300% del IVI. En el estrato arbóreo, las diez primeras familias contribuyen con 185.78 sobre 300% encontrado en este grupo dentro del bosque de la zona Selva Baja. Tres familias: Fabaceae (incluye Caesalpinaceae y Mimosaceae), Moraceae y Lecythidaceae son las que presentan mayor peso ecológico, pues se constituyen como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, aportando juntos 85.11 sobre 300% de IVI, siendo dominados por la familia Fabaceae con más de 38% de estos atributos.

Con respecto a los bosques de la ecozona Selva Baja, Freitas (1996b) en el bosque de terraza baja encontró 43 familias  $\geq 10$  cm dap. Agrega que 8 familias aportan más de 50% del IVI total, destacando la familia Lecythidaceae con 27.9% del IVI. A nivel general nuestros resultados discrepan con los de Freitas (1996b) pero convergen en los valores porcentuales de la familia Lecythidaceae como una de las familias más abundantes en cuanto a IVI de individuos  $\geq 10$  cm dap.

A nivel de especies, en la ecozona Hidromórfica fueron registrados un total de 202 especies  $\geq 10$  cm dap, que corresponden a 181 especies al estrato fustal y 98 al estrato arbóreo.

El índice de valor de importancia de las especies de la ecozona Hidromórfica en el estrato fustal muestra que la dominancia relativa es ligeramente superior a la densidad relativa. En el estrato arbóreo, la densidad relativa es superior a la dominancia relativa, indicando que el número de árboles pequeños es mayor que el promedio de los árboles de esta ecozona (figura 93). La predominancia de árboles de fuste delgado podría ser explicado por las condiciones adversas de la ecozona hidromórfica donde gran parte del año (aproximadamente 6 meses) los árboles están con las raíces cubiertas de agua.

En el bosque de la ecozona Selva Baja la dominancia relativa es ligeramente superior a la densidad relativa tanto en el estrato fustal como en el estrato arbóreo; sin embargo, la diferencia es mínima cercana a la homogeneidad entre ambos atributos (figura 77).

En la ecozona Hidromórfica, el IVI en el estrato fustal, muestra diez especies que dominan este atributo y contribuyen con 87.52% del IVI total. Dos especies *Cecropia* sp. y *Pachira brevipes*, aportan juntos 25.62 sobre 300% del IVI en este estrato, lo que indica que son especies adaptadas a las condiciones especiales que presenta el bosque de la zona Hidromórfica. Llama la atención la ausencia de *Mauritia flexuosa* en este grupo ya que esta especie es frecuente en este tipo de bosque y alcanza altas densidades dominando el sotobosque (González, 1971; Khan y Mejía, 1991). Esta situación nos hace suponer que la intensa extracción de frutos de esta especie para el consumo local (ej. García y Pinto, 2001) está superando la capacidad de producción de las plantas productoras de frutos, o que la extracción irracional de frutos caracterizada por el apeo de las plantas femeninas esté diezmando las poblaciones juveniles de esta

especie, tal como fue advertido por Penn *et al.* (2008), Endress *et al.* (2013) y Vacalla (2014).

Además del valor económico, *Mauritia flexuosa* “aguaje” es una especie de importancia ecológica, está considerada como “especie paraguas”, juega un rol importante en la protección de especies de la fauna silvestre, sus frutos forman parte de la cadena trófica y contribuyen de manera significativa de la dieta de mamíferos, roedores, primates y otras especies de aves y peces (Aquino, 2005). Al respecto, estudios realizados en la Reserva Nacional Pacaya Samiria revelan que el 76% de la dieta de la sachavaca (*Tapirus terrestris*) está constituida por los frutos del aguaje (Bodmer, 1989). Importantes especies de peces de consumo humano como sábalo de cola roja (*Brycon erithropterum*), gamitana (*Colossoma macropomum*) y paco (*Piaractus brachipomus*) y otras especies de peces ornamentales para exportación como *Pygocentrus* sp., *Serrasalmus* sp., *Paracheirodon* sp; que se exhiben en acuarios, se desarrollan y viven en las quebradas de los ecosistemas de aguajal. Las palmeras de aguaje muertas en pie son utilizadas por loros y guacamayos para construir sus nidos y proteger sus crías (Brightsmith y Bravo, 2006); el aguaje es además hospedero del “suri”, larva de una especie de coleóptero, considerada como importante fuente de proteínas y aceites para la dieta de la población amazónica (Delgado *et al.*, 2008)

En el estrato arbóreo, las diez especies con mayor IVI aportan juntos 116.69% del IVI total en este estrato. De este grupo, destaca *Mauritia flexuosa* con mayor peso ecológico, pues se constituye como la de mayor abundancia, frecuencia y dominancia, aportando 46.16%, lo que indica su adaptación a las condiciones especiales que presenta el bosque de la ecozona Hidromórfica. El IVI registrado en este estrato para la especie *Mauritia flexuosa* es consistente con el registro reportado por (Minan, 2015b) equivalente a 47.04% pero inferior al valor encontrado por Endress *et al.* (2013) en pantanos del departamento de Loreto, debido a que este último midió a partir de 5 cm de dap.

En la ecozona bosque de Selva Baja el IVI de las especies en el estrato fustal revela que las 10 primeras especies con mayor IVI contribuyen con 44.45 sobre 300% en este estrato. Las especies *Inga* sp., *Eschweilera* sp. y *Oenocarpus bataua* sobresalen de este estrato con 19.33 sobre 300% del IVI. En el estrato arbóreo, las 10 primeras especies con mayor IVI constituyen 41.93 del IVI total. Las especies que destacan en este estrato son *Eschweilera* sp., *Pouteria* sp. e *Inga* sp. con 21 sobre 300%, sobresale del grupo la especie *Eschweilera* sp. con cerca de 9 sobre 300% del IVI total. Cabe precisar que la especie *Eschweilera* sp. confrontación *E. coriaceae* es también una de las especies más abundantes en los bosques de la ecozona Hidromórfica y de otras áreas boscosas de diferentes gradientes fisiográficas [ej. Dancé y Ojeda (1979), Puhakka *et al.* 1993, Freitas (1996b), Nebel *et al.* (2000)], lo que probablemente indique que se trata de una especie plástica que se adapta a diversas condiciones fisiográficas y ambientales de la Selva Baja peruana, que pone en evidencia su enorme importancia ecológica y ambiental. La sobreabundancia de esta especie en los bosques de la Amazonía peruana ha motivado a Steege *et al.* (2013) a denominarlo como una de las especies con hiperdominancia en el bosque junto con otras especies de la familia Arecaceae y Myristicaceae; sin embargo, la identidad botánica genérica de esta especie no contribuye de manera contundente a esta afirmación.

La contrastación del IVI de ambas ecozonas revela que la ecozona Hidromórfica muestra IVI superior a la ecozona Selva Baja tanto a nivel del estrato fustal como del arbóreo, lo que confirma que la ecozona Hidromórfica cuenta con composición florística y estructura más homogénea comparado con la ecozona Selva Baja.

## Perturbaciones naturales y antrópicas

Las perturbaciones naturales son eventos que ocurren de manera relativamente discreta en el tiempo y modifican el estado, el ambiente físico o la estructura de un ecosistema, comunidad o población, reiniciando procesos de regeneración y sucesión (Manson *et al.* 2009).

Por lo general, el efecto de las perturbaciones naturales en la dinámica de los ecosistemas se ve de forma negativa porque existe una percepción equivocada, de que los ecosistemas naturales “bien conservados” se encuentran en una situación estable que ocasionalmente alteran las perturbaciones, lo que hace necesario poner en práctica medidas de prevención o remediación para minimizar los daños que estas causan. Tales ideas se basan en la noción del equilibrio ecológico, fuertemente arraigada en el pensamiento conservacionista (Pickett *et al.* 1997) citado por Manson *et al.* (2009) e incluso en ordenamientos legales; sin embargo, investigaciones recientes revelan que los ecosistemas naturales son dinámicos, se modifican continuamente, presentan cambios complejos, pueden estar en diferentes estados cercanos o no a la estabilidad, y las perturbaciones naturales tienen un papel importante en su funcionamiento.

Del mismo modo, los cambios climáticos tienen lugar durante milenios y pueden modificar fuertemente la estructura y la composición florística de la vegetación en escala continental, mientras que la caída de un árbol es un acontecimiento muy común que sólo afecta una pequeña área (Roukolainen y Tuomisto, 1993).

La evidencia científica también muestra que la diversidad biológica es resultado de procesos evolutivos en los que las perturbaciones han actuado como fuerzas selectivas y como parte de los procesos ecológicos que mantienen, e incluso generan, patrones de variación espacial y temporal en la diversidad de ecosistemas, especies y poblaciones (Levin y Paine 1974; Connell 1979; Sousa 1984; Turner *et al.* 1997; Romme *et al.* 1998; Foster 2000; Brawn *et al.* 2001) citado por Manson *et al.* (2009). Coincide con esta apreciación (Roukolainen y Tuomisto, 1993), que afirman, los disturbios inducen a una diversidad de especies en la Selva, pero lo que no se sabe es si la sucesión termina en la composición original de especies o a una nueva e impredecible combinación de especies.

Tal como en el caso de los vientos y derrumbes, las inundaciones forman parte de procesos naturales de los que depende el mantenimiento de biodiversidad, pero muchas veces esto entra en conflicto con las actividades humanas.

Entender las consecuencias ecológicas de las perturbaciones y su influencia en la estructura y dinámica del mosaico de parches en el paisaje es particularmente importante para conservar la biodiversidad (Manson *et al.* 2009).

Es esencial entonces reconocer la importancia de los procesos que regulan el funcionamiento de los ecosistemas y, en lugar de intentar restringir su variación natural, utilizar nuestro conocimiento acerca de ellos para minimizar o controlar ciertos efectos ambientales “indeseables”. De hecho, varios estudios han demostrado que suprimir las perturbaciones que han formado parte de un ecosistema genera consecuencias negativas. Por ejemplo, modificar los ciclos naturales de inundación y sequía en ríos y humedales ha llevado a la desaparición de hábitats y especies, a cambiar los cauces y a su desbordamiento cuando ocurren precipitaciones y escurrimientos extremos.

Las estrategias de manejo de ecosistemas dirigidas a mitigar las perturbaciones que los regulan, generalmente los modifican a formas más simplificadas (menos diversidad

estructural y de especies), aumentando su vulnerabilidad y disminuyendo su resiliencia frente a nuevas perturbaciones.

Las perturbaciones naturales que mantienen la diversidad en los ecosistemas generalmente son de carácter intermedio en términos temporales y espaciales, es decir, frecuentes y pequeñas o infrecuentes y grandes, por ejemplo, la caída de un árbol mencionado líneas arriba, genera claros en el bosque en el que se establecen especies pioneras que colonizan los bosques dando inicio a un nuevo proceso de sucesión. Esto es uno de los factores que pueden aumentar el número de especies de plantas presentes en un área y es la esencia de la hipótesis de Connell (1979) sobre el disturbio intermedio.

En los ecosistemas acuáticos, las inundaciones cíclicas son esenciales para mantener hábitats como humedales y llanuras de inundación de las que dependen numerosas especies de plantas, aves y peces e incluso el ser humano. Anderson (2005) documentó la importancia de la fauna ictiológica que medra en estos ecosistemas y su contribución a la conservación de la flora silvestre a través de la dispersión de semillas en la Reserva Nacional Pacaya - Samiria. En este sentido la heterogeneidad creada por las perturbaciones y los procesos de regeneración y sucesión subsiguientes son necesarias para el mantenimiento de la biodiversidad (Manson *et al.* 2009).

Este estudio desvela que la inundación constituye uno de los principales factores naturales que causan perturbación e influyen en la composición florística de los bosques Hidromórficos, seguido de daños por viento en porcentajes de 15.15% y 4.54%, respectivamente. Era predecible que la inundación constituya una de las causas principales en la perturbación de los ecosistemas Hidromórficos dado que estos bosques están ubicados sobre terrenos con extensas depresiones. Muchas especies del bosque Hidromórfico han evolucionado y han desarrollado algunas modificaciones en sus raíces para adaptarse a las condiciones específicas de los terrenos Hidromórficos. En Selva Baja el principal factor de perturbación natural es daño por viento con 9.20%, seguido de la inundación, pero en menor magnitud que en la ecozona hidromórfica.

Al respecto, Räsänen (1993), afirma que la perturbación fluvial y otros factores tectónicos juegan un papel importante como factores físicos de perturbación natural a largo plazo en la evolución de la biota en la Amazonía peruana, sobre todo en los bosques de la ecozona Hidromórfica.

Los bosques inundables y los pantanos hidromórficos cercanos a los cauces de los ríos están influenciados por procesos fluviales dinámicos, que causan grandes perturbaciones al medio ambiente, pero muestran una gran capacidad de resiliencia. Estos procesos ocurren a diferentes escalas en el tiempo y el espacio, influenciando de manera profunda las condiciones medioambientales y creando diferentes formas de paisaje (Nebel *et al.* 2000).

Las inundaciones monomodales que se presentan en la Amazonía baja peruana, son fenómenos predecibles que ocurren en conjunción con el periodo reproductivo de los árboles. Los estudios muestran que la tolerancia de los árboles a la inundación defiere según la especie y según el tamaño de los árboles, y que existen diferentes adaptaciones fisiológicas y anatómicas de las plantas a la inundación (Gill, 1970; Crawford, 1982; Junk, 1989; Worbes, 1997). Sin embargo, eventos raros tales como varios años consecutivos de niveles de inundación altos y mínimos pueden contribuir con mayor fuerza al desarrollo de vegetación que el patrón promedio de inundación (Junk, 1989; Irion *et al.*, 1997). Investigaciones efectuadas por Nebel (2000), revelan por ejemplo que las plántulas de *Maquira coriácea* que crecen formando cohortes de hasta

150 plántulas/m<sup>2</sup> en el llano inundable de la Selva Baja peruana, perecen en su gran mayoría a consecuencia de la siguiente inundación.

Los bosques Hidromórficos comúnmente llamados “pantanos” por su naturaleza y características propias no son aptos para fines agrícolas, sin embargo, investigadores como Kahn y Mejía (1989) han propuesto transformar los suelos hidromórficos o inundados en campos agroforestales productivos, integrando *Mauritia flexuosa* con otras especies de palmeras de importancia económica como *Jessenia bataua* y *Euterpe precatoria*. Actualmente, se conoce la enorme importancia ambiental de estos ecosistemas, por lo que cualquier alteración antrópica en su estructura debe evaluarse con mucha prudencia.

Según Manson *et al.* (2009), las perturbaciones naturales y antropogénicas frecuentemente actúan de manera sinérgica. La transformación del paisaje por la acción humana (deforestación, fragmentación, explotación de recursos, intervenciones de manejo, ocupación del suelo, contaminación, etc.) puede limitar, modificar o ampliar los efectos de eventos naturales o alterar regímenes históricos de perturbación en un ecosistema particular, aumentar su vulnerabilidad o introducir nuevos tipos de perturbación.

Al respecto, en la Amazonía baja peruana el principal factor de perturbación antrópica que causa daño a los árboles y bosques está relacionada con la apertura de trochas con fines de extracción maderera, correspondiendo a los bosques de la ecozona Hidromórfica 4.55% y al bosque de la ecozona Selva Baja 5.48%; no obstante, se observa alto porcentaje de bosque sin perturbación (92.42%) en la ecozona hidromórfica y cerca de 86.50% en el bosque de la ecozona Selva Baja. Es muy probable que las cifras mencionadas no se ajusten a la realidad, ya que la mayor parte de la extracción maderera en la Selva Baja peruana proviene de tala ilegal y sin ningún criterio de sostenibilidad. Al respecto, información de segunda fuente citada por Che Piu y Menton (2013), SENECA (2004), Salazar y Benites (2006), Cueto y Enrique (2010), estiman la tala ilegal representa entre 80% y 90% de la madera que se extrae de los bosques, las cifras más conservadoras establecen entre 15% y 40% (Pautrat y Lucich, 2006).

Aunque los bosques por naturaleza están adaptados a algunas grandes perturbaciones (Foster, 1990a, 1990b; Worbes *et al.*, 1992; Worbes, 1997), las consecuencias de conversiones extensas son inciertas y deberían evitarse en lo posible. Por lo tanto, los sistemas de uso de la tierra deben desarrollarse de una manera que salvaguarde la biodiversidad en donde fueron conducidos trabajos de campo. También las conversiones de estas áreas a terrenos agrícolas pueden contribuir a la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera e incrementar los gases de efecto invernadero (ejemplo: Guzman, 2004; Freitas *et al.*, 2006).

Gentry & López (1980) anunciaron un incremento en los máximos niveles anuales de agua en Iquitos, durante el periodo 1962-1978, debido a la deforestación ocurrida en los Andes peruanos, pero sus datos fueron interpretados muy pobremente. Los niveles anuales de agua, máximo y mínimo, registrados en Iquitos durante el periodo 1980-1997 no encontraron ningún indicio de aumento en el nivel máximo de inundación a pesar de que la deforestación de las vertientes andinas viene ocurriendo desde 1978 a la fecha (Nebel, 2000).

## Especies forestales amenazadas

De acuerdo con la legislación nacional sobre especies amenazadas de flora silvestre aprobado mediante Resolución Ministerial N° 043-2006-AG, en el bosque de la ecozona



Hidromórfica se registró un total de 4 especies amenazadas, correspondiendo todas a especies vulnerables (*Cedrela odorata*, *Manilkara bidentata*, *Parahancornia peruviana* y *Pachira brevipes*), las tres primeras aprovechadas en mayor o menor intensidad, mientras que *Pachira brevipes*, es una especie endémica propia de los aguajales. Asimismo, *C. odorata* está incluida en el apéndice II de CITES.

En la ecozona Selva Baja se anotó un total de 16 especies amenazadas, una en peligro crítico (*Celtis iguanaea*), nueve en situación vulnerable (*Amburana acreana*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Copaifera paupera*, *Haploclathra cordata*, *Manilkara bidentata*, *Mezilaurus itauba*, *Pachira brevipes* y *Parahancornia peruviana*) y seis especies consideradas como casi amenazadas (*Abuta grandifolia*, *Ceiba pentandra*, *Clarisia biflora*, *Clarisia racemosa*, *Croton palanostigma*, *Maytenus macrocarpa*). Asimismo, la especie *Cedrela odorata* está incluida en en anexo II de CITES.

### Calidad de fuste, condición fitosanitaria y estado de los árboles

Más del 61.43% de los árboles de la ecozona Hidromórfica presentan fustes de calidad alta y el 22.86% ostentan fustes con calidad media. En la ecozona Selva Baja la calidad de fuste alta u óptima de los árboles alcanza 69.81%, mientras que el fuste de calidad media es de 25.21%, lo que pone en evidencia que existe una importante reserva de árboles con fuste en buenas condiciones para desarrollar la industria maderera nacional.

La caracterización de la calidad de fuste de los árboles estimando la proporción de calidad alta, media o baja, es un importante insumo para determinar el valor o potencial maderable del bosque, sin embargo, la evaluación pudo tener algunos errores debido a que la inspección ha sido ocular utilizando la experiencia del evaluador de campo para valorar las características superficiales (externas) de los fustes.

Los bosques tropicales poseen una riqueza y biodiversidad enorme, donde el espacio para el desarrollo de las especies es objeto de una fuerte competencia. Los árboles débiles son afectados naturalmente por bacterias, hongos o insectos; eliminándolos gradualmente y dejando lugar para árboles más vigorosos y árboles juveniles; sin embargo, los bosques, como otros ecosistemas, están expuestos a varias amenazas que pueden causar la muerte de los árboles o reducir su capacidad para proporcionar toda la gama de bienes y servicios. Alteraciones en el clima o impactos sobre el ecosistema pueden brindar las condiciones para que las bacterias, hongos, o insectos nocivos que regulan los ciclos de renovación del bosque se conviertan en plagas. En casos más severos, el ingreso de especies exóticas invasoras podría generar plagas de consecuencias perjudiciales para el bosque, aunque esta variable no ha sido evaluada en el bosque de las ecozonas Hidromórfica y de Selva Baja.

La evaluación de la condición fitosanitaria de los árboles registrados en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja se realizó mediante una inspección ocular de la superficie del fuste o tronco desde el nivel del suelo. Esta forma de valorar la condición fitosanitaria de los árboles no brinda información acerca del sistema radicular, ramas y hojas de los árboles o deficiencias nutricionales y toxicidad debido a que resulta difícil determinar desde el nivel del suelo. Por este motivo, los resultados obtenidos deben tomarse como referenciales para esta variable.

A partir de los datos registrados en las parcelas evaluadas se evidencia que el 93.96% y el 84.70% de los árboles de las ecozonas Hidromórfica y de Selva Baja, respectivamente no presentan daños fitosanitarios aparentes. En la ecozona Hidromórfica, 76.62% de los árboles dañados sufren daño leve, mientras que 17.53% presenta daño moderado y 5.84% daño severo. En la ecozona Selva Baja, 67.86% de



los árboles que muestran algún tipo de daño presentan efectos leves, mientras que 28.58% presentan daño moderado y 3.56% daño severo.

El estado de los árboles registrados en las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja fueron clasificados en vivo; muerto en pie y tocones. En la ecozona Hidromórfica los árboles vivos alcanzan un promedio de 93.75% del total registrado, cifra muy similar fue registrado en la ecozona Selva Baja (93.13%). Lo que indica una alta reserva de biomasa viva y dióxido de carbono estacionado en estos bosques, dato que deberá ser verificado con la estimación de biomasa y carbono.

## Usos de las especies forestales

Los recursos forestales son aprovechados tradicionalmente por las poblaciones asentadas en la cercanía de los bosques de las ecozonas Hidromórfica y Selva Baja con fines de alimentación, suministro de energía (leña y carbón), medicina y como fuente de productos para el comercio local. Los productos forestales, tanto maderables y no maderables son importantes para la sostenibilidad y seguridad alimentaria de poblaciones rurales y su uso sostenible favorece la conservación de los bosques sobre los cuales se asientan.

Si bien se ha tratado de utilizar una metodología simple para registrar los usos de la mayoría de los árboles evaluados, la obtención de información ha sido limitada al personal de apoyo local del inventario. Los resultados del presente análisis deben ser tomados como referenciales pues no se ha seguido la rigurosidad de un estudio etnobotánico o socioeconómico para esta variable. Según los datos acopiados, el 75.12% de árboles registrados en las parcelas evaluadas de la ecozona Hidromórfica tienen uso potencial, considerándose un valor relativamente elevado. En el caso de la ecozona Selva Baja esta cifra se reduce a 63.75% de los árboles registrados.

Los usos potenciales más recurrentes en los árboles registrados en la ecozona Hidromórfica se relacionan con la provisión de madera para construcción rural (25.62%), leña (19.46%), frutas (alimentación) (17.61%), madera aserrada y contrachapado (7.69%) y medicinas (2.90%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local, excepto la madera destinada para aserrío y contrachapado. En menor medida, se utilizan aquellos árboles que proveen insumos para artesanía, carbón, semillas, chamanería, forraje y otros usos; los cuales en conjunto alcanzan 1.84% de los árboles evaluados y son aprovechados también localmente. Los árboles que proveen madera para la industria (aserrío y contrachapado) son aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen. Este tipo de bosque destaca por su importante contribución a la seguridad alimentaria de pobladores ribereños, ya que además de estos insumos el bosque hidromórfico contribuye con proteína animal como fauna silvestre y peces, datos que no han sido tomados en cuenta durante el levantamiento biofísico.

En la ecozona Selva Baja, los usos potenciales más frecuentes de los árboles registrados se relacionan con el abastecimiento de madera para la construcción rural (10.78%), leña (10.38%), frutas (alimentación) (7.03%), medicina (1.38%) y otros (2.15%) los cuales son aprovechados principalmente a nivel local. Los árboles que proveen madera para aserrío y contrachapado en la ecozona Selva Baja es superior a la ecozona Hidromórfica está cerca a 32% del total registrado, siendo estos aprovechados para el comercio fuera de su localidad de origen por la gran demanda de productos forestales maderables.

En la ecozona Hidromórfica, las especies que destacan por el número de usos potenciales son: “huasaí” *Euterpe precatoria* (Arecaceae), “shimbillo” *Inga* spp.

(Fabaceae), “pashaco” (Fabaceae), “shiringa” *Hevea* sp. (Euphorbiaceae), “insira” *Maclura tinctoria* (Moraceae) y “chimicua” *Pseudolmedia* sp. (Moraceae). En la ecozona Selva Baja sobresalen las especies: *Hevea guianensis*, *Coupeia* spp., *Eschweilera gigantea*, *Licania* spp., *Sterculia* spp., *Astrocaryum* spp. *Castilloa ulei*, *Cecropia sciadophylla*, *Inga* spp., *Iriarte deltoidea*, *Licania apetala*, *Maquira coriácea*, *Naucleopsis* spp., *Oenocarpus bataua*, *Pourouma* spp., *Pseudolmedia laevis*, *Pseudosenefeldera inclinata* y *Swartia* spp.

Por su abundancia, frecuencia e intensidad de uso potencial las especies relevantes en la ecozona Hidromórfica son: “aguaje” *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) como frutal; “cumala” *Virola* sp. (Myristicaceae) como insumo para construcción rural y aserrío comercial; “shimbillo” *Inga* sp. (Fabaceae) como insumo para construcción rural, leña, carbón y fruta. En la ecozona Selva Baja, las especies utilizadas con mayor frecuencia e intensidad son: *Hevea guianensis*, *Coupeia* sp., *Eschweilera gigantea*, *Licania* sp., *Sterculia* sp., *Astrocaryum* sp. *Castilloa ulei*, *Cecropia sciadophylla*, *Inga* sp., *Iriarte deltoidea*, *Licania apetala*, *Maquira coriácea*, *Naucleopsis* sp., *Oenocarpus bataua*, *Pourouma* sp., *Pseudolmedia laevis*, *Pseudosenefeldera inclinata*, *Swartia* sp.; sin embargo, los usos potenciales de algunas especies de este grupo son cuestionables como el caso de *C. sciadophylla* cuyo registro indica alimentación, leña y madera aserrada; igualmente, *Iriarte deltoidea* señalado entre otros usos como potencial alimenticio.

Por su importancia en la alimentación de la población local que habita en los bosques de la ecozona Selva Baja, destacan “ungurahui” *Oenocarpus bataua* y “aguaje” *Mauritia flexuosa*. Al respecto, Ruiz (1993) destaca el uso como alimentos del bosque un considerable número de especies frutales y hojas tiernas provenientes del bosque amazónico entre las que sobresale *Mauritia flexuosa* como la fruta más popular en Loreto. Como insumo para madera de construcción rural sobresalen *Eschweilera* sp. e *Iriarte deltoidea* y como materia prima para madera aserrada *Eschweilera* sp., *Virola* sp., *Ocotea* sp., *Iryanthera* sp., *Pouteria* sp., *Protium* sp., *Parkia* sp. e *Inga* sp. Cabe precisar que las especies valiosas que actualmente figuran en las estadísticas de SERFOR no están incluidas dentro de esta lista, debido principalmente a la intensa extracción selectiva que han sido sometidas.

En el inventario nacional forestal de Guatemala se reportaron hasta 20 tipos de productos de utilización frecuente, la mayoría derivados de árboles; sin embargo, también se reportaron otros usos que no necesariamente se extraen de los árboles, pero si dependen del ecosistema boscoso, tales como animales silvestres, algunos alimentos vegetales, plantas ornamentales, medicinales, condimentos, cera y miel. De acuerdo con las estadísticas del inventario nacional en Guatemala el producto más utilizado es la leña, seguido de la madera y los materiales de construcción como postes, techos, varas y cortezas para amarres (Ramírez & Rodrigo, 2005).

## Parámetros estadísticos obtenidos

En el Cuadro 77 y Cuadro 92 se muestran en detalle todas las estimaciones realizadas con un nivel de confianza del 95% expresado en porcentaje de la media para los principales parámetros estadísticos para las ecozonas bosque Hidromórfico y Selva Baja. Como se mencionó en la metodología, el diseño del inventario nacional tiene un enfoque multidimensional, es decir que abarca información de varios temas relacionados con los recursos de los bosques. Es por ello por lo que existen varias poblaciones objetivo de las cuales se obtuvieron varias mediciones según las variables que se plantearon inicialmente. Por otro lado, se buscó un diseño que sea práctico y

económico que proporcione información a nivel estratégico para el país, y no a nivel de planificación específica de unidades de manejo.

Bajo estas consideraciones hay que interpretar los resultados de las estimaciones obtenidas y sus respectivos errores de muestreo, donde cada usuario decide su utilización dependiendo del nivel de riesgo que le puede determinar dicho error. En realidad, no existe forma científica de decidir que error es aceptable, porque se trata de una decisión administrativa, pragmática y hasta política (Dauber, 1995). El error de estimación está en función de la variabilidad de los datos de cada variable. Además, también están afectados por el número de replicas que tengamos de cada variable en la muestra. Cuanto mayor es el número de replicas (unidades muestrales), los datos serán más precisos y potencialmente más exactos (Dauber, 1995).

En el inventario nacional forestal se utilizó un diseño sistemático no alineado, el cual tuvo un efecto directo sobre el tamaño de las unidades a medir, es por ello que en general se logró mejor precisión en los elementos que ocupan más área que en aquellos escasos; sin embargo, los errores altos no deben descalificar totalmente los datos, ya que únicamente indican que la probabilidad de no encontrarse cerca de la realidad es alta, realidad que no se conocerá exactamente sin una precisa, difícil y costosa medición. Los datos pueden utilizarse siempre y cuando se tomen en cuenta estas consideraciones y que no exista un mejor dato hasta el momento.

El error obtenido en el volumen total de madera en árboles  $\geq 30$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal para la ecozona Hidromórfica es alto con respecto al error máximo permisible (10.4%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Hidromórfica esté entre 50.17 y 77.83 m<sup>3</sup> [ $64 \pm (64 \times 0.2161)$ ]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá disminuyendo progresivamente.

Asimismo, en la ecozona Selva Baja el error obtenido en el volumen total de madera en árboles  $\geq 30$  cm dap registrado en el inventario nacional forestal es alto con respecto al error máximo permisible (3.3%) a un nivel de confianza de 95%. Lo que señala que hay una alta probabilidad (al 95% de confianza) que el volumen promedio verdadero de madera para toda la población de la ecozona Selva Baja esté entre 121.01 y 153.41 m<sup>3</sup> [ $137.21 \pm (137.21 \times 0.1181)$ ]; sin embargo, en la medida que el número de unidades muestrales vaya ampliándose, el error de muestreo relativo irá reduciendo; no obstante, está en el rango 10-20% que se establece frecuentemente en inventarios forestales (ej. Dauber 1995).

---

## CONCLUSIONES

---

- A partir de los datos observados en campo en las seis ecozonas estudiadas, se anotó un total de 2587 especies, 1140 géneros y 356 familias botánicas, que corresponden a individuos mayores e iguales de 10 cm dap en las ecozonas Hidromórfica, Selva Baja, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso, mientras que en las ecozonas Costa y Sierra comprenden a individuos mayores e iguales de 5 cm de dap.
- La mas alta composición florística fue registrada en la ecozona Selva Baja donde se encontró 1460 especies que pertenecen a 449 géneros y 98 familias. La más baja corresponde a la ecozona Costa con 53 especies que comprende a 44 géneros y 24 familias.
- En la ecozona Costa se encontró alto porcentaje (62.50%) de familias monotípicas representadas por una especie leñosa de un total de 24 familias contadas con individuos cuyo dap es mayor o igual de 5 cm. Esto indica una tasa extraordinaria de diversidad beta.
- A partir de los datos registrados en campo, se ha anotado un total de 38262 individuos, que corresponden a 25140 individuos a la ecozona Selva Baja (128 unidades muestrales), el menor número de individuos fue anotado en la Selva Alta de Difícil Acceso con 363 individuos en 04 unidades muestrales. El mayor porcentaje de individuos vivos corresponde a la ecozonas Hidromórfica y Selva Baja (93.75% y 93.13%, respectivamente), mientras que el menor porcentaje de individuos vivos fue registrado en la ecozona Costa (87.08%) de un total de 1083 individuos registrados entre vivos y muertos.
- La familia Fabaceae cuenta con mayor número de especies en las ecozonas Hidromórfica, Selva Baja, Selva Alta Accesible, Selva Alta de Difícil Acceso y Costa, mientras que en la ecozona Sierra prevalece la familia Asteraceae.
- Las familias más abundantes en términos de número de individuos corresponden a Arecaceae en la ecozona Hidromórfica con 16.55% del total de individuos vivos. En las ecozonas Selva Baja, Selva Alta Accesible, Selva Alta de Difícil Acceso y Costa sobresale como la más abundante la familia Fabaceae con 12.79%, 8.85%, 10.58%, 23.15%, respectivamente. La familia más abundante en número de individuos en la ecozona Sierra es Rosaceae con 28% del total de individuos vivos anotados.
- Las especies más abundantes en términos de número de individuos por ecozona son: *Cecropia* sp. y *Mauritia flexuosa* 6.48 y 5.34% del total de individuos vivos en la ecozona Hidromórfica; asimismo, las especies *Inga* sp. y *Eschweilera* sp. representan 2.75 y 2.62% respectivamente de los individuos vivos en la ecozona Selva Baja; del mismo modo la especie *Inga* sp. resalta con 3.09% de los individuos vivos registrados en la ecozona Selva Alta Accesible, mientras que en la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso destaca la especie *Grias peruviana* con 9.18% de los individuos vivos. En la ecozona Costa sobresale la especie *Bursera graveolens* con 20.25% de los individuos vivos anotados; por su parte la especie *Polylepis microphylla* prevalece en la ecozona Sierra con 7.13% de los individuos vivos registrados.
- La distribución de la estructura diamétrica de los árboles  $\geq 10$  cm dap de las ecozonas bosque Hidromórfico, Selva Baja, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Difícil Acceso, se caracteriza por un gran número de individuos en las clases diamétricas inferiores y

escasos individuos en las clases diamétricas superiores, considerado como normal para los bosques sanos de la Amazonía peruana; patrón similar fue observado en la estructura diamétrica de los árboles  $\geq 5$  cm dap de las ecozonas Costa y Sierra; sin embargo, el análisis individualizado de algunas especies de alta demanda comercial tanto por su madera o frutos revela algunas irregularidades en su estructura diamétrica.

- Por ejemplo, *Mauritia flexuosa* especie emblemática de la ecoregión hidromórfica muestra comportamiento atípico caracterizado por la escasa presencia de individuos en las clases diamétricas 40 a 49.90 y de 50 a 59.90 cm, lo que sugiere que los árboles productores de frutos de esta especie están siendo talados para cosechar sus frutos.
- En la ecoregión Selva Baja, las especies *Ceiba pentandra* y *Hura crepitans* también presentan comportamiento raro en su estructura diamétrica, especialmente *Ceiba pentandra* por la escasa presencia de individuos en las clases diamétricas de 20 a 29.9 y más de 90 cm dap, lo que podría poner en evidencia que esta especie requiere un tratamiento especial para la recuperación de sus poblaciones naturales. En el caso de la especie *Hura crepitans* solo se encontró en el bosque individuos  $< 40$  cm dap, lo que indica que la especie está siendo sometida a una tala muy intensa.
- En relación a la especie *Maquira coriacea*, se ha reportado escaso número de árboles por hectárea superior a 60 cm de dap. Mención especial también requieren la especie *Virola albidiflora* conocido con el nombre vernacular de “cumala” cuya madera se exporta al mercado externo, esta especie presenta únicamente individuos en la clase diamétrica de 20-29.9 cm dap. Especial atención también merece la especie *Dipteryx micrantha* cuya densidad de árboles por hectárea es de 0.22 individuos  $\geq 10$  cm dap, sin embargo, la distribución de estos individuos en las clases diamétricas  $\geq 40$  cm de dap es completamente errática; no obstante, la evaluación de un mayor número de unidades muestrales arrojará conclusiones más fiables.
- En los bosques de las ecozonas Selva Alta Accesible y de Difícil Acceso, preocupa la estructura diamétrica de las especies *Calophyllum brasiliense* y *Ocotea aciphylla* que muestran escasos individuos en las clases diamétricas inferiores de 30 cm dap, por lo que ambas requieren mayor cuidado.
- En la ecoregión Sierra, no se ha detectado problemas en la estructura diamétrica de los árboles en general, sin embargo, dada la formación de pequeños bosques aislados, algunas especies están reduciendo sus poblaciones naturales como el caso de *Capparis scabrida* cuyos árboles mayores 30 cm e inferiores de 15 cm dap son escasos. Con respecto a *Kageneckia lanceolata* los árboles mayores de 20 cm dap están prácticamente extintos, por lo que se hace imperativo algunas acciones para la recuperación de estas especies. También se requiere acciones concretas para recuperar las poblaciones naturales de algunas especies del género *Polylepis* como *P. microphylla*, *P. flavipila* y *P. rugulosa* fuertemente explotadas para leña.
- En la ecoregión Hidromórfica, la densidad de árboles por hectárea ( $\geq 10$  cm dap) es de 567.99; mientras que en el bosque de la ecoregión Selva Baja considerando el mismo diámetro base es de 458.85 arb/ha. Asimismo, en la ecoregión Selva Alta Accesible es de 375.85 arb/ha ( $\geq 10$  cm dap) y en la Selva Alta de Difícil Acceso este valor asciende a 439.02 arb/ha. Del mismo modo, en las ecozonas Costa y Sierra el número de árboles por hectárea ( $\geq 5$  cm dap) equivale a 120.69 y 631.66, respectivamente.

- La especie *Eschweilera* sp. confrontación *Eschweilera coriacea* es una de las especies con mayor abundancia en la ecozona Selva Baja junto con otras especies de las familias Fabaceae, Arecaceae y Myristicaceae. Lo que sugiere gran importancia ecológica y ambiental de esta especie desde el punto de vista de prestación de servicios ecosistémicos.
- El área basal promedio de individuos  $\geq 10$  cm dap registrado en el bosque de la ecozona Hidromórfica es 22.45 m<sup>2</sup>/ha. En la ecozona Selva Baja el área basal promedio de individuos con el mismo diámetro base es 23.52 m<sup>2</sup>/ha. Asimismo, en la ecozona Selva Alta Accesible el área basal promedio de los árboles con el mismo diámetro base es 17.29 m<sup>2</sup>/ha. Del mismo modo, en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso el área basal promedio de individuos  $\geq 10$  cm dap es 21.98 m<sup>2</sup>/ha. En los bosques de las ecozonas Costa y Sierra el área basal promedio de los individuos  $\geq 5$  cm dap fue de 2.68 m<sup>2</sup>/ha y 7.57 m<sup>2</sup>/ha, respectivamente.
- Las existencias de volumen promedio de madera por hectárea para todos los árboles  $\geq 10$  cm dap del bosque de la ecozona Hidromórfica es de 108.32 m<sup>3</sup>/ha. En la ecozona Selva Baja el volumen promedio de madera por hectárea para todos los árboles  $\geq 10$  cm de dap es 190.66 m<sup>3</sup>/ha. Asimismo, en la ecozona Selva Alta Accesible el volumen promedio maderable por hectárea para todos los árboles ( $\geq 10$  cm de dap) es 116.99 m<sup>3</sup>/ha; mientras que en el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso el volumen promedio de madera por hectárea encontrado ( $\geq 10$  cm dap) es 153.29 m<sup>3</sup>/ha. En los bosques de las ecozonas Costa y Sierra, el volumen promedio de madera por hectárea para todos los árboles ( $\geq 5$  cm de dap) es 17.72 m<sup>3</sup>/ha y 13.26 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente.
- El volumen potencial de madera comercial en árboles entre 30 – 60 cm dap del bosque de la ecozona Hidromórfica es de 5.91 m<sup>3</sup>/ha, mientras que en la ecozona Selva Baja este valor asciende a 11.01 m<sup>3</sup>/ha. El volumen comercial de árboles  $\geq 60$  cm dap en la ecozona Hidromórfica es 11.28 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo 0.28 m<sup>3</sup>/ha a maderas con demanda comercial para exportación, 5.23 m<sup>3</sup>/ha a maderas con demanda en el mercado nacional y 5.77 m<sup>3</sup>/ha a especies maderables con demanda regional. En la ecozona Selva Baja el volumen de madera con potencial comercial de árboles  $\geq 60$  cm dap es 16.76 m<sup>3</sup>/ha, correspondiendo cerca de 1.63 m<sup>3</sup>/ha a madera para el mercado de exportación, 11.45 m<sup>3</sup>/ha para el mercado nacional y 3.68 m<sup>3</sup>/ha para el mercado regional.
- Asimismo, existe un elevado volumen de madera sin demanda comercial en los bosques de las ecozonas bosque Hidromórfica y Selva Baja del orden de 47 y 109 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente en árboles con diámetro  $\geq 10$  cm dap, la misma que tiene ser evaluada para decidir que hacer con los árboles de esas especies.
- En el bosque de la ecozona Selva Alta Accesible, los árboles entre 30 – 60 cm dap concentran 7.84 m<sup>3</sup>/ha de madera con potencial mercado comercial, mientras que los árboles  $\geq 60$  dap contribuyen con 3.66 m<sup>3</sup>/ha de madera comercial, de este último valor 1.25 m<sup>3</sup>/ha corresponde a maderas con demanda comercial para exportación, 1.56 m<sup>3</sup>/ha a maderas con demanda en el mercado nacional y 0.85 m<sup>3</sup>/ha a especies maderables con demanda regional. Asimismo, existe un elevado volumen de madera sin demanda comercial, correspondiendo 45.90 m<sup>3</sup>/ha a árboles con dap 30 – 60 cm dap y 21.76 m<sup>3</sup>/ha a árboles  $\geq 60$  cm dap.
- Los volúmenes registrados de las especies forestales amenazadas incluidas en la legislación peruana no afectan considerablemente el stock de los volúmenes comerciales  $\geq 30$  cm en ninguna de las ecozonas estudiadas.

- En el bosque de la ecozona Hidromórfica las diez primeras especies en el estrato fustal, representan 87.52 sobre 300% del total encontrado en este estrato; la especie más representativa es *Cecropia* sp. con cerca de 14.33 sobre 300% del total registrado en este estrato, seguido de *Pachira brevipes* con 11.29 sobre 300%. En el estrato arbóreo, las diez primeras especies representan más de la tercera parte del IVI total encontrado en este estrato (116.69 sobre 300%); la especie *Mauritia flexuosa* presenta mayor peso ecológico debido a que aporta 46.16 sobre 300% del IVI en este estrato.
- En el bosque de la ecozona Selva Baja las diez primeras especies en el estrato fustal, representan 44.45 sobre 300% del total encontrado en este estrato; las especies *Inga* sp., *Eschweilera* sp. y *Oenocarpus bataua* son las que presentan mayor valor de importancia en el estrato fustal, juntos aportan 19.33 sobre 300% del IVI en este estrato. En el estrato arbóreo, las diez primeras especies contribuyen con 41.93% sobre 300%; las especies *Eschweilera* sp., *Pouteria* sp. e *Inga* sp. sobresalen con 21 sobre 300% del IVI en este estrato. Cabe destacar que la especie *Eschweilera* sp. sobresale por su alto IVI en el estrato fustal y arbóreo de esta ecozona, representando 6.61% y 9.05% sobre 300% del IVI total, respectivamente.
- En el bosque de la ecozona Costa las diez primeras especies en el estrato fustal, representan 240.64 sobre 300% del total encontrado en este estrato; las especies *Cordia lutea*, *Bursera graveolens*, *Prosopis pallida* y *Capparis scabrida* son las especies con mayor valor de importancia en el estrato fustal, juntos aportan más de la mitad del IVI en este estrato (169.55 sobre 300%). En el estrato arbóreo, las diez primeras especies contribuyen con 237.67 sobre 300%; las especies *Loxopterygium huasango*, *Prosopis pallida* y *Bursera graveolens* sobresalen con 136.64 sobre 300% del IVI en este estrato; destaca de este grupo la primera especie por su elevado peso ecológico (51.17 sobre 300% más de la sexta parte del total). Este resultado revela una alta homogeneidad del bosque desde el punto de vista de su estructura y composición florística.
- En el bosque de la ecozona Sierra las diez primeras especies en el estrato fustal, representan 106.43 sobre 300% del total encontrado en este estrato; en el estrato arbóreo, las diez primeras especies contribuyen con más de la tercera parte del total encontrado en este estrato (130.96 sobre 300%). En el estrato fustal las especies *Polylepis rugulosa*, *Polylepis flavipila* y *Polylepis microphylla*, son las que cuentan con mayor peso ecológico y contribuyen con 43.17; mientras que en el estrato arbóreo las especies *Polylepis flavipila*, *Polylepis microphylla* y *Alnus acuminata* sobresalen con altos valores de importancia con 55.59 sobre 300%, respectivamente.
- Las 10 primeras especies que dominan el estrato fustal en la ecozona Selva Alta Accesible contribuyen con 44.47 sobre 300% del IVI, las especies con mayor peso ecológico son *Inga* sp. y *Socratea exorrhiza*, juntos aportan 14.43 sobre 300% del IVI total. En el estrato arbóreo las diez primeras especies con mayor IVI contribuyen 58.48 sobre 300% del IVI, sobresale en este estrato las especies *Ficus* sp., *Inga* sp. y *Attalea pharelatata* con 26.62 sobre 300% del IVI.
- En el bosque de la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso, las 10 primeras especies que dominan el estrato fustal aportan con 58.08 sobre 300% del IVI total, sobresalen de este estrato las especies *Grias peruviana*, *Cecropia sciadophylla* y *Socratea salazarii* con 25.85 sobre 300% del IVI total. En el estrato arbóreo, las diez primeras especies con mayor IVI contribuyen con 90.74 sobre 300% del IVI total, destacando las especies *Matisia cordata*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Brosimum utile*, estas especies congregan juntos 35.34 sobre 300% del IVI total.

- La comparación del IVI a nivel de especies en las cuatro ecozonas ubicadas en la selva peruana revela que el peso ecológico de las diez primeras especies del estrato fustal y arbóreo de la ecozona Hidromórfica difiere en composición y estructura con el resto de estas ecozonas. Del mismo modo, el IVI de las diez primeras especies del estrato fustal en las ecozonas Selva Baja y Selva Alta Accesible son muy similares en su composición y estructura.
- A partir de los datos observados en campo respecto a la regeneración natural, se desprende que la tasa promedio de conversión de brinzales a latizales en las seis ecozonas es de 46.27%, correspondiendo el más alto valor a la ecozona Sierra con 90.63% y el menor valor a la ecozona Selva Alta de Difícil Acceso con 23.80%, lo que indica que la mortandad de plántulas fue más alto en esta última ecozona del orden de 76.20%; sin embargo, también se observó alta mortandad de plántulas en el tránsito de brinzales a latizales en las ecozonas Costa y Selva Baja con 73.35% y 73.34%, respectivamente
- Sobre la base de los datos observados en los bosques de la Selva peruana, se desprende que el rango de evaluación de la calidad de fuste alta fluctúa entre 55.10% (ecozona Selva Alta de Difícil Acceso) hasta 69.81% (ecozona Selva Baja). Este resultado pone de manifiesto que existe una importante reserva de árboles maderables con fustes en buen estado para desarrollar la industria maderera nacional, sobre todo en esta última ecozona. En la ecozona Costa, la calidad de fuste alta u óptima es baja (alrededor de 27.25%), por esta razón estos bosques deben destinarse a la prestación de servicios ecosistémicos como secuestro de carbono, protección de suelos y regulación de recursos hídricos. En el bosque de la ecozona Sierra, algo más de 51% de los árboles presentan fustes de calidad alta.
- A partir de los datos observados en las unidades muestrales de las seis ecozonas evaluadas, se puede concluir que los árboles muestreados se encuentran en buen estado de salud, sin daños fitosanitarios aparentes. El rango de evaluación del estado fitosanitario varía entre 84.7% (ecozona Selva Baja) y 98.44% (ecozona Sierra).
- Asimismo, a partir de los datos registrados en campo en las seis ecozonas evaluadas, se puede deducir que el porcentaje de árboles vivos es alto, cuyo valor oscila entre 84% (ecozona Sierra) y 93.80% (ecozona Hidromórfica).
- Los datos de campo recabados en los bosques de las ecozonas de la Selva peruana, revelan que los usos potenciales más recurrentes de los árboles se refieren a madera para aserrío (32.04% ecozona Selva Baja, 25.87% ecozona Selva Alta Difícil, 16.42% ecozona Costa y 13.21% ecozona Selva Alta Accesible); seguido de madera para construcción de viviendas rurales y leña (39.67% y 19.46% en las ecozonas Costa e Hidromórfica, respectivamente). En la ecozona Costa además de asignar mayor porcentaje de uso potencial a construcción rural, destaca el uso potencial denominado forraje (24.77%), situación que lo diferencia de las otras ecozonas; lo que pone de manifiesto la enorme importancia de estos bosques pastoreo pastoreo, convirtiéndose al mismo tiempo en una amenaza para los bosques.
- Asimismo, se ha encontrado inconsistencias en los usos potenciales de algunos árboles que se registran en campo, debido a que la asignación del uso se efectúa con base a los nombres comunes, sin embargo, en el gabinete luego de la identificación botánica correspondiente, los usos potenciales asignados en campo no son compatibles con los nombres botánicos correspondientes. Por ejemplo en la ecozona Selva Baja un árbol de *Cedrela odorata* “cedro” fue considerado sin uso o



algunas palmeras también fueron asignadas sin uso, siendo este último taxón el más utilizado en la Selva Baja peruana.

- El error de muestreo relativo del volumen por hectárea del estrato arbóreo (árboles  $\geq 30$  cm dap) excluyendo palmeras en las ecozonas ubicadas en la selva peruana con un nivel de confianza de 95% es de: 11.81%, 21.61%, 25.54% y 68.28% en las ecozonas Selva Baja, Hidromórfica, Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso, respectivamente. El elevado porcentaje del error de muestreo relativo en la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso se debe al escaso número de unidades muestrales evaluadas hasta el momento. En el bosque de la ecozona Costa y Sierra el error de muestreo relativo del volumen por hectárea del estrato arbóreo (árboles  $\geq 10$  cm dap) con un nivel de confianza de 95% es de 7.25% y 23.05%, respectivamente.

---

## RECOMENDACIONES

---

- Efectuar estudios poblacionales de *Mauritia flexuosa* “aguaje” que se concentren en el registro de individuos de plantas adultas femeninas y masculinas existentes en el bosque Hidromórfico y las existencias de regeneración natural de esta especie. En forma simultánea se debe implementar acciones tendientes a enriquecer estos bosques con plántulas de regeneración natural de esta especie a fin de asegurar su perpetuación y que continúen con la prestación de sus servicios ecosistémicos.
- Brindar mayor atención a los bosques hidromórficos debido a su importancia en la prestación de servicios ecosistémicos y porque confina especies forestales especializadas en estos ecosistemas que deben ser protegidas.
- Recabar datos sobre el estado reproductivo y las fenofases durante las mediciones de los árboles con el fin de que suministre información para planificar el manejo sostenible de las especies forestales sobre todo de aquellas especies de importancia comercial.
- Identificar áreas aptas para el establecimiento de regeneración natural de especies de interés comercial y efectuar raleos de árboles en la ecozona Selva Baja con el fin de promover el crecimiento de la regeneración natural de especies amenazadas como: *Ceiba pentandra*, *Hura crepitans*, *Cedrela odorata*, *Dipteryx micrantha*, *Maquira coriacea*, *Virola albidiflora* y *Virola duckei* a fin de recuperar sus poblaciones naturales seriamente afectadas por la extracción selectiva.
- Difundir las características tecnológicas de las especies maderables más abundantes del bosque que cuentan con usos probables a fin de ampliar el portafolio de especies para promover su aprovechamiento.
- Se debe realizar estudios más profundos sobre la regeneración de las especies, para garantizar el uso de información más precisa en la planificación de los programas de manejo de bosques.
- Se sugiere mayor precisión en la determinación botánica de la especie *Eschweilera* sp. debido a que esta especie junto con otras de las familias Fabaceae, Arecaceae y Myristicaceae constituyen las especies más abundantes de los bosques de la Selva baja peruana, lo que permitiría focalizar los estudios de investigación en prestación de servicios ecosistémicos concentrados en este pequeño grupo de especies, debido a que constituyen las especies que controlan el flujo de entrada y salida de energía del bosque, así como los nutrientes, importantes para el secuestro de carbono.
- Se recomienda revisar los usos potenciales de los árboles asignados en campo y compararlos con los usos con base a los nombres científicos asignados en el gabinete luego de la identificación correcta de los árboles.
- Se sugiere, en lo sucesivo marcar mediante pequeños rótulos de aluminio los árboles registrados en las unidades muestrales a fin de facilitar su ubicación durante las operaciones de control de calidad y las próximas remediciones de los árboles.
- Profundizar el estudio de la identificación botánica de las especies registradas en el inventario para mejorar la precisión de los resultados, sobre todo en la determinación de las especies que figuran a nivel de género proveniente de los bosques de las distintas ecozonas.

- Destinar mayor presupuesto para ejecutar el control de calidad y mejorar la incertidumbre sobre la información que se elabore en base a los datos de campo del INFFS.
- Los datos del INFFS deben servir para suministrar información de las especies amenazadas en las que se debe efectuar la evaluación de sus poblaciones naturales como por ejemplo de *Mauritia flexuosa*, *Ceiba pentandra*, *Dypteryx micrantha*, *Maquira coriácea* y algunas especies del género *Virola* que se comercializan en el mercado externo como *Virola albidiflora* y *Virola duckei*.
- Revisar la lista de especies amenazadas aprobado mediante Resolución Ministerial N°043-2006-AG en relación con la inclusión de las especies *Clarisia biflora*, *Clarisia recemosa* y *Parahancornia peruviana* por los motivos expuestos en la sección discusión.
- Se debe prestar mayor atención a la limpieza y organización de la base de datos, debido a que aún se ha encontrado algunas inconsistencias en los atributos de las variables cuantitativas y cualitativas, como por ejemplo en la taxonomía de las especies, en los registros de diámetros y alturas de algunas especies en las distintas ecozonas y algunos vacíos con respecto a los atributos cualitativos de los árboles.
- Desarrollar una estrategia para la evaluación de un mayor número de unidades muestrales de la ecozona Selva Alta de Dificil Acceso, ya que este espacio es importante porque confina especies endémicas y desconocidas que pueden constituirse en especies nuevas para la ciencia o registros nuevos para nuestro país y que podrían ser valiosos desde el punto de vista económico y ecológico. Por otro lado, los bosques montanos son importantes proveedores de servicios ecosistémicos y constituyen la cabecera de la macrocuenca de la Amazonía peruana.
- Utilizar con mucha cautela la información generada en este informe para la valoración del bosque en su estado natural, debido a que constituye una información de tipo preliminar que se irá nutriendo conforme se registre mayor número de unidades muestrales.
- Extender el adiestramiento en el procesamiento de datos en Evalidator (Software especializado en procesamiento de datos del INFFS) a fin de que un mayor número de personas pueda acceder a este aplicativo y explotar de esta manera las potencialidades que brinda.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

---

- Aguilar, J. 2014. Estructura horizontal y volumen maderable en bosques del ámbito de la carretera Iquitos – Nauta, Loreto, Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNAP. Iquitos, Perú. 71 p.
- Aguilar, P. 1994. Características Faunísticas del Norte del Perú. *Arnaldoa* 2(1):77-102.
- Aguirre, N.; M. Añazco, K. Cueva, A. Pekkarinen, C. Ramírez, X. Salazar y G. Sánchez. 2010. Manual de Campo. Versión 2010. Proyecto Evaluación Nacional Forestal/Ministerio de Ambiente del Ecuador. 89 p.
- Aguirre-Mendoza, J.; R. Linares-Palomino y L.P. Kvist. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13: 324-350
- Aguirre-Mendoza, Z. & G. Geada-López. 2015. Regeneración natural del bosque seco de la provincia de Loja y utilidad para el manejo local. *Revista Forestal Baracoa* V34 (1):79-86
- Aider. 2013. Línea Base del Proyecto: Mejorando capacidades para elaborar proyectos REDD en Ecosistemas de Bosque Seco. 58 p.
- Alverson, W.S., L.O. Rodriguez, D.K. Moskovits (eds.). 2001. Perú: Biabo Cordillera Azul. Rapid Biological Inventories Report 2. Chicago IL: The Field Museum. 76 p.
- Anderson, A. B. 1978. Aspectos florísticos y fitogeográficos de campinas e campinaranas, na Amazônia Central, Manaus. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas). Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/ Fundação da Universidade do Amazonas, Manaus. 83 p.
- Anderson, A. B. 1981. White-Sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotrópica* 13(3): 199-210.
- Anderson, G. 2005. Estudio sobre la dispersión de semillas por *Colossoma macropomum* "gamitana" y *Piaractus brachypomus* "paco" en los bosques inundables de la Reserva Nacional Pacaya- Samiria, Loreto- Perú. Iquitos, Perú. 15 p.
- Angulo, A. 2014. Guía de Aves del Santuario Histórico Bosque de Pómac.
- Anónimo. 1989. Enciclopedia del Perú. Región Grau: Tumbes (primera parte). Tomo III. Documental del Perú, Lima.
- Anónimo. 1994-1997. Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. 3 Volumes. Wwf & Uicn. Uicn Publications Unit, Cambridge.
- Anónimo. 1992. Estado de la conservación de la diversidad natural de la región noroeste del Perú. Centro de Datos para la Conservación, Lima.
- Anónimo. 2001a. Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Noroeste 2001-2010. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Tumbes.

- Anónimo. 2001b. Plan Maestro del Parque Nacional Cerros de Amotape. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes.
- Anónimo. 2002. Manual Divulgativo de Especies Forestales de la Reserva de Biosfera del Noroeste. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes.
- Antón, D. y Reynel, C. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de Ladera de Colinas en Bosque Premontano: Microcuenca de Tirol, valle de Chanchamayo, 1000-1500 msnm. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños Unalm/Fiu Aprodos / Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Editores. Segunda edición. Lima. 221-262 pp.
- Aquino, R. 2005. Alimentación de mamíferos de caza en los “aguajales” de la Reserva Nacional Pacaya Samiria (Iquitos-Perú). *Revista Peruana de Biología* V12 (3): 10 p.
- Araujo-Murakami, A.; A.G. Parada, J.J. Terán, T.R. Baker, T.R. Feldpausch, O.L. Phillips, R. J.W. Brienen. 2011. Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú; una comparación entre bosques de tierra firme y de bajos. *Rev. Perú. Biol.* 18(1): 113 – 118.
- Arias, E.; R. Cadenillas y V. Pacheco. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología* V16 (2). Lima. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000200010&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332009000200010&script=sci_arttext)
- Armstrong, W.; R. Brandle y M. Jackson. 1994. Mechanisms of flood tolerance in plants. *Acta Botanica Neerlandica*, 43 (4): 307-358.
- Ayres, J. 1995. As matas de várzea do mamirauá. MCT - CNPq Sociedade Civil Mamirauá. Brasil. 123 p.
- Baker, T.R., O.L. Phillips, Y. Malhi, S. Almeida, L. Arroyo, A. Di Fiore, T. Killeen, S. Laurance. 2004. Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forest biomass. *Global Change Biology* 10, 545 - 562.
- Balslev, H.; J. Luteyn, B. Øllgaard, L. Holm-Nielsen. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botanica*, 92: 37-57.
- Barrena, V., C. Vargas, C. Zúñiga y R. Guillén. 2011. Bases técnicas del Inventario Nacional Forestal. Unalm. Lima. 64 p.
- Barrena, V., C. Vargas, C. Zúñiga y R. Guillén. 2013. Resumen de las discusiones técnicas sobre los criterios del INF. UNALM. Lima. 73 p.
- Block M. & M. Richter. 2000. Impacts of heavy rainfalls in El Niño 1997/98 on the vegetation of Sechura Desert in Northern Perú (A preliminary report). *Phytocoenologia* 30 (3-4):491-517.
- Bodmer, R. 1989. Frugivory in Amazonian Ungulates. Doctoral dissertation. University of Cambridge. United Kingdom. 158 p.
- Brack-Egg, E. 1986. Las ecorregiones del Perú. *Boletín de Lima*, 44:57-70.

- Brack-Egg, E. y C. Mendiola. 2000. Ecología del Perú. Editorial Bruño/PNUD, Lima, Perú.
- Brako, J. & L. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. Missouri Botanical Garden Monographs in Systematic Botany 45. 1286 p.
- Bravo, A.; R. Borman. 2008. Mamíferos. En: Ecuador-Perú: Cuyabeno-Güepí. Rapid Biological and Social Inventories Report 20. W.S Alverson, C. Vriesendorp, A. del Campo, D.K. Moskovits, D.F. Stotz, M. García D. y L.A. Borbor L. (eds.). The Field Museum, Chicago. 105–111.
- Bridgewater, S., R.T. Pennington, C.A. Reynel, A. Daza & T.D. Pennington. 2003. A preliminary floristic and phytogeographic analysis of the woody flora of seasonally dry forests in northern Peru. *Candollea* 58: 129-148
- Brightsmith, D. y A. Bravo. 2006. Ecology and Management of Nesting Blue-and-Yellow Macaws (*Ara ararauna*) in *Mauritia* Palm Swamps. *Biodiversity & Conservation* V 15(13): 4271-4287.
- Brinson, M. 1990. Riverine forests. En: A.E. Lugo, M. Brinson, S. Brown (Editores), *Forested wetlands*. Elsevier, Amsterdam. 87-141.
- Cadenillas, R. 2010. Diversidad, Ecología y análisis biogeográfico de los murciélagos del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes Perú. Tesis de grado para optar el grado académico de Magíster en Zoología con mención en Sistemática y Evolución. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 107 p.
- Campbell, D.; C. Douglas, G. Prance & U. Maciel. 1986. Quantitative ecological inventory of terra firme and várzea tropical forest on the Rio Xingu, Brazilian Amazon. *Brittonia* V 38(4): 369-393.
- Cano, A. 1994. Sinopsis de la Flora Fanerogámica Altoandina del Parque Nacional del Manu, Cusco. Tesis para Optar el Grado de Magister en Botánica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. 216 p.
- Carnegie & Minam. 2014. La geografía del carbono en alta resolución del Perú; un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú. Lima, Perú. 69 p.
- Caro, S, Reynel, C. y Antón, D. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de Ladera de Colinas en Bosque Premontano: Fundo Génova-UNALM, valle de Chanchamayo, 1000-1500 msnm. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños UNALM/FIU, APRODES / Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Editores. Segunda edición. Lima. 187-220 pp.
- Carrillo, N. & J. Icochea. 1995. Lista taxonómica preliminar de los reptiles vivientes del Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A)* 49: 1-27.
- Cdc-Unalm. 1993. Evaluación ecológica de la Reserva Nacional Pacaya-Samiria. UNA La Molina. Lima. 105 p.
- Cdc-Wwf. 2002. Complejo de humedales del Abanico del río Pastaza; evaluación ecológica rápida del Abanico del Pastaza. CDC - WWF. 76 p.

- Chao, K.J., O. Phillips, T. Baker, J. Peacock, G. Lopez-Gonzalez, R. Vasquez, A. Monteagudo & A. Torres-Lezama. 2009. After trees die: quantities and determinants of necromass across Amazonia. *Biogeosciences* 6:1615-1626.
- Chávez-Villavicencio. C. 2013. Las aves de la ciudad de Piura, Perú y sus alrededores: ocho años mirando al cielo. *The Biologist* (Lima). V 11(2): 193-204.
- Che Piu, H.; Menton, M. 2013. Contexto de Red + en Perú: Motores, actores e instituciones. Documentos Ocasionales 90. Centro Internacional de Investigación Forestal. Bogor, Indonesia. 68 p.
- Cleef, A.M.; Rangel, O.C.; Van der Hammen, T. & Jaramillo, R. 1984. La vegetación de las selvas del transecto Buritaca. *In*: Van der Hammen, T. & Ruíz, P.M. (eds.). La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia), Transecto Buritaca-La Cumbre. *Studies on Tropical Andean Ecosystems* 2. J. Cramer, Berlin. Pp. 267-406.
- Clinebell, R., O. Phillips, A. Gentry, N. Strak, y H. Zuuring. 1995. Prediction of neotropical tree and liana species richness from soil and climatic data. *Biodiversity and conservation* 4: 56-90.
- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. Tercera edición. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Condit, R.; R. Hubbell, J. Lafrankie, R. Sukumar, N. Manokaran, R. Foster & P. Ashton. 1996. Species – area and species – individual relationships for tropical trees: a comparison of three 50 – ha plots. *Journal of Ecology* 84: 549–562.
- Connell, J.H. 1979. Intermediate-disturbance hypothesis. *Science* 204:1303-1344
- Cummings, D.L.; J.B. Kauffman, D.A. Perry, R.F. Hughes. 2002. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 163: 293–307.
- Dance, J. & W. Ojeda. 1979. Evaluación de los recursos forestales del trópico peruano. UNALM. Lima, Perú. 119 p.
- Dauber, E. 1995. Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento. Documento Técnico N° 21. Santa Cruz, Bolivia. 24 p.
- Delgado, C.; G. Couturier, P. Mathews, K. Mejía. 2008. Producción y comercialización de la larva de *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Dryophoridae) en la Amazonía peruana. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, N°41:407-412.
- Dixon, J.R. & P. Soini. 1975. The reptiles of the upper Amazon Basin, Iquitos Region, Perú. I. Lizards and amphisbaenians. *Contr. Biol. Geol. Milwaukee Publ. Mus.* 4:1-58.
- Dixon, J.R. & P. Soini. 1976. The reptiles of the upper Amazon Basin, Iquitos Region, Perú. II. Crocodilians, Turtles and Snakes. *Contr. Biol. Geol. Milwaukee Publ. Mus.* 12:1-91.
- Dourojeanni, P. 2008. Distribución y conectividad de bosques altoandinos (*Polylepis* spp.) en la cuenca alta del río Pativilca. Lima. 80 p.

- Dumont, J.; S. Lamotte, F. Kahn. 1990. Wetland and upland forest ecosystems in Peruvian Amazonia: Plant species diversity in the light of some geological and botanical evidence. *Forest Ecology and Management*, 33/34: 125-139 p.
- Encarnación, F. 1985. Introducción a la flora y la vegetación de la Amazonía peruana: estado actual de los estudios, medio natural y ensayo de claves de determinación de las formaciones vegetales en la llanura amazónica. *Candollea* 40(1): 237-252 pp.
- Endress, B.; Ch. Horn & M. Gilmore. 2013. *Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology and Management* V 302:346-353 p.
- FAO. 1979. Situación Actual del Sector Forestal en Perú. Revisado el 15/06/2016. <http://www.fao.org/docrep/007/j4024s/j4024s06.htm>
- FAO. 2010a. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Hacia la ordenación forestal sostenible. Roma-Italia.
- FAO. 2010b. Global Forest Resources Assessment. Main Report. Forestry Paper 163. Roma: FAO.
- FAO. 2014. Iniciativa Open Foris. (Disponible en <http://www.openforis.org>).
- Ferreira, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 40(1):241-256.
- Finer, M. S. Novoa. 2017. Derrumbes en la Amazonia Peruana. MAAP: 74
- Foster, R.B. 1990a. Long-term change in the successional forest community of the Rio Manu floodplain. *In*: A.H. Gentry (Editor), Four neotropical rainforests. Yale University Press, New Haven and London, 565–572.
- Foster, R.B. 1990b. The floristic composition of the Rio Manu Floodplain forest. *In*: A.H. Gentry (Editor), Four neotropical rainforests. Yale University Press, New Haven, pp. 99 – 111.
- Franco-Rosselli, P.; J. Betancur & J. Fernández-Alonso. 1997. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. *Caldasia* 19 (1-2): 205-234.
- Freitas, L. 1996a. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N° 21. Iquitos, Perú. 73 p.
- Freitas, L. 1996b. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. Documento Técnico N° 26. 77 p
- Freitas, L.; E. Otárola, D. Del Castillo, C. Linares, P. Martínez y G. Malca. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de Carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N°29. Segunda Edición. 64 p.



- Frost, D. 2014. Amphibians Species of the World (Version 6.0): An Online Reference. New York, USA: American Museum of Natural History. Recuperado de <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>.
- Galindo, T.R.; J. Betancur & M.J. Cadena. 2003. Biological Diversification in the Tropics. Columbia University Press, New York.
- García, D. y D. Del Castillo. 2013. Estimación del almacenamiento de carbono y estructura en bosques con presencia de Bambú (*Guadua sarcocarpa*) de la Comunidad Nativa Bufo Pozo, Ucayali, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica V 22 (1-2):105 – 113.
- García, D., E. Honorio y D. Del Castillo. 2012. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali – Perú. Revista Folia Amazónica V 21 (1-2):153 -160.
- García, A. y J. Pinto. 2001. Diagnóstico de la demanda de *Mauritia flexuosa* Lf. “aguaje”, en la ciudad de Iquitos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 39 p.
- Gentry, A. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. In: M.K. Hecht. B. Wallace, G.T. Prance (Editors), Evolutionary biology. Volume 15 Plenum Press, New York, pp. 1-84.
- Gentry, A. 1986. Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para el desarrollo de la Amazonía. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, V 16(61):101-116.
- Gentry, A. 1988a. Tree species richness of upper Amazonian Forests. Proc. Nat. Acad. Sci. 85: 156-159.
- Gentry, A. 1988b. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. En: Annals of the Missouri Botanical Garden. 75: 1-34.
- Gentry, A. 1989. Northwest South America (Colombia, Ecuador and Peru). In: Campbell, D. & Hammond, H.D. (eds.). Floristic inventory of tropical forests. The New York Botanical Garden, New York. Pp. 392-400.
- Gentry, A. 1992. Diversity and floristic composition of Andean forest of Peru and adjacent countries: implications of their conservation. In: Young, K.R. & Valencia, N. (eds.). Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural 21. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Pp. 11-29.
- Gentry, A. 1995. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En: M. Kappelle & D. Brown (eds.), Bosques Nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia Costa Rica. 107–121 pp.
- Gentry, A. & J. López. 1980. Deforestation and increased flooding of the upper Amazon. Science, 210:1354-1356.
- Gentry, A. y R. Ortiz. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. Kalliola, R.,

- Puhakka, M., Danjoy, W. Editores. Proyecto Amazonía – Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 155-166 p.
- Gentry, A. & R. Vásquez. 1988. Where have all the Ceibas gone? A case history of mismanagement of a Tropical Forest Resource. *Forest Ecology and Management*, 23:73-76.
- Gill, C. 1970. The flooding tolerance of woody species – a review. *Forestry Abstracts*, V 31(4): 671-688.
- Gilmore, M. P.; C. Vriesendorp, W.S. Alverson, A. del Campo, R. von May, R.; C. López Wong & S. Ríos-Ochoa. 2010. Perú: Majuna. Rapid Biological and Social Inventories Report 22. The Field Museum, Chicago. 140 p.
- Girardin, C. A.; Y. Malhi, M. Mamani, W. Huaraca-Huasco, L. Durand, K.L. Feeley, J. Rapp, J.E. Silva-Espejo, M. Silman, N. Salinas & R.J. Whittaker. 2010. Net primary productivity and its allocation along a tropical forest elevation transect in the Peruvian Andes. *Global Change Biology* 16 (12): 3176-3192.
- Girardin, C.A.J.; W. Farfan-Rios, K. Garcia, K. Feeley, P. Jørgensend, A. Araujo-Murakami, L. Cayola, R. Seidel, N. Paniagua, A. Fuente, C. Maldonado, M. Silman, N. Salinas, C. Reynel, D. Neill, M. Serrano, C. Caballero, M.A. La Torre, M. Macía, T. Killeen & Y. Malhia. 2013. Spatial patterns of above-ground structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology & Diversity* ahead-of-print. 7(1-2): 161-171
- Gonzales, M. 1971. Estudio sobre la densidad de poblaciones de aguaje (*Mauritia* sp.) en Tingo María - Perú. Universidad Nacional Agraria – La Molina. *Revista Forestal Del Perú*, V5:41 -53
- Guzmán, W. 2004. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo Sostenible de Sistemas de “Aguajal” en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). En: Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales: Resultados del Segundo Programa de Becas 2002-2003. Roger Loyola Gonzáles y Eduardo García Zamora (Editores). INRENA-USAID. Lima, Perú. 269-302 pp.
- Hammen Van der, T. 1982. *Paleoecology of Tropical America*, 60-66 p.
- Herrera M., J. Del Valle & S. Orrego. 2001. Biomasa de la vegetación herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales y secundarios de Colombia. Universidad Nacional de Colombia. [http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio\\_carbono/28\\_Herrera.PDF](http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/28_Herrera.PDF)
- Hocquenghem, A.M. 1998. Una Historia del bosque seco. Págs. 231-254 en: A. Cuba Salerno (ed.). *Memorias del Seminario Internacional Bosque Seco y Desertificación*. Instituto Nacional de Recursos Naturales-Proyecto Algarrobo, Lambayeque.
- Honorio, E. & T. Baker. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo de carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Universidad de Leeds. Primera edición. Lima. 54 p.
- Honorio, E., J.E. Vega y M.N. Corrales. 2015. Diversidad, Estructura y Carbono de los bosques aluviales del Noreste peruano. *Revista Folia Amazónica* V 24(1): 55-70.

- Hurtado M., C. 2015. Riqueza y abundancia de macromamíferos terrestres en la margen nor-oriental del Parque Nacional Cerros de Amotape. Tesis para optar el título de Biólogo con mención en zoología Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. 67 p.
- Instituto Nacional Forestal de Nicaragua. 2009. Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008. Managua: INAFOR. 229 p.
- Irion, G., J. Junk & J. De Mello. 1997. The large central Amazonian river floodplain nears Manaus: geological, climatological, hidrological and geomorfological aspects. In: J. Junk (Editors), The Central Amazon floodplain. Ecological of a pulsing system. Springer-Verlag, Berlina, 23-46 pp.
- Joppa, L.; L. Roberts, N. Myers y S. Pimme. 2010. Biodiversity hotspots house most undiscovered plant species. *Proceedings of the National Academy of Science of the U.S.A.* 32(108): 13171-13176.
- Junk, W. 1989. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. En: L.B. Holm-Nielsen, I.C. Nielsen, H. Balslev (Editores), *Tropical forests. Botanical dynamics, speciation and diversity*. Academic Press Limited, 47-64 pp.
- Kahn, F. & K. Mejía. 1989. Las palmeras nativas de importancia económica en la Amazonía peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. *Folia Amazónica* V1: 103-116
- Kahn, F. & K. Mejía. 1991. Las comunidades de palmeras en los ecosistemas forestales inundables de la Amazonía peruana. *Folia Amazónica* V 3: 47-58.
- Killeen, T.; A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14(6): 803-827.
- Lampretch, H. 1990. Silvicultura en los trópicos; los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Traducido por Antonio Carrillo. Alemania. 335 p.
- Leal-Pinedo, J.M. & R. Linares-Palomino. 2005. Los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia* 27(2): 195-211.
- Leuschner, C.; A. Zach, G. Moser, J. Homeier, S. Graefe, D. Hertel, B. Wittich, N. Soethe, S. Lost, N. Röderstein, V. Horna & K. Wolf. 2013. The Carbon Balance of Tropical Mountain Forests Along an Altitudinal Transect. *Ecological Studies*. 221:117-139
- Linares, C. 2011. Sistematización de información sobre los recursos forestales. Informe Final. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, Lima - Perú. Proyecto: FAO GCP/GLO/194/MUL. "Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático". Lima, Perú. 248 p.
- Linares-Palomino, R. 2004. Los bosques tropicales estacionalmente secos: II Fitogeografía y composición florística. *Arnaldia* 11(1):103-138.
- Linares-Palomino, R. & S.I. Ponce. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerro de Amotape Cordillera, Tumbes, Perú. *Forest Ecology and Management* 209: 261-272.

- Linares-Palomino, R. 2005. (en línea). Annotated Checklist of the woody plants in Peruvian seasonally dry forests. <rbg-web2.rbge.org.uk/dryforest/database.htm>. Acceso 28/8/2008.
- Linares-Palomino, R. & S. Ponce-Álvarez. 2009. Structural patterns and floristics of a seasonally dry forest in Reserva Ecológica Chaparri, Lambayeque, Peru. *Tropical Ecology* 50(2): 305-314.
- Linares-Palomino, R.; L.P. Kvist, Z. Aguirre-Mendoza & C. Gonzales-Inca. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19: 169-185.
- Linares-Palomino, R.; L. García-Naranjo, E. Cortez, J. de Rutte, M. Monzon-Ramos, & G. Pinedo-Alonso. 2012. Estructura y florística en cuatro tipos de bosque estacionalmente seco de Tumbes, Perú. *Arnaldia* 19(1): 47-56.
- López-Valenzuela, G.C.A. 2015. Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo Violeta (Distrito Tahuamanu – Madre de Dios). Tesis para optar el título de Licenciado en Geografía y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú. 75 p.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurements. Chapman and Hall, Londres. 179 p.
- Magurran, A. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing. Oxford. 256 p.
- Málaga, N.; R. Guidici, C. Vargas y E. Rojas. 2014. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques del Perú. MINAM. Lima, Perú. 65 p.
- Malleux, J. 1971. Estratificación forestal con uso de fotografías aéreas. Universidad Nacional Agraria, Lima. Vol I. 82 p.
- Malleux, J. 1973. Análisis de Dispersión de 10 Especies Forestales de un Bosque Húmedo Tropical. Universidad Nacional Agraria. *Revista Forestal del Perú*, V 5 (1-2): 1-12.
- Malleux, J. 1975. Mapa Forestal del Perú. Memoria explicativa. Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Manejo Forestal. Lima, Perú. 161 p.
- Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. Universidad Nacional Agraria, Lima.
- Mamani-Condori, J.L. 2012. Stock de carbono aéreo en un bosque con paca de terrazas altas de la concesión de conservación “Gallocunga”, Sector Baltimore, Distrito Tambopata, Madre de Dios – Perú. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.
- Managed Forest E.I.R.L. 2013. Estimación del carbono almacenado en la biomasa del bosque de las Comunidades Nativas de Calleria, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Roya, Curiaca, Pueblo Nuevo del Caco y Puerto Nuevo en la región de Ucayali – Perú. Proyecto “Puesta en valor de los servicios ambientales de los bosques de 7 Comunidades Nativas”. Organización Internacional de las Maderas Tropicales – OIMT. Lima, Perú. 41 p

- Mansilla-Astete, H. 2001. Aspectos económicos de la captura de CO<sub>2</sub> en especies nativas: Caso bosque de Queuña Qocha en el valle de Ollantaytambo, Cusco, Perú. En Valoración Económica de la Diversidad Biológica y Servicios Ambientales en el Perú. IRF-BIOFOR. Glave, M. y R. Pizarro (Editores). Lima, Perú. 406 – 438 p.
- Manson, R.; J. Jardel Peláez, M. Jiménez-Espinoza, C. Escalante-Sandoval. 2009. Perturbaciones y desastres naturales: impactos sobre las ecorregiones, la biodiversidad y el bienestar socioeconómico, en Capital natural de México, V II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México. 131-184.
- Marcelo-Peña, J.L., Reynel, C. 2014. Patrones de diversidad y composición florística de parcelas de evaluación permanente en la Selva Central de Perú. Rodriguésia V65(1):35-47. Jardim Botânico de Río de Janeiro. Brasil
- Martínez, P. 2010. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Valle del Río Apurímac - VRA. Iquitos – Perú. 64 p.
- McRoberts, R., E. Tomppo & R. Czaplewski. 2014. Sampling designs for National Forest Assessments in Knowledge Reference for National Forest Assessments. FAO. [www.fao.org/forestry/fma/en](http://www.fao.org/forestry/fma/en).
- Mendoza, H. 1999. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. Caldasia 21(1):70-94.
- Mejía, K. 2000. Palmerales de la reserva Nacional Pacaya Samiria. Informe final. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 38 p.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012a. Evaluación Nacional Forestal, revisada el 10/05/16. <http://www.ambiente.gob.ec/evaluacion-nacional-forestal-del-ecuador-enf/>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2012b. Manual de campo, revisado el 10/05/16 <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Manual-2012-bosques-liviano-9.pdf>
- Ministerio de Agricultura. 1996. Guía Explicativa del Mapa Forestal del Perú 1995. Instituto Nacional de Recursos Naturales – Inrena, Dirección General Forestal Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Forestal Natural. 100 p.
- Ministerio de Agricultura. 2012. Estadística forestal del Perú 2000 – 2010. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Lima. 201 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego, Ministerio del Ambiente & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2014. Marco Metodológico del INFFS. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Lima. 62 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego & Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 2015. Inventario Forestal en la zona 7 y 8 del bosque de producción permanente en las provincias de Ramón Castilla y Maynas en el departamento de Loreto. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú. 180 p.
- Ministerio de Agricultura y Ministerio del Ambiente. 2013. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Datos de

- campo del muestreo forestal en las ecozonas hidromórfica y de tierra firme (Loreto) y en zona costera (Piura y Lambayeque). Lima: MA-MINAM.
- Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), Ministerio del Ambiente (Minam) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Fao). 2014. Memoria descriptiva del mapa de ecozonas. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático. Documento de Trabajo. Lima. 26 p.
- Minagri, Minam, Fao y Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia. 2014. Marco Metodológico del Inventario Nacional Forestal. Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático en el Perú - INF, GCP/GLO/194/MUL. Primera edición. 60 p.
- Ministerio del Ambiente (Minam). 2011. El Perú de los bosques. Lima. 140 p.
- Ministerio del Ambiente. 2013. Inventario de la flora vascular de las cuencas de los ríos Nanay, Itaya y Tahuayo. Lima: Minam.
- Ministerio del Ambiente. 2015a. Mapa Nacional de Cobertura Vegetal; Memoria descriptiva. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Forestal Natural. 100 p.
- Ministerio del Ambiente. 2015b. Inventario y evaluación de los bosques de las cuencas de los ríos Itaya, Nanay y Tahuayo en el departamento de Loreto. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. 140 p.
- Mittermeier, R. A., P. Robles Gil, M. Hoffman, J. Pilgrim, T. Brooks, C. Goettsch Mittermeier, J. Lamoreux & G. A. B. Da Fonseca. 2005. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Conservation International. Washington.
- Monasterio, M. & F. Vuilleumier. 1986. High Tropical Mountain Biota of the World, pp. 3-7. En: Vuilleumier, F. y M. Monasterio (Eds.), High Altitude Tropical Biogeography. Oxford University Press, Oxford.
- Morizaki, A. 1998. Política de manejo de los bosques secos. En: Memorias del Seminario Internacional Bosque Secos y Desertificación. Proyecto Algarrobo – Inrena. Ministerio de Agricultura. Lima. 3-9.
- Moser, G.; C. Leuschner, D. Hertel, S. Graefe, N. Soethe & S. Lost. 2011. Elevation effects on the carbon budget of tropical mountain forests (Ecuador): the role of the belowground compartment. *Global Change Biology*. 17(6): 2211-2226.
- Murillo, M. 1995. Manejo de bosque en la Comunidad Campesina Depabur en el Distrito de La Matanza, Provincia de Morropón, Departamento de Piura. 151 p.
- Mwima, P. M. & A. Mcneilage. 2003. Natural regeneration and ecological recovery in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. *African Journal of Ecology* 41(1):93-98.
- Nascimento, H.E.M. & W.F. Laurance. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*. 168 (1-3): 311-321.

- Nebel, G. 2000. Árbol de la llanura aluvial amazónica *Maquira coriacea* (Karsten) C.C. Berg: aspectos de ecología y manejo. *Revista Folia Amazónica* V11(1-2): 5-30
- Nebel, G.; L.P. Kvist, J. Vanclay, H. Vidaurre. 2000. Dinámica de los bosques de la llanura aluvial inundable de la Amazonía peruana: efectos de las perturbaciones e implicancias para su manejo y conservación. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Revista Folia Amazónica* V11 (1-2): 65-97.
- Nebel, G.; L.P. Kvist, J. Vanclay, H. Christensen, L. Freitas y J. Ruiz. 2000. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la Amazonía peruana: I El Bosque Alto. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Revista Folia Amazónica* V 10 (1-2): 91-149
- Novoa, S. y M. Finer. 2017. Vientos huracanados en los últimos 12 años en Perú. MAAP: 70.
- Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - ONERN. 1975. Inventario, evaluación e integración de los recursos naturales de la zona Iquitos, Nauta, Requena y Colombia Angamos. Lima. Perú. 269 p.
- Pacheco V.; R. Cadenillas y S. Velazco. 2007. Noteworthy bat records from the Pacific Tropical rainforest region and adjacent dry forest in northwestern Peru. *Acta Chiropterologica* 9(2): 409–422.
- Pacheco V.; R. Cadenillas, E. Salas, C. Tello y H. Zeballos. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1): 005-032.
- Pacheco V.; G. Marquez, E. Salas y O. Centty. 2011. Diversidad de mamíferos en la cuenca media del río Tambopata, Puno, Perú. *Revista Peruana de Biología* 18(2): 231–244.
- Padrón, E. & R. Navarro-Cerrillo. 2007. Aboveground biomas in *Prosopis pallida* (Humb. and Bonpl. Ex Willd.) H.B.K. ecosystems using Landsat 7 ETM+images. *Revista Chilena de Historia Natural* V80: 43-53.
- Palomino, D. 2007. Estimación del servicio ambiental de captura de CO<sub>2</sub> en la flora de los Humedales de Puerto Viejo. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencias Ambientales con mención en Control de la Contaminación y Ordenamiento Ambiental. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 86 p.
- Parker, T. 1991. Birds of Alto Madidi. En T. Parker & B. Bailey (eds.). A Biological Assessment of the Alto Madidi Region and adjacent areas of northwest Bolivia, pp. 21-23. Rapid Assessment Working Papers 1. Conservation International, Washington.
- Parra, F.; J. Torres y Ceroni, A. 2004. Composición florística y vegetación de una microcuenca andina: el Pachachaca (Huancavelica). Revisado el 25/06/2016 [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1726-22162004000100002&script=sci_arttext)
- Patton, J. 1982. Aboriginal perspectives of a mammals community in Amazon Peru: knowledge and utilization patterns among the Aguaruna Jivaro. En: M. Mares & H. Genowais (Editors). *Mammalian Biology in South America*. Pymentug Symp. Ecol. 6. 11-128 pp.
- Paucar, E. y K. Cjuno. 2015. Stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en un bosque de terraza alta presente en dos concesiones de reforestación en el sector Santa Rita Baja, distrito de Inambari, Madre de Dios. Tesis para optar el título profesional de

- Ingeniera Ambiental y Medio Ambiente. Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú. 166 p.
- Pekkarinen, A. 2012. Views and Consideration for Sampling Design. Presentación Taller "Criterios para el diseño del INF". Lima.
- Penn, J.; M. Sledright, Van, G. Bertiz y E. Guerra. 2008. Los aguajales y sus condiciones en el Río Tahuayo: Aportes para el Plan Maestro del Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu-Tahuayo (ACRCTT). Gobierno Regional de Loreto. Iquitos. 20 p.
- Peters, C.M., M.J. Balick, F. Kahn & A.B. Anderson. 1989. Oligarchic Forests of Economics Plants in Amazonia: Utilization and Conservation of an Tropical Important Tropical Resource. *Conservation Biology* 3(4):341-349
- Pitman, N.; R. Chase Smith, C. Vriesendorp, D.K. Moskovits, R. Piana, G. Knell y/and T. Wachter (Eds.). 2004. Perú: Ampiyacu, Apayacu, Yaguas, Medio Putumayo. Rapid Biological Inventories Report 12. Chicago, IL: The Field Museum. 273 p.
- Pitman, N., E. Ruelas-Izunza, D. Alvira, C. Vriesendorp, D.K. Moskovits, A. Del Campo, T. Watcher, D.F. Stotz, S. Noningo, E. Tuesta y/and R.C. Smiths (Eds.). 2012. Perú: Cerros de Kampankis. Rapid Biological and Social Inventories. Report 24. The Field Museum, Chicago. 164 p.
- Pitman, N.; E. Ruelas-Inzunza, C. Vriesendorp, D. Stotz, T. Wachter, A. del Campo, D. Alvira, B. Rodríguez-Grández, R. Chase Smith, A.R. Sáenz-Rodríguez y/and P. Soria-Ruiz (Eds.). 2013. Perú: Ere-Campuya-Algodón. Rapid Biological Inventories Report 25. Chicago, Illinois: The Field Museum. 172 p.
- Pitman, N.; C. Vriesendorp, y/and D.K. Moskovits (Eds.). 2003. Perú: Yavarí. Rapid Biological Inventories Report 11. Chicago, IL: The Field Museum. 106 p.
- Pitman, N.; C. Vriesendorp, D. Alvira, J.A. Morkel, M. Johnston, E. Ruelas-Izunza, A. Lancha-Pizango, G. Sarmiento-Valenzuela, P. Alvarez-Loayza, J. Homan, T. Watcher, A. Del Campo, D.F. Stotz y/and S. Heilpern (Eds.). 2014. Perú: Cordillera Escalera – Loreto. Rapid Biological and Social Inventories Report 26. The Field Museum, Chicago. 550 p.
- Plenge, M. 2016. Versión [07/05/2016] Lista de las Aves de Perú. Lima, Perú. Disponible en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>.
- Ponce, E.; Z. Aguirre, M. Gonzáles y O. Jadán. 2009. Inventario forestal y de materia orgánica como línea base para la estimación de la cantidad de carbono fijado en la Cordillera del Cóndor. Fundación Natura. Macas – Morona Santiago, Ecuador. 67 p.
- ProNaturaleza. 2005. Plan de manejo forestal de *Mauritia flexuosa* ("aguaje") en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. Iquitos.
- Puhakka, M. & R. Kalliola. 1993. La vegetación en áreas de inundación en la Selva Baja de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. R. Kalliola, M. Puhakka y W. Danjoy (Editores). Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 113-138 p.
- Puhakka, M.; R. Kalliola, J. Salo y M. Rajasilta. 1993. La sucesión forestal que sigue a la migración de los ríos en selva baja peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. R. Kalliola, M. Puhakka y W. Danjoy (Editores).



- Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 167-201 p.
- Ramirez, C. 2012. Memorias: Taller sobre criterios para la metodología y diseño del Inventario Nacional Forestal. Lima: MINAGRI, MINAM y FAO.
- Ramirez, C. y R.J. Rodrigo. 2005. Evaluación Nacional Forestal; Inventario Nacional Forestal de Guatemala 2002 – 2003. FAO, INAB. Guatemala. 129 p.
- Rangel, J.O. 1991. Ecología de ecosistemas Andinos en Colombia. Ph.D. Dissertation. Universidad de Amsterdam, Amsterdam. 392p.
- Rasal, M.; J. Troncos, C. Lizano, O. Parihuamán, D. Quevedo, C. Rojas y G. Delgado. 2011. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, Región Piura, Perú. Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. Ecología Aplicada, 10 V2: 61-74.
- Räsänen, M. 1993. La geohistoria y la geología de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. R. Kalliola, M. Puhakka & W. Danjoy (Editores). Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 43-67 p.
- Raven, P. y D. Axelrod. 1974. Angiosperm biogeography and past continental movements. Ann. Missouri Bot. Gard. 61: 539-673.
- Reynel, C. y E. Honorio. 2004. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de Ladera de Bosque Montano: Puyu Sacha (Pichita), valle de Chanchamayo, 2000-2500 msnm. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños Unalm/Fiu, Aprodes/Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Segunda edición. Lima. 45-98 pp.
- Reynel, C. y D. Antón. 2004a. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área Ribereña de Bosque Montano: Puyu Sacha (Pichita), valle de Chanchamayo, 2000-2500 msnm. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños Unalm/Fiu, Aprodes/Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Editores. Segunda edición. Lima. 99-142 pp.
- Reynel C. y D. Antón. 2004b. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de Cumbre de Colinas en Bosque Premontano: Fundo Génova-UNALM, valle de Chanchamayo, 1000-1500 msnm. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños Unalm/Fiu, Aprodes/Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Editores. Segunda edición. Lima. 143-186 pp.
- Reynel, C., D. Antón y S. Caro. 2004. Análisis comparativo de la diversidad y composición de la flora arbórea en los relictos de bosque del Valle de Chanchamayo. En: Relictos de Bosques de Excepcional Diversidad en los Andes Centrales del Perú. Reynel y Antón, Darwin Initiative Project 09/017, PBR/Proyecto de Investigación en Bosques Ribereños UNALM/FIU, APRODES / Asociación Peruana para la Promoción del Desarrollo Sostenible. Editores. Segunda edición. Lima. 303-314 pp.

- Richards, P. 1969. Speciation in the tropical rain forest and the concept of the niche. *Biol J Linn Soc*, 1:149-153.
- Rodriguez, F.; M. Rodriguez y P. Vásquez. 1995. Realidad y perspectivas; la Reserva Nacional Pacaya - Samiria; análisis integrado. ProNaturaleza Fundación para la Conservación de la Naturaleza. 132 p.
- Roeder, M.A. 2004. Diversidad y Composición Florística de un área de Bosque de Terrazas en la Comunidad Nativa Aguaruna Huascayacu, en el Alto Mayo, San Martín - Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 178 p.
- Roukolainen, K. y H. Tuomisto. 1993. La vegetación de terrenos no inundables (tierra firme) en la selva baja de la Amazonía peruana. En: Amazonía peruana; vegetación húmeda tropical en el llano subandino. R. Kalliola, M. Puhakka y W. Danjoy (Editores). Universidad de Turku, Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Finlandia. 139-153 p.
- Ruiz, J. 1993. Alimentos del Bosque Amazónico: Una alternativa para la protección de los bosques tropicales. Montevideo, Uruguay. UNESCO/ORCYT. 226 p.
- Sagastegui, A., M. O. Dillon, I. Sánchez, S. Leiva y P. Lezama. 1999. Diversidad Florística del Norte del Perú. Tomo I. Edit. Graficart, Trujillo.
- Sánchez M., J. Troncos, C. Lizano, O. Parihuamán, D. Quevedo. 2010. Características edáficas y composición florística del bosque estacionalmente seco la Menta y Timbes, región Piura, Perú
- SERNANP sf-publicación. Plan Maestro 2011-2015 de la Reserva Nacional de Tumbes. pp 172. Revisado el 13/07/16 en el siguiente link. [http://www.tfcaperu.org/plan\\_maestro\\_contenido.pdf](http://www.tfcaperu.org/plan_maestro_contenido.pdf)
- Stanley, S. A. 1997. Guía para la interpretación de resultados de un inventario forestal para concesiones en Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Informe Técnico N° 297. Colección Manejo Forestal en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, Publicación N° 8. Catie – Costa Rica. 38 p.
- Steege, H.T.; N.C.A. Pitman, D. Sabatier, C. Baraloto, R.P. Salomão, J.E. Guevara, O.L. Phillips, C.V. Castilho, W.E. Magnusson, J.F. Molino, A. Monteagudo, P. Núñez Vargas, J.C. Montero, T.R. Feldpausch, E. Honorio-Coronado, T.J. Killeen, B. Mostacedo, R. Vasquez, R.L. Assis, J. Terborgh, F. Wittmann, A. Andrade, W.F. Laurance, S.G.W. Laurance, B.S. Marimon, Ben-Hur Jr. Marimon, I.C. Guimarães Vieira, L. Leão Amaral, B. Brien, H. Castellanos, D. Cárdenas-López, J.F. Duivenvoorden, H.F. Mogollón, F.D. de Almeida Matos, N. Dávila, R. García-Villacorta, P.R. Stevenson Diaz, F. Costa, T. Emilio, C. Levis, J. Schietti, P. Souza, A. Alonso, F. Dallmeier, A.J. Duque Montoya, M.T. Fernandez Piedade, A. Araujo-Murakami, L. Arroyo, R. Gribel, P.V.A. Fine, C.A. Peres, M. Toledo, C. Aymard, T.R. Baker, C. Cerón, J. Engel, T.W. Henkel, P. Maas, P. Petronelli, J. Stropp, C.E. Zartman, D. Daly, D. Neill, M. Silveira, M. Ríos Paredes, J. Chave, D. Andrade Lima Filho de, P. Møller Jørgensen, A. Fuentes, J. Schöngart, F. Cornejo Valverde, A. Di Fiore, E. Jimenez, M.C. Peñuela Mora, J.F. Phillips, G. Rivas, T.R. Andel, van, P. Hildebrand, von, B. Hoffman, E.L. Zent, Y. Malhi, A. Prieto, A. Rudas, A.R. Ruschell, N. Silva, V. Vos, S. Zent, A.A. Oliveira, A. Cano Schutz, T. Gonzales, M.T. Nascimento, H. Ramirez-Angulo, R. Sierra, M. Tirado, M.N. Umaña Medina, G. Heijden, van der, C.I.A.Vela, E. Vilanova-Torre, C. Vriesendorp, O. Wang, K.R. Young, C. Baider, H. Balslev, C. Ferreira, C.; I. Mesones, A. Torres-Lezama, L.E.

- Urrego Giraldo, R. Zagt, M.N. Alexiades, L. Hernandez, I. Huamantupa-Chuquimaco, W. Milliken, W. Palacios-Cuenca, D. Pauletto, E. Valderrama-Sandoval, L. Valenzuela-Gamarra, K.G. Dexter, K. Feeley, G. Lopez-Gonzalez, M.R. Silman. 2013. Hyperdominance in the Amazonian Tree flora. *Science* V 342: 1243092-1 – 1243092-9.
- Tarazona, R. 1998. Variabilidad de los bosques secos en la Costa norte del Perú. En: *Memorias del Seminario Internacional Bosque Secos y Desertificación. Proyecto Algarrobo – Inrena. Ministerio de Agricultura. Lima.* 297-317.
- Tuomisto, H.; Ruokolainen, K. 1998. Uso de especies indicadoras para determinar características del bosque y de la tierra. En: Kalliola, R.; Flores Paitán, S. (Eds.). *Geoecología y desarrollo amazónico: estudio integrado en la zona de Iquitos, Perú. Annales Universitatis Turkuensis Ser. A II* 114: 481-491.
- Uetz, P. & J. Hallermann. 2014. The Reptile Database. (01 July 2014). Recuperado de [http://reptile-database.reptarium.cz/advanced\\_search](http://reptile-database.reptarium.cz/advanced_search)
- UICN Red List of Threatened Species. 2015. Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 24 March.
- Vacalla, F. 2014. Plan de manejo de *Mauritia flexuosa* “aguaje” de las comunidades Veinte de Enero y Buenos Aires, Yanayacu Pucate (Reserva Nacional Pacaya–Samiria. Comapa, Acorena, Ormarena, Pronaturaleza, Sernanp, ACB Perú. Iquitos. 42 p.
- Venegas, P. 2005. Geographic distribution. *Eleutherodactylus lymani*. *Herpetol. Rev.* 36(1): 73- 74.
- Vieira, D., A. Scariot. 2006. Principles of Natural Regeneration of Tropical Dry Forests for Restoration. Society for Ecological Restoration International: March 2006. *Restoration Ecology* V 14(1): 11-20.
- Villarreal, H.; M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p.
- Vriesendorp, C.; L. Rivera-Chávez, D. K. Moskovits, D. and J. Shopland (Eds.). 2004. Perú: Megantoni. Rapid Biological Inventories Report 15. Chicago, Illinois: The Field Museum. 300 p.
- Vriesendorp, C., T.S. Scholemberg, W.S. Alberson, D.K. Moskovits y/and J.I. Rojas-Moscoso (Eds.). 2006. Perú: Sierra Del Divisor. Rapid Biological Inventories Report 17. The Field Museum Chicago. 104 p.
- Vriesendorp, C.; J. Álvarez, N. Barbagelata, W.S. Alverson and D.K. Moskovits (Eds.). 2007. Perú: Nanay, Mazán, Arabela. Rapid Biological Inventories Report 18. The Field Museum, Chicago. 86 p.
- Weberbauer, A. 1914. Die Vegetationsgliederung des nördlichen Perú um 5° südl. Br. (Departamento Piura and Provincia Jaen des Departamento Cajamarca). *Botanische Jahrbücher und Systematik* 50:72-94.
- Williams, R.S. & H. Plenge (Eds). 2005. Guía de vida silvestre de Chaparri / A Guide to the wildlife ok Chaparri. Lima; Perú: Foto Natur SRL.

- Worbes, M. 1997. The forest ecosystem of the floodplains. En: Junk, W. (Editor), The central Amazon floodplain. Ecology of a pulsing system. Springer-Verlag, Berlin, 223-266 pp.
- Worbes, M.; H. Klinge, J.D. Revilla y C. Martius. 1992. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. In: Journal of Vegetation Science, 3: 553-564.
- Wust, W. (Eds.). 1998. La Zona Reservada de Tumbes. Biodiversidad y Diagnóstico Socioeconómico. The John D. and Catherine C. Mac Arthur Foundation. PROFONANPE, Lima.
- Wust, W. 2002. Tumbes y los bosques del noroeste. Edit. Grafica Biblos, Lima.
- Yarupaitán G. y J. Albán. 2003. Flora silvestre de los Andes centrales del Perú: un estudio en la zona de Quilcas, Junín. Revisado el 25/06/2016. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332003000200006](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000200006)
- Young, K. 1998. Composition and structure of a timberline forest in North-Central Peru. In F. Dallmeier y J. Comiskey (Eds.). Forest Biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean: 595-615. Smithsonian Institution, Man and the Biosphere Series. The Parthenon Publishing Group, New York.
- Zanne, A.E., G. López-González, D.A. Coomes, J. Ilic, S. Jansen, S.L. Lewis, R.B. Miller, N.G. Swenson, M.C. Wiemann & J. Chave. 2009. Global Wood density database. Dryad. Identifier.<http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.
- Zárate, R. 2015. Vegetación. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Alto Amazonas. Iquitos, Perú. Iquitos: Iiap-Gorel-Municipalidad Provincial de Alto Amazonas.

## **5.2 BIOMASA Y CARBONO**



---

## 5.2.1 INTRODUCCIÓN

---

Los ecosistemas forestales son el sumidero de carbono terrestre más grande de la tierra.

A fines de la década de 1970 el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y luego la Sociedad Mundial de Meteorología (SMM) advirtieron sobre drásticas variaciones climáticas, las que serían consecuencia de la gradual y creciente acumulación de “gases de efecto invernadero” (GEI) en la atmósfera, proveniente principalmente de la actividad industrial y deforestación masiva (IUCC y PNUMA, 1995).

Algunas manifestaciones del calentamiento global implican el incremento de la temperatura en casi 0.5°C desde el siglo pasado (Ciesla, 1996) y cambios en los regímenes hídricos. Estos cambios pueden reducir la estabilidad y la reserva de carbono orgánico presente en el suelo, el aumento de la susceptibilidad del suelo a la escorrentía y la erosión, y alterar los ciclos del agua, carbono, nitrógeno, fósforo, azufre y otros elementos, causando efectos negativos en la productividad de biomasa, la biodiversidad y el medio ambiente (IPCC, 2001).

Uno de los gases responsable de esta variación climática es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Las plantas utilizan CO<sub>2</sub> y liberan O<sub>2</sub> durante el proceso fotosintético; asimismo, almacenan componentes de carbono en sus estructuras por periodos prolongados, por lo cual se les considera como reservas naturales de carbono (Schlesinger & Andrews, 2000). El tiempo desde que el carbono se encuentra constituyendo alguna estructura de la planta hasta que es enviado al suelo o la atmósfera, se considera almacenado (Rodríguez *et al.*, 2006).

Los bosques son los almacenes más importantes del mundo (Jandl, 2001), y son responsables de la mayor parte de los flujos de carbono entre la tierra y la atmósfera a través de la fotosíntesis y la respiración. Aproximadamente el 90% de la biomasa acumulada en la tierra se encuentra en los bosques en forma de fustes, ramas, hojas, raíces y materia orgánica (Leith & Whithacker, 1975). De éstos, el tipo bosque tropical domina claramente sobre los otros bosques del mundo (40% de área global de bosques representados). Por ello, el rol del bosque tropical predomina por sobre los demás bosques en el ciclo del carbono, basado en el flujo y volumen almacenado de carbono (Butcher *et al.*, 1998) y por tanto la gran importancia de su conservación como sumidero de carbono.

Según los trabajos realizados en Perú y la Amazonía continental, basados en compilaciones de datos de campo (De Fries *et al.*, 2002; IPCC, 2006) e inventarios florísticos del bosque (Brown, 1992; Achard *et al.*, 2002; Draper *et al.*, 2014), calculan las concentraciones de carbono almacenado entre los 2782 y 13,241 MtC, siendo uno de los más elevados en el mundo.

En muchos estudios se ha empleado la biomasa de los árboles para estimar su contenido de carbono, a través de la multiplicación de la cantidad disponible en una determinada superficie por un factor que va desde 0.40 hasta el 0.55 (Figuerola *et al.*, 2005), ya que se ha encontrado que esta es la proporción de carbono contenido en cualquier especie vegetal (Díaz *et al.*, 2007). Según Husch (2001), para estimar la biomasa en un sistema forestal, y por tanto el contenido de carbono, se requiere de: i) Un inventario de árboles en pie (vivos o muertos), ii) La cuantificación de la vegetación no arbórea, iii) La estimación de la biomasa muerta (necromasa) y, iv) la estimación de biomasa en las raíces y el suelo.

En el contexto nacional, la extracción de madera genera empleo y beneficios económicos, y el cambio de uso del bosque a pastos o cultivos, provee de alimentos y oportunidades de inversión; sin embargo, estas actividades degradan los bosques e incrementan los efectos del calentamiento global. El aporte del sector Uso del suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) es del 38.5% del total de emisiones de GEI (MINAM 2016). Una alternativa de desarrollo sostenible podría ser el financiamiento de la absorción de carbono de los bosques de nuestra Amazonía a partir del reconocimiento de los servicios que brindan las turberas amazónicas para beneficiar a las comunidades rurales en extrema pobreza “carbono social” (Santana *et al.* 2008).

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue: estimar el carbono almacenado en las distintas ecozonas presentes en nuestro país e identificar entre estas, las que almacenan mayores cantidades de carbono.

---

## 5.2.2 OBJETIVO

---

Presentar las estimaciones del contenido de carbono de la biomasa aérea, hojarasca y necromasa (árboles muertos caídos) en cada una de las ecozonas de los bosques del Perú, en el marco del desarrollo del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

---

## 5.2.3 METODOLOGÍA

---

### 5.2.3.1 Parámetros considerados para el cálculo

Para los cálculos se consideraron los siguientes datos de campo que se colectan durante la evaluación de atributos del estado del bosque, referidos en el capítulo del Marco Metodológico:

- a. Altura: Si el árbol se ramifica, se considera cada rama como un individuo, en este caso la altura a considerar para la ecuación alométrica es la altura de fuste, que corresponde a la longitud de la rama. En caso el árbol no cuente con ramas cuyo DAP exceda los 10 cm, se considera la altura total para los cálculos.
- b. Hábito: Para el presente reporte se considera a los individuos cuyo hábito corresponde a árboles, palmeras y lianas.
- c. Estado del árbol: Los cálculos realizados se realizaron para aquellos individuos cuyo estado corresponde vivos, árbol muerto en pie y tocones.
- d. Panel: solamente las UM correspondientes al panel 1.
- e. Factor de conversión de biomasa a carbono: Para convertir las unidades de biomasa a carbono se utilizó un factor de conversión, aceptado a nivel internacional, que indica que para cualquier estructura vegetal el 0.47 del peso seco (biomasa o necromasa) es carbono.
- f. Características y formas de las parcelas: La fuente de información para las estimaciones de biomasa y contenidos de carbono han sido los datos biofísicos colectados durante el INFFS.
- g. Ecozonas analizadas: las seis correspondientes al diseño de muestre del INFFS.



- h. Selección de reservorios: El carbono de los ecosistemas terrestres está almacenado en diferentes componentes, comúnmente llamados depósitos o reservorios. En el Cuadro 93 se describen brevemente dichos reservorios. Para el presente reporte, se ha considerado el análisis del contenido de carbono correspondiente al reservorio de biomasa arriba del suelo (aérea).

**Cuadro 93. Reservorios de carbono**

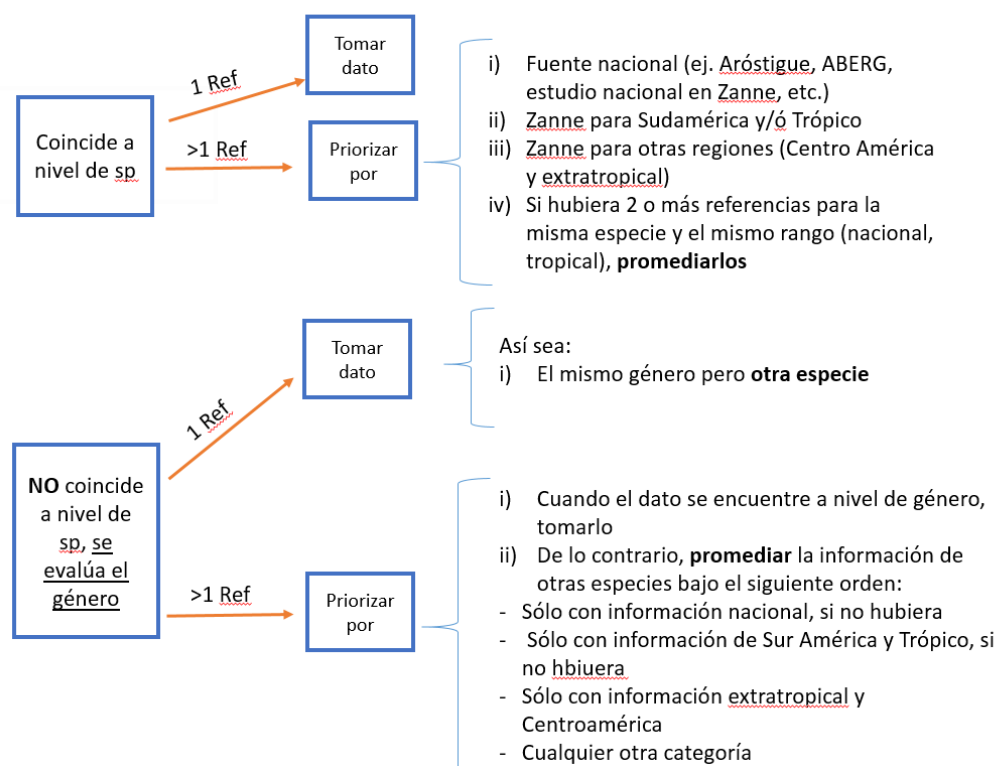
Tipo de reservorio		Descripción
<b>Biomasa viva</b>	Biomasa arriba del suelo (aérea)	Toda la biomasa de la vegetación viva, que se encuentra arriba del suelo, incluyendo troncos, ramas, semillas, flores y hojas. Para facilitar su medición, se separa en biomasa aérea arbórea y biomasa aérea no arbórea.
	Biomasa subterránea (radicular)	Biomasa de raíces vivas mayores a 2 mm de diámetro. Raíces de menos de 2 mm de diámetro son excluidas debido a la dificultad de distinguirlas empíricamente de la materia orgánica del suelo.
<b>Necromasa</b>	Madera muerta en pie	Toda la necromasa de los árboles muertos que continúan en pie y tocones muertos de más de 10 cm de diámetro.
	Madera muerta yacente	Toda la necromasa de troncos y ramas caídos en el suelo con más de 10 cm de diámetro.
	Hojarasca	Toda la necromasa arriba del suelo (hojas, flores, corteza, ramas, troncos y cáscaras de frutos) que, no está incluida en madera muerta (en pie o yacente), por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye los detritos y el humus.

Fuente: Adaptación de las definiciones de los depósitos de carbono utilizados en AFOLU. IPCC (2006).

- i. Densidad de madera: La asignación de la densidad de la madera para las especies forestales de las ecozonas se basó en los criterios de decisión indicados en la Figura 103. Para aquellos casos donde no existe información sobre la densidad de madera, se utilizó una densidad de madera por defecto de 0.64 g/cm<sup>3</sup>.

Figura 103. Criterios de decisión para la asignación de densidades

## i. Cuando la identificación del INF llega a nivel de especie y la bibliografía revisada:



Fuente: Programa REDD+, MINAM

- j. Ecuaciones alométricas: Las ecuaciones utilizadas para los cálculos de biomasa se indican en el Cuadro 94:

Cuadro 94. Ecuaciones alométricas para el cálculo de biomasa por ecozona

Ecuación	Ecozona	Región	Referencia
$0.112 \times (\rho \cdot \text{dap}^2 \cdot \text{Ht})^{0.916}$	Costa	Dry forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$0.112 \times (\rho \cdot \text{dap}^2 \cdot \text{Ht})^{0.916}$	Sierra	Dry forest	
$\rho \cdot \text{Exp}(-1.239 + 1.980 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0.207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0.0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Selva alta	Wet forest	
$\rho \cdot \text{Exp}(-1.499 + 2.148 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0.207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0.0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Selva baja	Moist forest	
$\rho \cdot \text{Exp}(-1.239 + 1.980 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0.207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0.0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Hidromórfica	Wet forest	

Donde:  $\rho$ =densidad de madera, DAP= Diámetro a la altura del pecho, Ht= Altura total

- k. Ecuación para estimar biomasa de hojarasca

Para estimar la biomasa de la hojarasca se empleó la siguiente ecuación:

$$Bh = Pft * \left( \frac{Psm}{Pfm} \right)$$

Donde:

Bh: Biomasa de la hojarasca (Kg)  
Psm: Peso seco de la muestra colectada (Kg)  
Pfm: Peso fresco de la muestra colectada (Kg)  
Pft: Peso fresco total por parcela (Kg)

I. Ecuación para estimar biomasa radicular

Para estimar la biomasa radicular se empleó la siguiente ecuación:

$$BGB = 0.489 * AGB^{0.89} \quad (\text{Mokany et al. 2016})$$

Donde:

BGB: Biomasa abajo del suelo  
AGB: Biomasa Arriba del suelo

m. Ecuación para estimar necromasa de árboles muertos yacentes

$$Vol = (\pi^2 \sum (d_n)^2) / (8 * L) \quad (\text{De Vries, 1986})$$

Donde:

$d_n$  : Diámetro del árbol yacente (en cm)  
L : Longitud del transecto (en metros)

Necromasa = Vol \* Grado de descomposición

### 5.2.3.2 Estimaciones

Los cálculos se realizaron utilizando la herramienta EValidador, construida por el Servicio Forestal de Estados Unidos en el marco del Proyecto Inventario Nacional Forestal, que considera el diseño estadístico para el muestreo del INFFS. De esta manera, considerando el diseño bietápico del INFFS donde existe un efecto de la panelización, se decidió llevar a cabo los cálculos mediante el estimador de razón y la varianza que considera la variabilidad de los paneles.

---

## 5.2.4 RESULTADOS

---

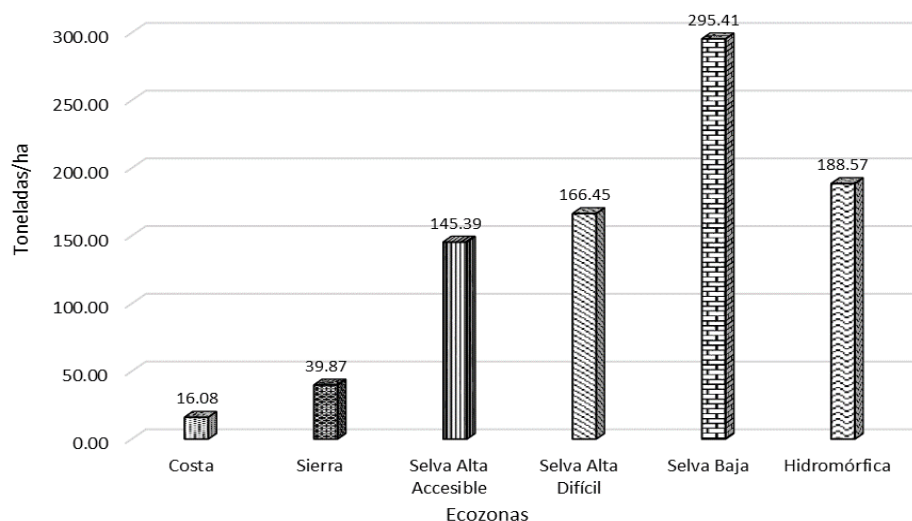
### 5.2.4.1 Biomasa aérea

El contenido de biomasa aérea por ecozona, expresados en toneladas promedio por hectárea, se presenta en la Figura 104.

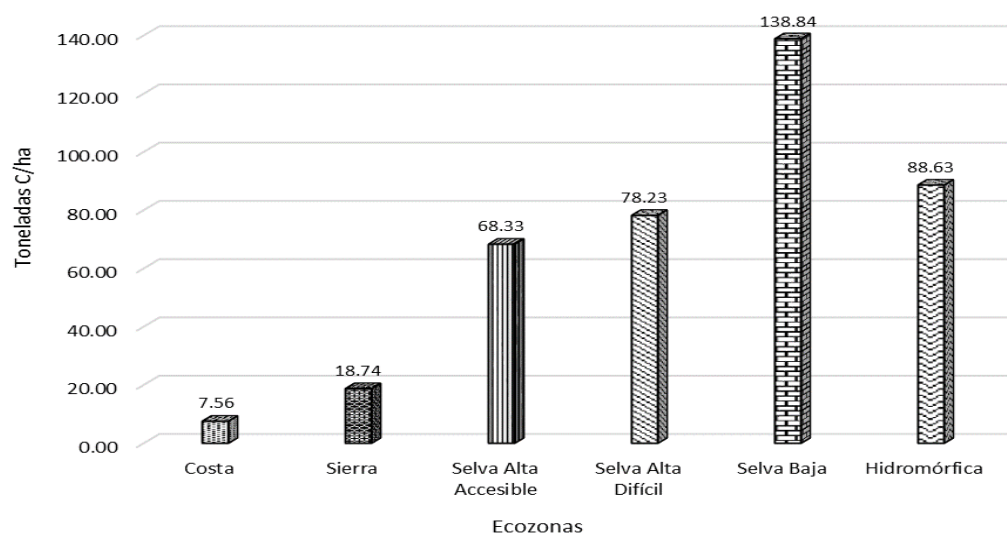
La ecozona Costa almacena en promedio un volumen de 16.08 t/ha, mientras que para Sierra se reporta 39.87 t/ha. En cuanto a las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Díficil Acceso los valores son de 145.39 t/ha y 166.45 t/ha, respectivamente. Mientras que, para la ecozona Selva Baja se ha calculado un valor de 295.41 t/ha, y para Hidromórfica, 188.57 t/ha.

En cuanto al contenido de carbono (Figura 105), para la ecozona Costa se tiene un valor de 7.56 tC/ha. Para la Sierra, se calcula 18.74 tC/ha. Para las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso el contenido de carbono por hectárea es 68.33 t/ha y 78.23 t/ha, respectivamente. En tanto que para la ecozona Selva Baja se ha calculado un valor de 138.84 t C/ha, y para Hidromórfica, 88.63 t C/ha.

**Figura 104. Contenido de biomasa aérea por ecozona**



**Figura 105. Contenido de carbono por ecozona**

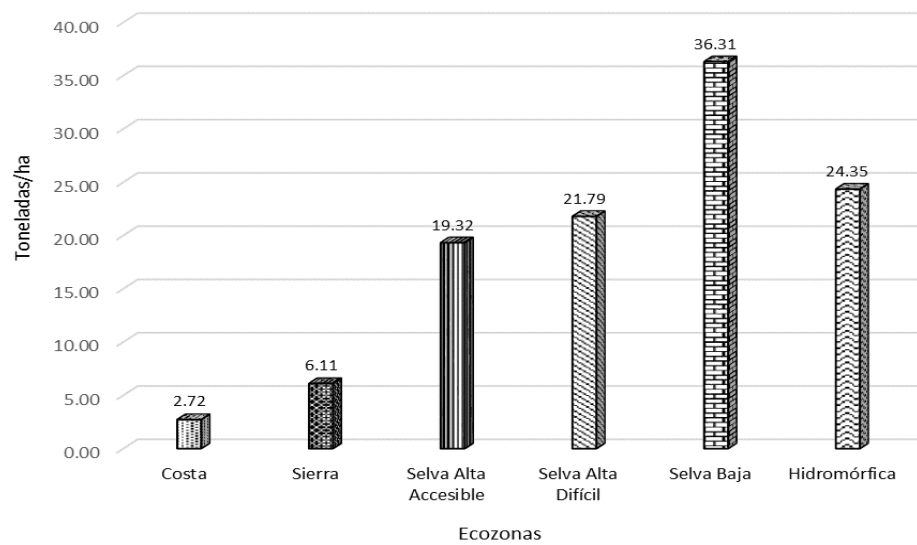


Los resultados del presente estudio no representan factores de emisión en sí, sino existencias de carbono para el reservorio indicado, dado que los factores de emisión refieren a cambios de existencias en las transiciones de diferentes categorías o usos de la tierra. Al tratarse de existencias de carbono para un momento determinado, los resultados son expresados en toneladas de carbono o biomasa por hectárea (t C/ha o t/ha) y no en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea (tCO<sub>2</sub>e/ha).

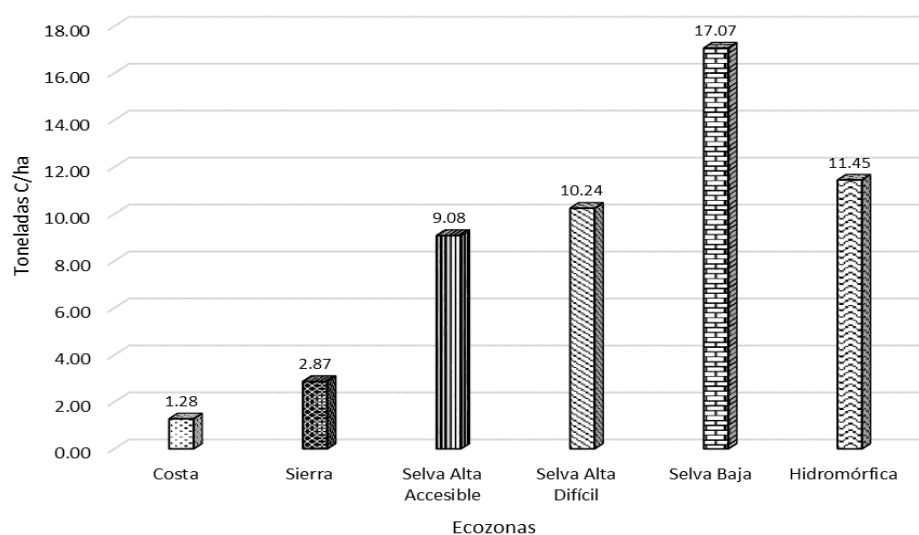
### 5.2.4.2 Biomasa radicular

La biomasa radicular fue calculada utilizando la ecuación desarrollada por Mokany et al. (2016), a partir de los valores de biomasa aérea estimados para cada ecozona. (Figura 106). A partir de este resultado se ha estimado el contenido de carbono aplicando el factor de conversión, obteniéndose los resultados que se muestran en la Figura 106 y Figura 107, evidenciándose la misma tendencia que para el caso de la biomasa aérea.

**Figura 106. Contenido de biomasa radicular por ecozona**



**Figura 107. Contenido de carbono radicular por ecozona**

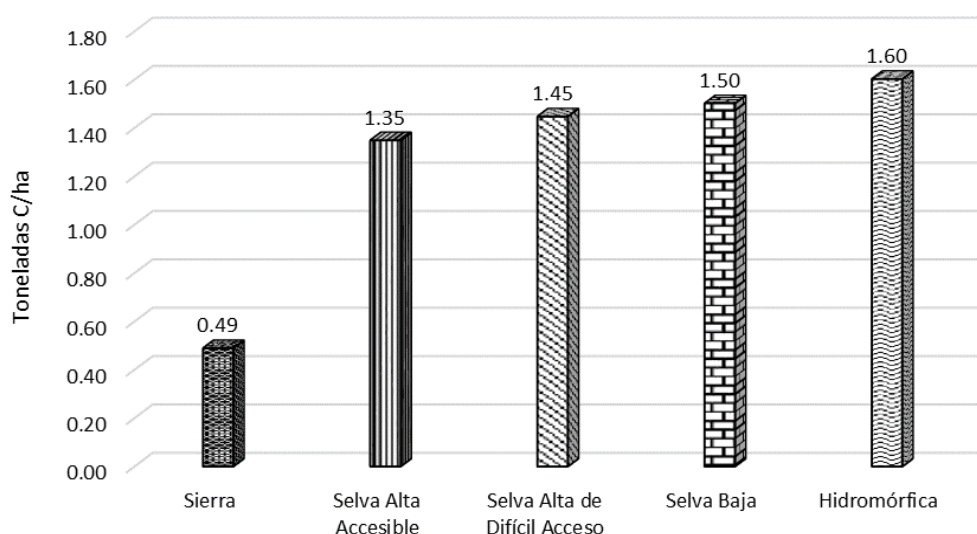


### 5.2.4.3 Necromasa

#### 5.2.4.3.1 Hojarasca

Los resultados se han calculado para las ecozonas Sierra, Selva Alta Accesible, Selva Alta Difícil, Selva Baja e Hidromórfica, y muestran valores de 0.49 tC/ha, 1.35 tC/ha, 1.45 tC/ha, 1.50 tC/ha y 1.60 tC/ha, respectivamente (Figura 108). No se presentan resultados para la ecozona Costa debido a que en su oportunidad no se efectuó colecta de datos para este reservorio.

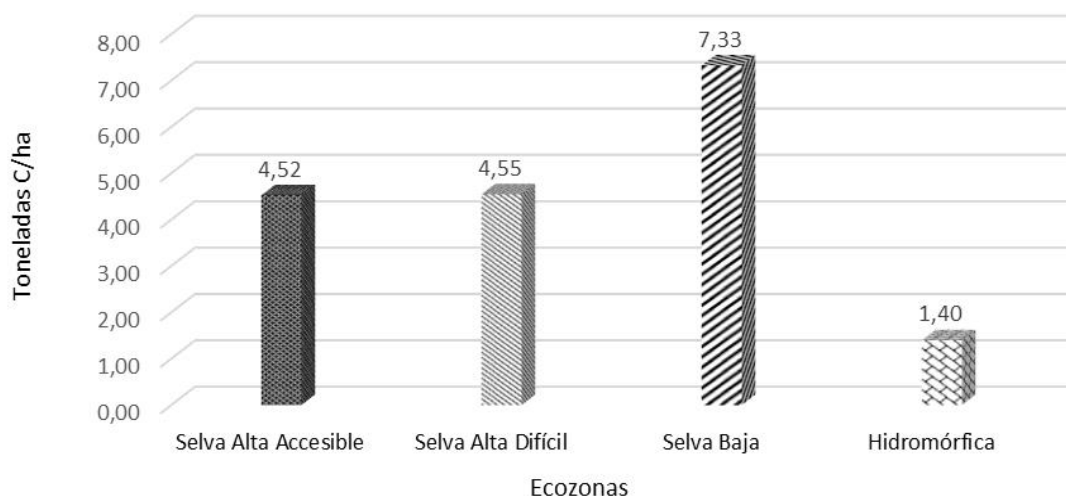
**Figura 108. Contenido de carbono en hojarasca por ecozona**



#### 5.2.4.3.2 Madera muerta yacente

En cuanto a la necromasa almacenada en la madera muerta yacente, los resultados para las ecozonas Selva Alta Accesible, Selva Alta de Difícil Acceso, Selva Baja e Hidromórfica, muestran una concentración de 4.52 tC/ha, 4.55 tC/ha, 7.33 tC/ha y 1.40 tC/ha, respectivamente (Figura 109). Similar al reservorio hojarasca, no se presentan resultados para la ecozona Costa debido a que en su oportunidad no se efectuó la colecta de datos.

**Figura 109. Contenido de carbono en madera muerta yacente por ecozona**



## 5.2.5 DISCUSIÓN

Brown *et al.* (1996) indica que la estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido que esta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes y, representa la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmósfera, o conservando y fijando en una determinada superficie cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero.

Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculados por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997). También se puede estimar la biomasa través de volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expansión para determinar el peso seco total (biomasa total del árbol) (Minam, 2009). En este estudio optamos por el método indirecto.

El valor total de biomasa viva por sobre la superficie del suelo en el presente estudio es ligeramente superior comparado con los de otros bosques secos de la costa norte peruana [ej. Padron y Navarro-Cerillo (2007), Carnegie y Minam (2014) y ligeramente inferior al resultado estimado por Málaga *et al.* (2014)]. En la ecozona Sierra el valor encontrado en biomasa aérea está muy por debajo de los promedios obtenidos en otros estudios en los Andes peruanos (ej. Girardin *et al.* (2003) y Girardin *et al.* (2010) citado en Girardin (2013) (Anexo VIII).

Con respecto a la ecozona Selva Baja los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los rangos establecidos en los mapas de biomasa de la región oeste de la Amazonía de Saatchi *et al.* (2007), que presentan un rango entre 200 a 300 t/ha de biomasa. Asimismo, nuestro resultado es superior a los valores estimados por Carnegie y Minam (2014) y por Málaga *et al.* (2014) en ecosistemas similares de la selva baja del

departamento de Loreto; del mismo modo, es mayor a los valores obtenidos en los bosques húmedos tropicales de colina alta, colina baja, terraza alta y bosque de terraza baja inundable del departamento de Ucayali [ej. Managed Forest E.I.R.L. (2013)] (Anexo VIII).

Con respecto a los bosques de la ecozona Hidromórfica, la estimación de biomasa viva encontrado en nuestro estudio está por debajo de los valores reportados en otros estudios en bosques Hidromórficos pantanosos [ej. Nebel (2000), Guzman (2003), Freitas *et al.* (2006), Managed Forest E.I.R.L. (2013), García *et al.* (2012) y Honorio *et al.* (2015)] (Anexo VIII). Los valores más altos fueron registrados por Guzman (2003) y Freitas *et al.* (2006), debido a que incluyeron la evaluación de los reservorios necromasa y suelo.

La cuantificación de carbono obtenido en la ecozona Costa en este estudio es ligeramente superior a los obtenidos por Carnegie y Minam (2014) y Padrón y Navarro-Cerrillo (2014) y muy similar al obtenido por Málaga *et al.* (2014). Estas diferencias, sobre todo con Carnegie y Minam (2014) y Padrón y Navarro-Cerrillo (2014) probablemente se debe a que estos estudios utilizaron sensores remotos en la cuantificación de carbono aéreo. En nuestro caso, el establecimiento de parcelas usando protocolos estándares es fundamental para obtener la información de la composición y estructura de los bosques y así estimar adecuadamente la biomasa aérea.

En la ecozona Sierra el valor de carbono registrado por Málaga *et al.* (2014) es ampliamente superior al obtenido en este estudio. Asimismo, los registros de carbono reportados por Girardin *et al.* (2010), citado en Girardin *et al.* (2013) en los bosques de los Andes peruanos son bastante superiores a nuestros resultados (Anexo VIII).

Con respecto a las densidades de carbono en la ecozona Selva Baja, estos son consistentes con los rangos comunes establecidos en los mapas de carbono de la región Amazónica de Saatchi *et al.* (2007) que dan cuenta de la existencia de alrededor de 100 a 150 tC/ha. En este contexto, nuestro resultado es ligeramente superior a los valores obtenidos por Málaga *et al.* (2014) y Carnegie y Minam (2014) en bosques de selva baja del departamento de Loreto. También es mayor a los valores obtenidos en los bosques húmedos tropicales de colina alta, colina baja, terraza alta y bosque de terraza baja inundable del departamento de Ucayali [ej. Managed Forest E.I.R.L. (2013)] (Anexo VIII). Las divergencias en cuantificación de carbono con Málaga *et al.* (2014) se debe a que este último utilizó datos de distintas fuentes con diferentes metodologías en el levantamiento de campo, mientras que Managed Forest E.I.R.L. (2013) utilizó una metodología muy complicada en el registro de datos de campo. En el caso de Carnegie y Minam (2014), como ya se mencionó anteriormente utilizó sensores remotos y es muy probable que haya incluido en el cálculo áreas perturbadas con menor cantidad de carbono almacenado.

Respecto a la ecozona Hidromórfica, nuestro registro de carbono presenta un valor superior al obtenido por Málaga *et al.* (2014) y muy inferior en comparación a los resultados de estudios realizados por investigadores de IIAP [Guzmán (2003), Freitas *et al.* (2006), Nebel *et al.* (2000), García *et al.* (2012)] en ecosistemas aguajales de zonas bajas inundables (estructura semejante a la ecozona Hidromórfica), cuyos datos están indicados en el Anexo VIII. La enorme diferencia entre nuestro resultado con reportes de Guzmán (2003), Freitas *et al.* (2006) y García *et al.* (2012) es que estos consideran el carbono almacenado en el depósito subterráneo y necromasa, mientras que el presente informe analiza el carbono almacenado en el reservorio aéreo.



En esta línea, considerando los resultados de RAINFOR y el IIAP (Draper *et al.* 2014) sobre un estudio conducido en los ecosistemas inundables del abanico Pastaza-Marañón muestra alto contenido de carbono orgánico del suelo en aguajales, humedales y demás bosques inundables. En comparación con un bosque de tierra firme, los bosques hidromórficos pueden llegar a mostrar concentraciones bastante más altas (en promedio  $892 \pm 535$  t C/ha) principalmente referido al aporte de la biomasa subterránea (la biomasa aérea representa alrededor del 10% del stock) por ello resulta relevante realizar esfuerzos para obtener información que ayude a estimar el contenido de carbono en el reservorio subterráneo de la ecozona Hidromórfica.

Se conoce que la producción primaria neta de los bosques Hidromórficos de la Amazonía baja es alta (Nebel *et al.* 2000). La producción de biomasa muerta es rápidamente integrada en la necromasa y acumulada debajo del suelo junto a otros restos orgánicos que debido a la saturación del agua en el suelo se conserva en forma de turba, sin embargo, este reservorio no se ha cuantificado en el presente estudio. Se estima que los pantanos acumulan casi el 90% del carbono debajo del suelo y contribuyen considerablemente con los reservorios de carbono a nivel regional y nacional (Draper *et al.*, 2014).

El bosque de tierra firme de la Amazonía baja cuenta con mayor riqueza de especies comparado con los bosques hidromórficos, ya que presentan una composición y estructura particular que ha ganado el reconocimiento de los bosques más ricos del mundo (Gentry, 1988). Esta característica nos hace predecir una menor biomasa aérea en los bosques pantanosos frente a los de tierra firme; sin embargo, los bosques pantanosos presentan gran abundancia de palmeras de gran diámetro y altura, cuyas características no fueron debidamente evaluadas en este estudio. La altura y diámetro de las palmeras son variables importantes que al no ser medida adecuadamente genera una subestimación de la biomasa total del bosque (Goodman *et al.* 2013), por lo que, en lo sucesivo, se debe medir el diámetro y estimar con mayor precisión la altura de las palmeras que en gran abundancia medran en la ecozona Hidromórfica.

Una comparación a nivel general entre los resultados obtenidos en el presente reporte frente a los resultados del Inventario Nacional Forestal del Ecuador (Casanoves *et al.*, 2014), que estima la existencia de una gradiente en el almacenamiento de biomasa y carbono en los bosques del Ecuador, encontrándose que los bosques secos son los que almacenan menos carbono y los bosques amazónicos almacenan mayores cantidades de carbono en términos de toneladas por hectárea (t C/ha), nuestros resultados muestran la misma tendencia; pero son relativamente inferiores a los valores del inventario nacional de Ecuador, debido principalmente a que el reporte es preliminar ya que corresponde al Primer Panel y que equivale al 14% del total de muestra planificada para todos los paneles, además solo se ha evaluado el contenido de biomasa y carbono aéreo.

En este sentido se espera que los resultados del presente análisis muestren variaciones positivas sobre los resultados para las diversas ecozonas (Hidromórfica, Selva Baja, Costa, Selva Alta Accesible e Inaccesible y Sierra) en tanto se vayan adicionando resultados de otros reservorios, como carbono orgánico del suelo, biomasa subterránea y materia orgánica muerta.

---

## 5.2.6. CONCLUSIONES

---

Los resultados presentados en este reporte no deben ser considerados como definitivos, ya que la información utilizada como insumo para los cálculos corresponde a las unidades muestrales del panel 1 de la muestra total planificada a nivel nacional.

Las estimaciones de biomasa y contenido de carbono para las distintas ecozonas corresponden a los reservorios de i) biomasa aérea y subterránea y ii) necromasa: madera muerta yacente y hojarasca.

Los resultados de la biomasa aérea promedio por hectárea, para la ecoregión Selva Baja es 295.41 t/ha, para las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso los valores son: 145.39 t/ha y 166.45 t/ha; mientras que para las ecozonas Hidromórfica, Sierra y Costa alcanzan cifras de 188.57 t/ha, 39.87 t/ha y 16.08 t/ha, respectivamente.

En cuanto al contenido de carbono para el reservorio aéreo, los resultados muestran un valor de 138.84 tC/ha para la ecoregión Selva Baja, mientras que para las ecozonas Hidromórfica, Sierra y Costa alcanzan cifras de 88.63 tC/ha, 18.74 tC/ha y 7.56 tC/ha, respectivamente. Para las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso el valor de carbono por hectárea es 68.33 tC/ha y 78.23 tC/ha, respectivamente.

Respecto a los contenidos de carbono para el reservorio Biomasa subterránea (radicular), los resultados a nivel de ecoregión son los siguientes: 17.07 tC/ha para la ecoregión Selva Baja, mientras que para las ecozonas Hidromórfica, Sierra y Costa alcanzan las cifras son 11.45 tC/ha, 2.87 tC/ha y 1.28 tC/ha, respectivamente. Para las ecozonas Selva Alta Accesible y Selva Alta de Dificil Acceso el valor de carbono por hectárea es 9.08 tC/ha y 10.24 tC/ha, respectivamente.

En cuanto a los resultados para el reservorio hojarasca, los resultados para las ecozonas Sierra, Selva Alta Accesible, Selva Alta Dificil, Selva Baja e Hidromórfica, muestran valores de 0.49 tC/ha, 1.35 tC/ha, 1.45 tC/ha, 1.50 tC/ha y 1.60 tC/ha, respectivamente.

Los resultados del análisis para el reservorio de madera muerta yacente indica valores de contenido de carbono promedio por hectárea de 4.52 tC/ha, 4.55 tC/ha, 7.33 tC/ha y 1.40 tC/ha para las ecozonas Selva Alta Accesible, Selva Alta de Dificil Acceso, Selva Baja e Hidromórfica, respectivamente.

Las estimaciones de biomasa y carbono en el territorio nacional muestran una gradiente decreciente desde los bosques de la selva baja peruana hacia los bosques de la sierra y costa peruana.

Nuestros resultados, en términos de captura de carbono en la ecoregión Selva Baja está dentro del rango establecido en el mapa de carbono de la región Amazónica de Saatchi *et al.* (2007) y supera la mayoría de los valores reportados en la literatura para bosques tropicales.

Los resultados hallados para la ecoregión Hidromórfica son inferiores frente a otros resultados para similar ámbito debido a que solo se ha considerado el carbono almacenado en el reservorio aéreo, a diferencia de los otros estudios que consideran el reservorio subterráneo y necromasa.

Se espera que los resultados del presente análisis muestren variaciones sobre los resultados para las diversas ecozonas (Hidromórfica, Selva Baja, Costa, Sierra, Selva Alta Accesible e Inaccesible) en tanto se vayan adicionando resultados de otros reservorios, como carbono orgánico del suelo, biomasa subterránea y materia orgánica muerta.

---

## 5.2.7 RECOMENDACIONES

---

Respecto a los cálculos de carbono en la ecozona Hidromórfica, de acuerdo con reportes científicos se conoce que el mayor contenido de carbono se encuentra en el subsuelo, en ese sentido, se recomienda realizar un esfuerzo para levantar información del reservorio subterráneo.

Es necesario registrar en las libretas de campo la medición el diámetro y mejorar las estimaciones de altura de palmeras a fin de que se incluya adecuadamente el aporte de este taxón en el inventario de carbono.

Se recomienda impulsar la firma de convenios entre SERFOR e instituciones académicas y de investigación para la generación información de contenidos de carbono forestal en diferentes ámbitos y distintos reservorios a nivel nacional.

---

## 5.2.8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

---

- Achard, F.; Eva, H.D.; Stibig, H.J.; Mayaux, P.; Gallego, J., Richards, T. & Malingreau, J.P. 2002. Determination of deforestation rates of the world's human tropical forests. *Science*. 297: 999-1002.
- Brown, K. 1992. Carbon Sequestration and Storage in Tropical Forests. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment University of East Anglia. UK.
- Brown, S.; Sathaye, J.; Cannell, M.; Kauppi, P. 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review*. 75(1): 80 – 91.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. A Forest Resources Assessment publication. FAO. Forestry Paper N° 135.
- Butcher, P.N.; Howard, J.M.; Regetz, J.S.; Semmens, B.X. & Vincent, M.A. 1998. Evaluating the Carbon Sequestration Potential of Tropical Forests. Donald Bren School of Environmental Science and Management.
- Carnegie & Minam. 2014. La Geografía del Carbono en alta resolución del Perú; Un Informe Conjunto del Observatorio Aéreo Carnegie y el Ministerio del Ambiente del Perú. Lima. Perú. 69 p.

- Casanoves F., Ospina M., Günter S., Chacón M., Villalobos R., Cifuentes M. 2014. Análisis de resultados de la evaluación nacional forestal del Ecuador. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Quito. 145 p.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, A. Cairns, J.Q. Chambers, H. Folster, F. Fromard, N. Higuchi, T. Kira, J.P. Lescure, B.W. Nelson, H. Ogawa, H. Puig, B. Riera Y T. Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests, *Oecologia*, 145, 87–99
- Ciesla, W.M. 1996. Cambio Climático, Bosques y Ordenación Forestal. Una Visión de Conjunto. FAO. Roma. Italia.
- Díaz, R.; Acosta, M.; Carrillo, F.; Buendía, E.; Flores, E. & Etchevers, J.D. 2007. Determinación de ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Pinus patula* Schl. et Cham. *Madera y Bosques*. 13(1): 25-34.
- De Fries, R.S.; Houghton, R.A.; Hansen, M.C.; Field, C.B.; Skole, D. & Townshend, J. 2002. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 99: 14256-14261.
- De Vries, P. 1986. Sampling Theory for Forest Inventory. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Draper, F. C.; Roucoux, K. H.; Lawson, I. T.; Mitchard, E. T. A; Honorio, E. N.; Lähteenoja, O.; Torres, I.; Valderrama, E.; Zaráte, R. and Baker, T. R. 2014. The distribution and amount of carbon in the largest peatland complex in Amazonia. *Environmental Research Letters* N° 9. 12 p.
- Figueroa, C.; Etchevers, J.D.; Velázquez, A. & Acosta, M. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. *Terra*. 23: 57-64.
- Freitas, L.; Otárola, E.; Del Castillo, D; Linares, C.; Martinez, P.; Malca, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Documento Técnico N° 29. Segunda edición. Iquitos. Perú. 62 p.
- García, D.; Honorio, E.; Del Castillo. 2012. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río Aguaytía, Ucayali – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. V 21 (1 – 2): 153 – 160.
- García, D. y Del Castillo, D. 2013. Estimación del almacenamiento de carbono y estructura en bosques con presencia de bambú (*Guadua sarcocarpa*) de la Comunidad Nativa Bufo Pozo, Ucayali, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. *Folia Amazonica* V 21 (1 – 2): 105 – 113.
- Gentry, A. 1988. Tree species richness of upper Amazonian Forests. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 85: 156-159.
- Girardin, C.A.J.; Farfan-Rios, W.; Garcia, K.; Feeley, K.; Jørgensend, P.; Araujo Murakami, A.; Cayola, L.; Seidel, R.; Paniagua, N.; Fuentes, A.; Maldonado, C.; Silman, M.; Salinas, N.; Reynel, C.; Neill, D.; Serrano, M.; Caballero, C.; La Torre, M.A.; Macía, M.; Killeen, T.; Malhia, Y. 2013. Spatial patterns of above-ground

- structure, biomass and composition in a network of six Andean elevation transects. *Plant Ecology & Diversity* ahead-of-print. 7(1-2): 161-171.
- Goodman, R. C.; Phillips, O. L., Del Castillo, D.; Freitas, L.; Cortese, S. T.; Monteagudo, A. and Baker, T. R. 2013. Amazon palm biomass and allometry *For. Ecol. Manage.* N° 310: (994–1004).
- Guzmán, W. 2004. Valoración económica de beneficios ambientales en el manejo sostenible de humedales: Estudio del caso del Manejo Sostenible de Sistemas de “Aguajal” en la Comunidad de Parinari, Reserva Nacional Pacaya Samiria (RNPS). En: *Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales: Resultados del Segundo Programa de Becas 2002-2003*. Roger Loyola Gonzáles y Eduardo García Zamora (Editores). INRENA-USAID. Lima. Perú. 269-302 pp.
- Honorio, E.; Vega, J.; Corrales, M. 2015. Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. *Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica V 24 (1):55 – 70.*
- Husch, B. 2001. Estimación del contenido de carbono de los bosques. *Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*. Valdivia. Chile. 13 p.
- Ipcc (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2001. Summary for policymakers. A report of working group I of the Intergovernmental Panel of Climate Change. ([www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)).
- Ipcc (Intergovernmental Panel On Climate Change). 2006. Guidelines for National greenhouse Gas Inventories. Chapter 4. Forest Land. Disponible en [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4\\_Volume4/V4\\_04\\_Ch4\\_Forest\\_Land.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf)
- Iucc, Pnuma. 1995. Para comprender el cambio climático: guía elemental de la convención marco de las Naciones Unidas. Oficina de Información sobre el Cambio Climático. Oficina Suiza del Medio Ambiente de Bosques y Paisajes. Chatelaine. Suiza. 20 p.
- Jandl, R. 2001. Medición de tendencias en el tiempo del almacenamiento de carbono del suelo. *Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales*. Valdivia. Chile. 10 p.
- Leith H. & Whithacker R. 1975. Primary Productivity of the Biosphere. *Ecological Studies V. 14*. Springer-Verlag, New York-USA.
- Málaga, N. 2016. Memoria de la estimación de biomasa aérea arbórea en la ecozona Sierra. Ministerio del Ambiente. 2016. Lima. 19 p.
- Málaga, N.; Giudice, R.; Vargas, C.; Rojas, E. 2014. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. MINAM. Lima. Perú. 65 p.
- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, Ministerio del Ambiente del Perú. 2017. Memoria descriptiva del mapa de Ecozonas, Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) – Perú. Primera edición. Lima 24 p.

- Ministerio de Agricultura y Riego del Perú, Ministerio del Ambiente del Perú. 2014. Marco metodológico del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - Perú. Primera edición. Lima. 30 p.
- Minam. 2009. Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales. Segunda Comunicación Nacional del Perú ante la Convención Marco de Naciones Unidas Ante el Cambio Climático. Lima. 99 p.
- MInam. 2016. El Perú y el cambio climático. Tercera comunicación nacional del Perú; a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Lima, 323 p.
- Nebel, G.; Grasdted, J.; Salazar, A. 2000. Depósito de detrito, biomasa y producción primaria neta en los bosques de la llanura aluvial inundable de la amazonia peruana. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Folia Amazónica V 11 (1-2):41-63
- Managed Forest E.I.R.L. 2013. Estimación del carbono almacenado en la biomasa del bosque de las Comunidades Nativas de Calleria, Flor de Ucayali, Buenos Aires, Roya, Curiaca, Pueblo Nuevo del Caco y Puerto Nuevo en la región de Ucayali – Perú. Proyecto “Puesta en valor de los servicios ambientales de los bosques de 7 Comunidades Nativas”. Organización Internacional de las Maderas Tropicales – OIMT. Lima, Perú. 41 p
- Mokany, K., S. Ferrier, S. R. Connolly, P. K. Dunstan, E. A. Fulton, M. B. Harfoot, T. D. Harwood, A. J. Richardson, S. H. Roxburgh, J. P. W. Scharlemann, D. P. Tittensor, D. A. Westcott & B. A. Wintle, 2016. Integrating modelling of biodiversity composition and ecosystem function. *Oikos* 125: 10–19.
- Padrón, E. & Navarro-Cerrillo, R. 2007. Aboveground biomass in *Prosopis pallida* (Humb. and Bonpl. ex Willd.) H. B. K. ecosystems using Landsat 7 ETM+ images. *Revista Chilena de Historia Natural* V80: 43-53.
- Rodríguez, R.; Jiménez, J.; Aguirre, O.A. & Treviño E.J. 2006. Estimación del Carbono almacenado en un bosque de niebla en Tamaulipas, México. *Ciencia UANL*. 9(2): 179-187.
- Saatchi, S.; Halligan, K.; Despain, D. & Crabtree, R. 2007. Estimation of forest fuel load from radar remote sensing. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 45, 1726-1740.
- Santana, R.F.; Vacalla, J.; Salazar; A. & Ximenes, M. 2008. Manejo de Aguaje (buriti) na Comunidade de Parinari – Reserva Nacional Pacaya Samiria na Região de Loreto no Peru: uma proposta de pagamento por serviço ambiental carbono. IV Encontro Nacional da Anppas. Brasília - DF – Brasil. 19 p.
- Schlesinger W.H. & Andrews J.A. 2000. Soil respiration and the global carbon cycle. *Biogeochemistry*. 48: 7-20.

## **5.3 FAUNA SILVESTRE**





### 5.3.1 INTRODUCCIÓN

De manera general, el objetivo principal de los inventarios forestales es la determinación del volumen maderable, así como la estimación del crecimiento y sus cambios estructurales (Ascencio *et al.*, 2005). Estas variables pueden requerir diseños de muestreos prácticos y rápidos de ejecutar en bosques con características similares y con pocas especies.

En el Perú, debido a la gran complejidad de estratos de bosques y añadiendo la necesidad de la identificación taxonómica para poder tener índices de diversidad biológica, se requirió de un diseño más complejo no solo del lugar de muestreo sino de la unidad de muestreo en sí (FAO, 2017).

Una ventaja es que las características de las formaciones vegetales en bosque permiten evaluar a una gran cantidad de especies con un similar diseño de muestreo con una buena representatividad.

Pero esto difiere en el caso de la evaluación de fauna silvestre, en donde solo grupos taxonómicos muy emparentados o que cumplen una función ecológica muy similar pueden ser evaluados con la misma metodología y que esta incorpore la probabilidad para detectar a la especie con el método de evaluación que escojamos (MacKenzie y Kendall, 2002)

Si queremos incluir la determinación de estado de la fauna silvestre en un diseño de muestreo del Inventario Nacional de Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS, sin fauna todavía), la pregunta que surge es: ¿Cómo podemos adaptar las metodologías de evaluación de fauna silvestre al diseño ya generado en el INFFS?, y si esto depende de la especie a evaluar entonces ¿A cuáles especies debemos dar prioridad de evaluar?

En ese sentido se eligió como población objetivo a todos los vertebrados de las clases aves mamíferos, reptiles y anfibios, considerando como base las experiencias aprendidas de los Inventarios de Bosques de Producción Permanente (Vega, 2013).

Por ello se mantuvo la metodología de realizar la colecta de datos de manera oportunista a través de registros directos (avistamientos o vocalizaciones) e indirectos (huellas, madrigueras, entre otros) de la presencia de fauna cercana a las unidades de muestreo.

Manteniendo un enfoque de manejo adaptativo, con base a los resultados de este primer Panel se pretende proponer sugerencias que contribuyan a proporcionar información de utilidad para la gestión del patrimonio de fauna silvestre.

Debido a las limitaciones en la colecta de datos por tiempo y requerimientos logísticos, la información colectada no pretende actualmente servir como un inventario de fauna silvestre, sin embargo, la utilidad de estos registros radica en que se está generando una base de datos de presencia de especies en lugares donde anteriormente no se había accedido gracias al diseño tan extendido de las unidades de muestreo que incluya la mayor cantidad de evidencias que puedan ser revisadas a través de fotos o grabaciones georreferenciados y de libre acceso para poder proyectar distribuciones de especies de las cuales en ciertos casos no se tiene mayor información.

### 5.3.2 OBJETIVO

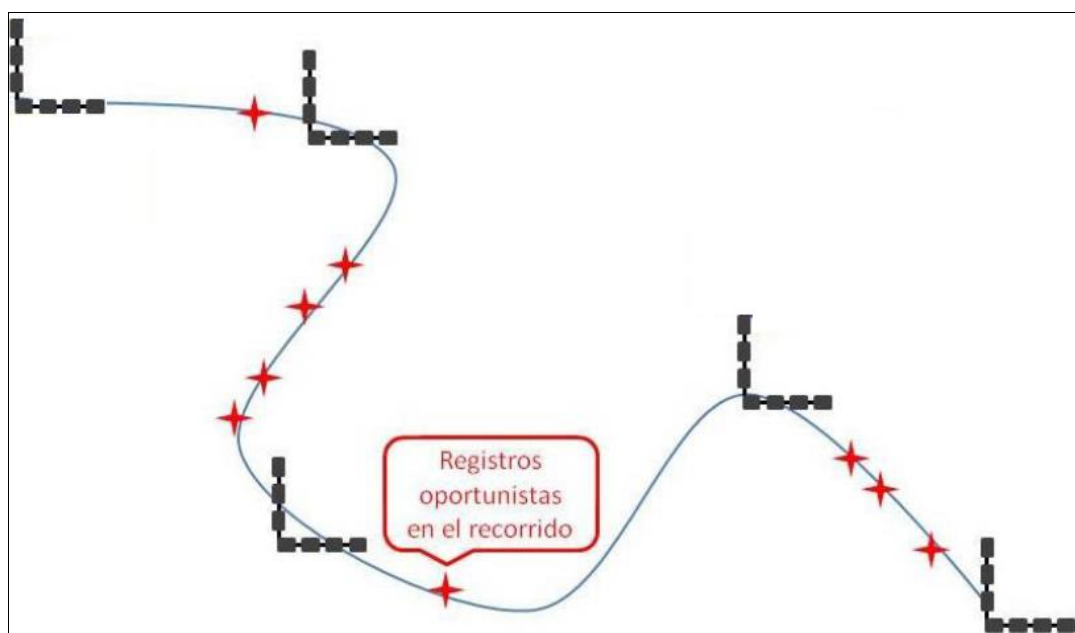
Presentar información sobre la presencia de fauna silvestre registrada durante las evaluaciones de campo del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, que permita orientar la toma de decisiones sobre su monitoreo, manejo y uso sostenible.

### 5.3.3 METODOLOGÍA

El registro de la fauna silvestre presente en las unidades de muestreo del INFFS se realiza mientras se efectúa la evaluación de atributos del estado del bosque, referidos en el capítulo del Marco Metodológico. Es así que, el especialista en fauna y un personal de apoyo conforman un grupo de avanzada efectuando la navegación hacia la unidad de muestreo, conforme se muestra en la Figura 110. En ese espacio, se registra en formularios de campo toda evidencia directa, definida como todo contacto visual o auditivo (cánticos, gruñidos, silbidos, entre otros) con un espécimen de fauna silvestre.

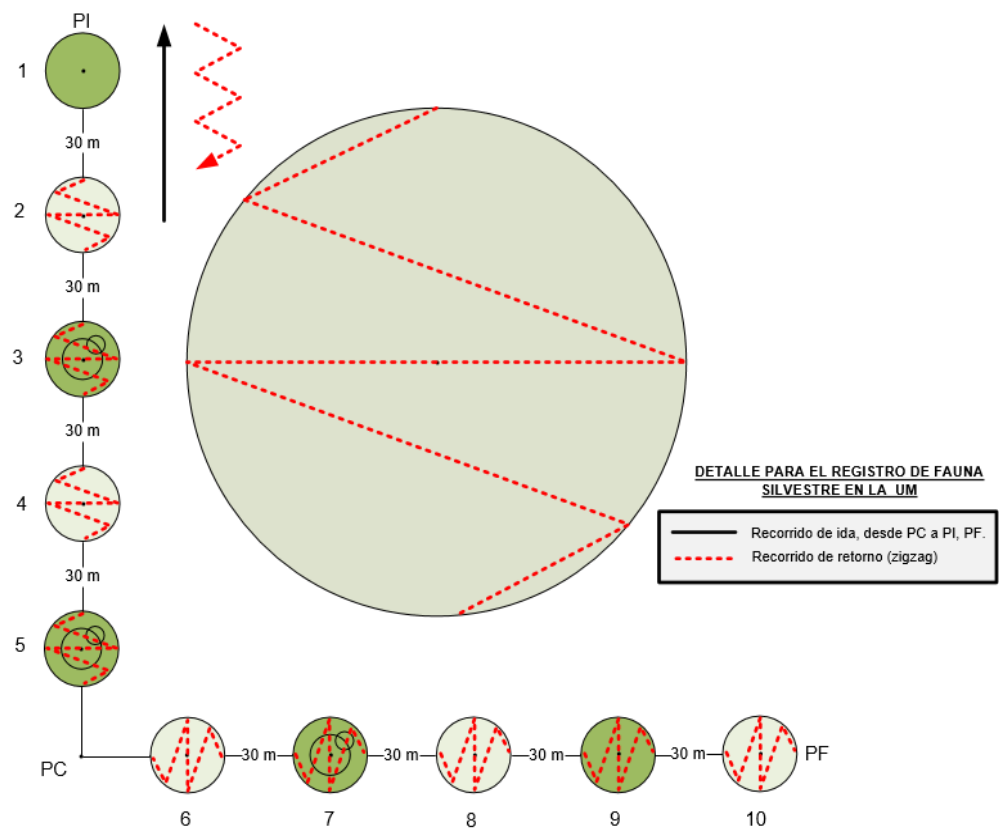
Los registros son valorados con mayor confianza, especialmente si se acompaña de una fotografía o grabación. Sin embargo, se registran también evidencias indirectas, tales como, colpas, bebederos, bañaderos, comederos, plumas, pieles, osamentas, excretas, huellas u olores que puedan ser útiles en la identificación.

**Figura 110. Esquema de registros de fauna en el desplazamiento entre unidades de muestreo (UM)**



Dentro de cada unidad muestral, se realiza un recorrido en búsqueda de evidencia de fauna silvestre, que se ejemplifica en la Figura 111.

**Figura 111. Ejemplo del recorrido en la unidad de muestreo para registros de fauna**



## 5.3.4. RESULTADOS

### 5.3.4.1 Registros de fauna silvestre

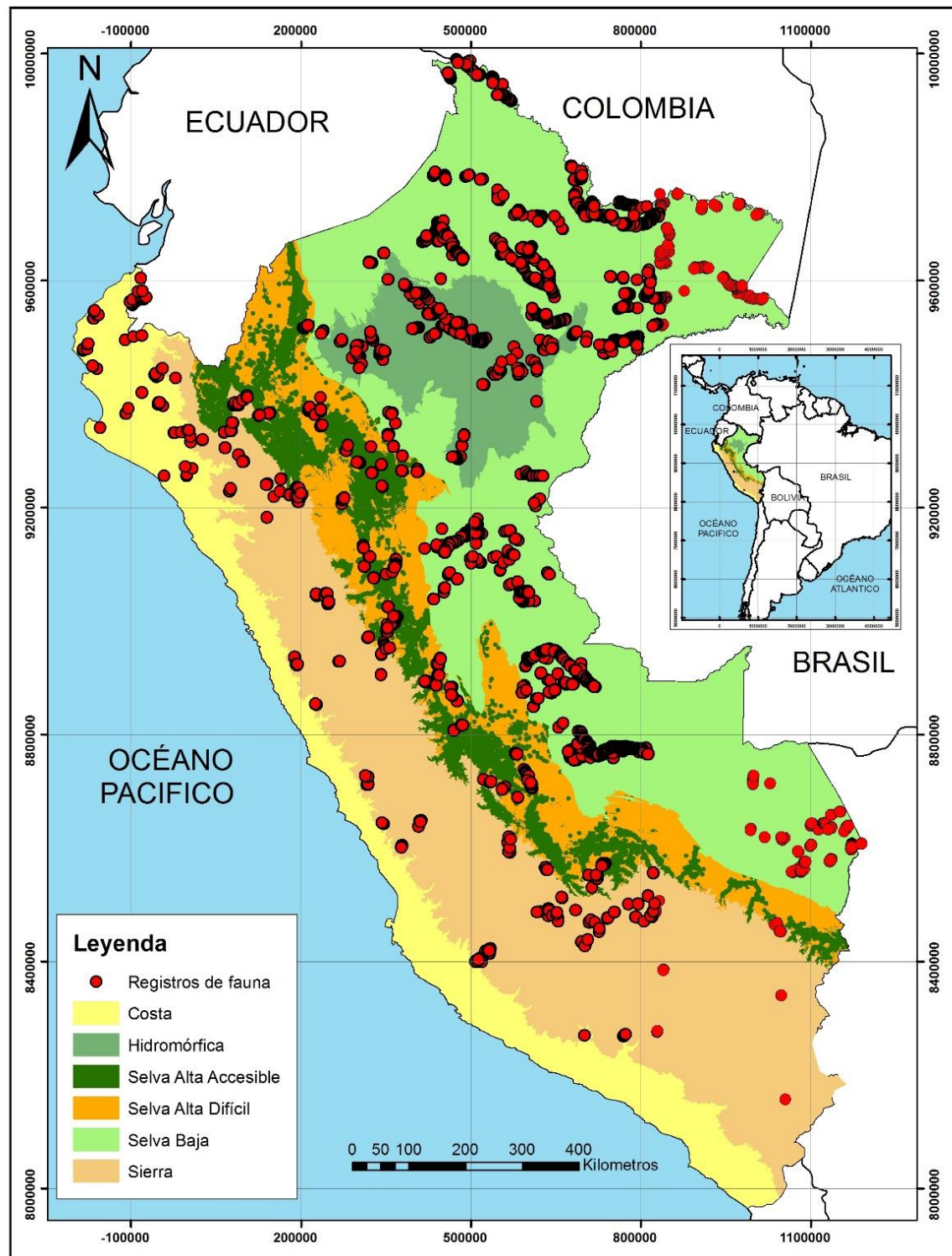
Durante la colecta de datos del panel 1 ocurrieron registros de fauna silvestre en 290 unidades muestrales, obteniéndose un total de 10,581 registros (Cuadro 95), en 21 departamentos del país. El mayor número de registros corresponde a la ecozona Selva Baja (5,787).

**Cuadro 95. Número de Unidad de Muestreo evaluadas y número de registros por ecozona**

Ecozonas	N° de UM con registros de fauna	Número total de registros
Costa - CO	30	903
Sierra - SI	77	1,983
Selva Alta Accesible - SAA	31	981
Selva Alta de Difícil acceso - SAD	5	147
Selva Baja - SB	130	5,787
Hidromórfica - HI	17	780
<b>Total</b>	<b>290</b>	<b>10,581</b>

La Figura 112 muestra la dispersión de los registros de fauna en las 6 ecozonas.

**Figura 112. Registros de fauna silvestre en las 6 ecozonas del INFFS**



En cuanto al número de registros por taxa, el Cuadro 96 muestra la composición de los registros por ecozona, verificándose que las aves constituye el grupo con el mayor número de registros.

**Cuadro 96. Número de registros por taxa, por ecozona**

Taxa	CO	SI	SAA	SAD	SB	HI	Total
Aves	739	1,875	903	45	3,856	497	7,915
Mamíferos	72	71	36	46	1,399	129	1,753
Anfibios	14	3	25	29	293	97	461
Reptiles	78	34	17	27	239	57	452
<b>Total</b>	<b>903</b>	<b>1,983</b>	<b>981</b>	<b>147</b>	<b>5,787</b>	<b>780</b>	<b>10,581</b>

Es evidente que el mayor número de registros de aves se debe a que es el grupo de vertebrados terrestres con mayor número de especies, además de ser el grupo más conspicuo y de actividad mayormente diurna, que corresponde a las horas en las que se realizan las evaluaciones de campo del INFFS.

El mayor número de registros de fauna ocurre en las ecozonas Selva Baja y Sierra, hecho que se correlaciona también con el número de Unidades de Muestreo en dichas ecozonas. La ecozona Selva Baja, con mayor cantidad de Unidades de Muestreo presenta el mayor número de registros (5,787), mientras que la ecozona Selva Alta Difícil, con una muestra menor de UM visitadas, es la que posee menor número de registros (147).

#### 5.3.4.2 Nivel de identificación de especies de fauna filvestre

En el Cuadro 97 se puede observar que 10,125 registros han sido identificados a nivel de especie, mientras que 396 se determinaron a nivel de género, 7 al nivel de familia y 53 no pudieron ser identificados, observándose que hay una alta proporción de especies plenamente identificadas.

**Cuadro 97. Número de registros identificados por categoría taxonómica**

Categoría taxonómica	Cantidad	Porcentaje
Especie	10,125	95.7
Género	396	3.70
Familia	7	0.10
No identificado	53	0.50
<b>Total</b>	<b>10,581</b>	<b>100.00</b>

El número de especies y géneros diferentes registrados a nivel nacional es 1,132, cuya distribución por taxa se muestra en el Cuadro 98.

**Cuadro 98. Número de especies y géneros diferentes por taxa registrados en el INFFS**

Clase taxonómica	Especies	Géneros	Total
Aves	779	39	818
Mamíferos	85	22	107
Anfibios	84	14	98
Reptiles	93	16	109
<b>Total</b>	<b>1,041</b>	<b>91</b>	<b>1,132</b>

Con relación a las 1,041 especies plenamente identificadas, en el **Cuadro 99** se muestra el número de ocurrencias en las 6 ecozonas.

**Cuadro 99. Número de especies por taxa, por ecozona**

Taxa	CO	SI	SAA	SAD	SB	HI	Total
Aves	148	240	226	27	443	149	779
Mamíferos	15	8	19	12	65	27	85
Anfibios	4	2	11	18	59	23	84
Reptiles	16	6	15	20	60	27	93
<b>Total</b>	<b>183</b>	<b>256</b>	<b>271</b>	<b>77</b>	<b>627</b>	<b>226</b>	<b>1041*</b>

\* El total por taxa no es la suma aritmética de todas las ecozonas, porque existen algunas especies presentes en más de una de ellas

Los Anexos VII al XII muestran las listas de las especies registradas por ecozona.

Las especies identificadas que tienen la mayor ocurrencia se muestran en el Cuadro 100, siendo *Ramphastos tucanus* encontrado en 177 oportunidades, en las 4 ecozonas de amazonía.

**Cuadro 100. Especies con el mayor número de ocurrencias, por ecozona.**

N°	Nombre científico	CO	SI	SAA	SD	SB	HI	Total
1	<i>Ramphastos tucanus</i>	0	0	16	2	147	12	177
2	<i>Tapirus terrestris</i>	0	0	0	13	139	17	169
3	<i>Cuniculus paca</i>	0	0	2	4	143	9	158
4	<i>Lipaugus vociferans</i>	0	0	4	0	148	4	156
5	<i>Pecari tajacu</i>	1	0	1	5	135	10	152
6	<i>Zonotrichia capensis</i>	0	132	5	0	0	0	137
7	<i>Ara ararauna</i>	0	0	0	0	122	13	135
8	<i>Cacicus cela</i>	7	0	20	1	84	13	125
9	<i>Mazama americana</i>	4	0	2	7	89	8	110
10	<i>Rhinella margaritifera</i>	0	0	4	0	78	18	100

El Cuadro 101 muestra las 11 especies con más amplia distribución, al haber sido registradas en las 6 ecozonas, que son *Cathartes aura* (gallinazo cabeza roja) y *Thraupis episcopus* (violinista). Otras especies fueron registradas en 5 de las 6 ecozonas.

**Cuadro 101. Frecuencia de ocurrencia de especies en las 6 ecozonas**

N°	Nombre científico	Frecuencia
1	<i>Cathartes aura</i>	6

N°	Nombre científico	Frecuencia
2	<i>Thraupis episcopus</i>	6
3	<i>Pecari tajacu</i>	5
4	<i>Cacicus cela</i>	5
5	<i>Coragyps atratus</i>	5
6	<i>Mazama americana</i>	5
7	<i>Playa cayana</i>	5
8	<i>Tyrannus melancholicus</i>	5
9	<i>Dryocopus lineatus</i>	5
10	<i>Rhinella marina</i>	5
11	<i>Bubulcus ibis</i>	5

---

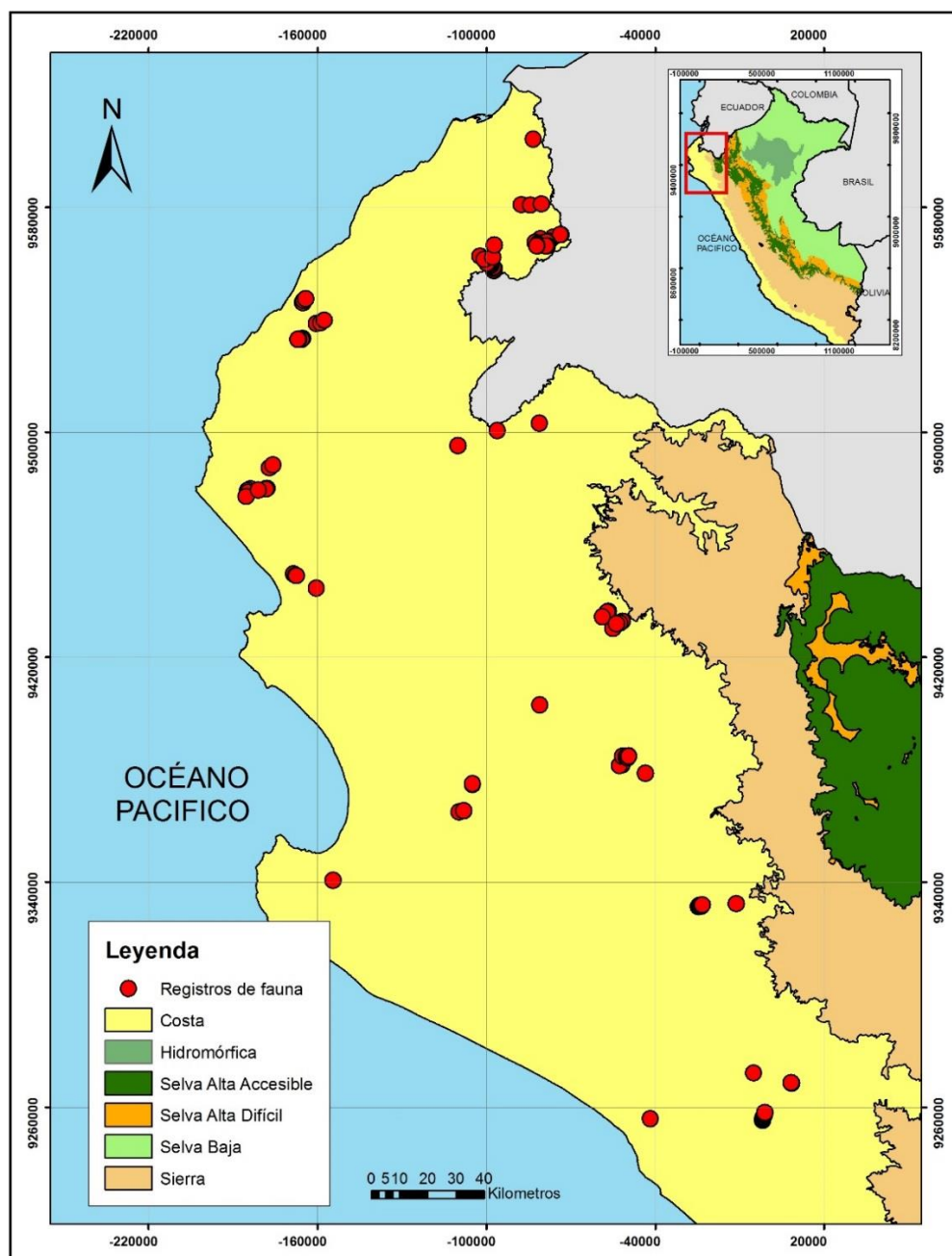


### 5.3.4.3. Resultados de la fauna silvestre por ecozona

## ECOZONA COSTA

En la Figura 113 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Costa.

Figura 113. Registros de fauna en la ecozona Costa



### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 30 Unidades de Muestreo con registros de fauna, se totalizaron 903 ocurrencias con 874 registros plenamente identificados, 7 a nivel de



género y 22 no identificados, tal como se muestra en el Cuadro 102. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo IX.

**Cuadro 102. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Costa**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	719	1	0	19	739
Mamíferos	71	1	0	0	72
Anfibios	14	0	0	0	14
Reptiles	70	5	0	3	78
Total	874	7	0	22	903

### Número de especies

Se registró un total de 183 especies identificadas plenamente, de las cuales, 147 especies fueron aves, 15 mamíferos, 16 reptiles y 5 anfibios. El mayor número de especies está representado por la clase Aves, según se muestra en el Cuadro 103.

**Cuadro 103. Número de especies por taxa en la ecozona Costa**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	147
Mamíferos	15
Anfibios	5
Reptiles	16
Total	183

### Ocurrencia de especies

Las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con el mayor número de ocurrencias en la ecozona Costa se detallan en el Cuadro 104, Cuadro 105, Cuadro 106 y Cuadro 107.

**Cuadro 104. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Costa**

Especies de aves	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica	24
<i>Mimus longicaudatus</i>	Chisco o soña	23
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilín o putilla	22
<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo parásito	20
<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	20

**Cuadro 105. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Costa**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro de sechura	26
<i>Sciurus stramineus</i>	Ardilla nuca blanca	11
<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca	6
<i>Puma concolor</i>	Puma	5
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	4

**Cuadro 106. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Costa**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Dicrodon guttulatum</i>	Azulejo (lagartija)	14
<i>Microlophus occipitalis</i>	Lagartija	13
<i>Callophaps flavipunctatus</i>	Iguana marrón	6
<i>Medopheos edracanthus</i>	Lagartija	6
<i>Microlophus koepckeorum</i>	Lagartija	6
<i>Stenocercus puyango</i>	Lagartija	6

**Cuadro 107. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Costa**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Hyloxalus elachyhistus</i>	Rana cohete Loja	5
<i>Epipedobates anthonyi</i>	Rana del río Chipillico	3
<i>Lithobates bwana</i>	Rana dardo venenosa	3
<i>Rhinella marina</i>	Sapo marino	2
<i>Leptodactylus labrosus</i>	Rana	1

**Frecuencia de ocurrencia**

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 108 muestra de mayor a menor, las 17 especies que tienen la mayor frecuencia de ocurrencia.

Por ejemplo, para el caso de *Zenaida asiática* y *Mimus longicaudatus* significa que estas especies han sido registradas en 22 de las 30 Unidades de Muestreo evaluadas en Costa, es decir, que se encuentra en el 73.3 % de las Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 108. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Costa**

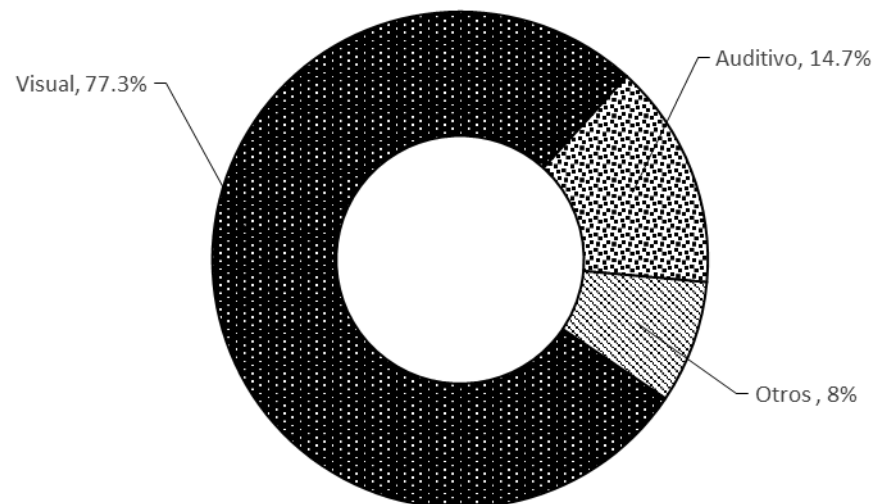
N°	Nombre científico	Nombre común	Clase*	Frec. absoluta	Frec relativa (%)
1	<i>Zenaida meloda</i>	Tórtola melódica	A	22	73.3
2	<i>Mimus longicaudatus</i>	Chisco o soña	A	22	73.3
3	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Turtupilín o putilla	A	21	70.0
4	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura	M	20	66.7
5	<i>Molothrus bonariensis</i>	Tordo brillante	A	19	63.3
6	<i>Poliophtila plumbea</i>	Perlita tropical	A	19	63.3
7	<i>Columbina cruziana</i>	Tortolita peruana	A	18	60.0
8	<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	A	17	56.7
9	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	A	17	56.7
10	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	A	17	56.7
11	<i>Myiodynastes bairdii</i>	Mosquero de Baird	A	15	50.0
12	<i>Cantorchilus superciliosus</i>	Cucarachero con ceja	A	15	50.0
13	<i>Dives waczewiczii</i>	Tordo de matorral	A	14	46.7
14	<i>Dicrodon guttulatum</i>	Azulejo (lagartija)	R	14	46.7

\* A = Aves, M = Mamíferos, R = Reptiles

### Tipo de registro

La Figura 114 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (77.3%), seguido de los registros auditivos con un 14.7% de los registros.

Figura 114. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre de la ecozona costa



### Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional.

En el Cuadro 109 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Costa, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

Cuadro 109. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS - ecozona Costa, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>			
1	<i>Penelope albipennis</i>	Pava de ala blanca	Aves
<b>EN PELIGRO (EN)</b>			
1	<i>Pseudastur occidentalis</i>	Gavilán de dorso gris	Aves
2	<i>Brotogeris pyrrhoptera</i>	Perico de mejilla gris	Aves
3	<i>Alouatta palliata</i>	Mono coto negro	Mamíferos
4	<i>Boa constrictor orton</i>	Boa costera	Reptiles
5	<i>Hyloxalus elachyhistus</i>	Rana cohete Loja	Anfibios
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Myiarchus semirufus</i>	Copetón rufo	Aves
2	<i>Leptotila ochraceiventris</i>	Paloma de vientre ocráceo	Aves
3	<i>Marmosa robinsoni</i>	Comadreja marsupial de Robinson	Mamíferos
4	<i>Bothrops barnetti</i>	Macanche	Reptiles
5	<i>Lithobates bwana</i>	Rana del río Chipillico	Anfibios
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>			
1	<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	Aves
2	<i>Phalacrocorax bougainvillii</i>	Guanay	Aves

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
3	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Aves
4	<i>Tumbezia salvini</i>	Pitajo de Tumbes	Aves
5	<i>Crypturellus transfasciatus</i>	Perdiz de ceja pálida	Aves
6	<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro de ala bronceada	Aves
7	<i>Mycteria americana</i>	Manchaco	Aves
8	<i>Tachycineta stolzmanni</i>	Golondrina de Tumbes	Aves
9	<i>Lycalopex sechurae</i>	Zorro de Sechura	Mamíferos
10	<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos
11	<i>Microlophus tigris</i>	Lagartija	Reptiles
12	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Iguana marrón	Reptiles
13	<i>Epipedobates anthonyi</i>	Rana dardo venenosa	Anfibios
<b>DATOS INSUFICIENTES (DD)</b>			
1	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato de pajonal	Mamíferos
2	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Mamíferos

### Especies con categorización CITES.

En el Cuadro 110 se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Costa, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

**Cuadro 110. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Costa, con categorización CITES**

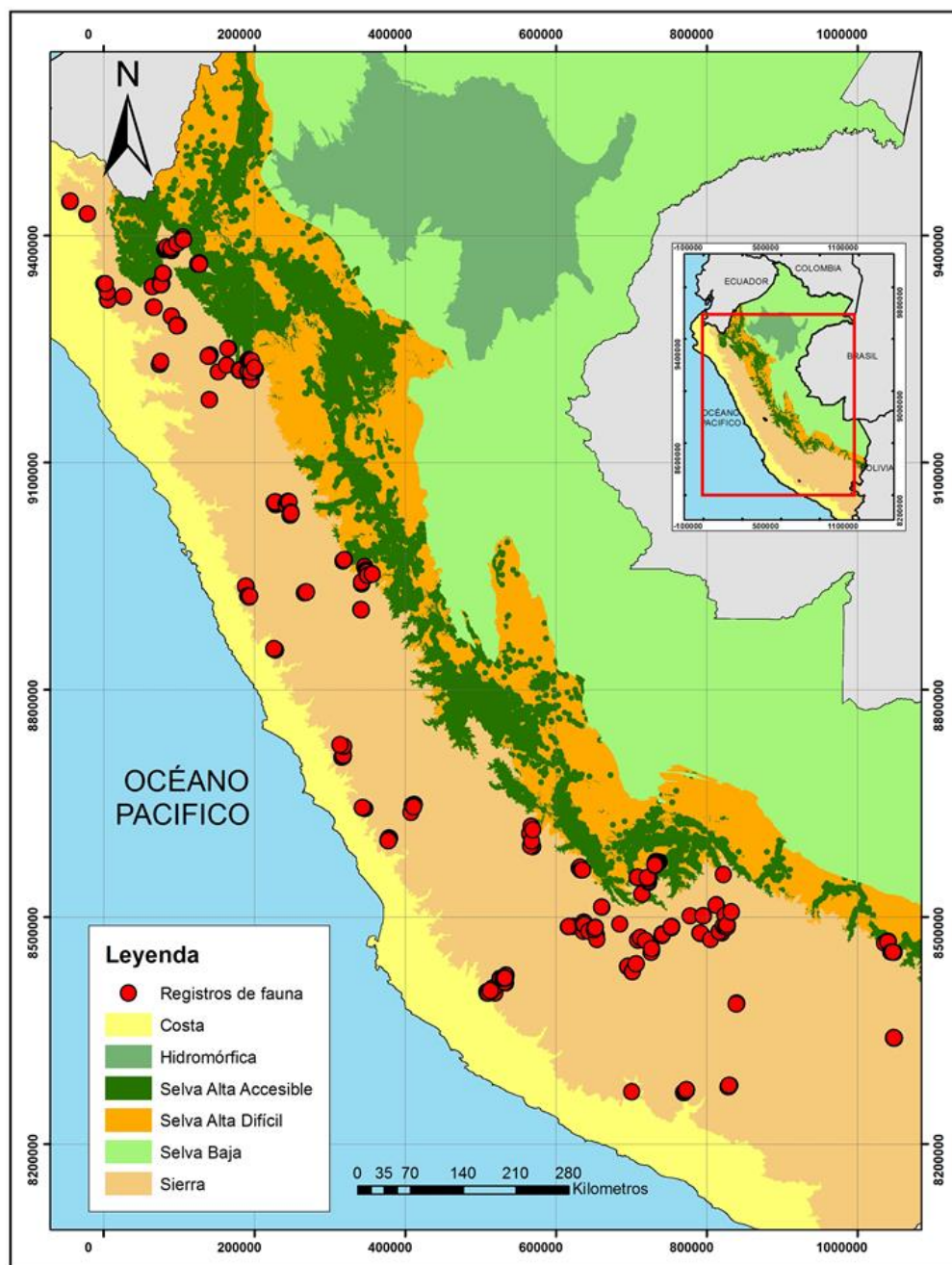
Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES I</b>		
<i>Leopardus colocolo</i>	Gato del pajonal	Mamíferos
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Mamíferos
<i>Alouatta palliata</i>	Mono coto negro	Mamíferos
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Mamíferos
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito esmeralda	Aves
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	Aves
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Elanio de pico ganchudo	Aves
<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita peruana	Aves
<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	Aves
<i>Buteogallus meridionalis</i>	Gavilán sabanero	Aves
<i>Circus cinereus</i>	Aguilucho cenizo	Aves
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable	Aves
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Aves
<i>Penelope albipennis</i>	Pava de ala blanca	Aves
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Gavilán mixto	Aves
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre	Aves
<i>Myrtis fanny</i>	Estrellita de collar púrpura	Aves
<i>Myrmia micrura</i>	Estrellita de cola corta	Aves
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Aves
<i>Phaethornis longirostris</i>	Ermitaño de pico largo	Aves
<i>Sarkidiornis melanotos</i>	Pato crestudo	Aves
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	Aves
<i>Megascops roboratus</i>	Lechuza peruana	Aves
<i>Psittacara wagleri</i>	Cotorra de frente escarlata	Aves
<i>Leucippus baeri</i>	Colibrí de Tumbes	Aves
<i>Chaetocercus mulsant</i>	Estrellita de vientre blanco	Aves

Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Leucopternis melanops</i>	Gavilán de cara negra	Aves
<i>Brotogeris pyrrhoptera</i>	Perico de mejilla gris	Aves
<i>Pionus chalcopterus</i>	Loro de ala bronceada	Aves
<i>Phaethornis griseogularis</i>	Ermitaño de barbilla gris	Aves
<i>Pseudastur occidentalis</i>	Gavilán de dorso gris	Aves
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de pecho negro	Aves
<i>Pseudoscops clamator</i>	Búho listado	Aves
<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	Reptiles
<i>Iguana iguana</i>	Pacazo	Reptiles
<i>Epipedobates anthonyi</i>	Rana dardo venenosa	Anfibios

## ECOZONA SIERRA

En la Figura 115 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Sierra.

Figura 115. Registros de fauna en la ecozona Sierra



### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 77 Unidades de Muestreo con registros de fauna, se totalizaron 1,983 ocurrencias con 1,947 registros plenamente identificados, 24 a nivel de género y 12 no identificados, tal como se muestra en el Cuadro 111. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo X.

**Cuadro 111. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Sierra**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	1,861	4	0	10	1,875
Mamíferos	59	10	0	2	71
Anfibios	3	0	0	0	3
Reptiles	24	10	0	0	34
<b>Total</b>	<b>1,947</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>1,983</b>

### Número de especies

Para la ecozona Sierra se registró un total de 282 especies identificadas plenamente, de las cuales, 240 especies fueron aves, 8 mamíferos, 6 reptiles y 2 anfibios (Cuadro 112).

**Cuadro 112. Número de especies por taxa en la ecozona Sierra**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	240
Mamíferos	8
Anfibios	2
Reptiles	6
<b>Total</b>	<b>256</b>

### Ocurrencia de especies

Las cinco primeras posiciones con el mayor número de ocurrencias para las clases aves, mamíferos, reptiles y anfibios se detallan en los cuadros 113, 114, 115 y 116.

Es importante anotar que 6 registros de *Stenocercus ornatissimus* han sido observados en Áncash (ecozona Sierra), que no corresponde a su rango de distribución (Lima) por lo que requiere confirmación.

**Cuadro 113. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra**

Especies de aves	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión de collar rufo	132
<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-violeta de vientre azul	77
<i>Turdus fuscater</i>	Zorzal grande	57
<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero de cabeza negra	45
<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	44

**Cuadro 114. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino	20
<i>Odocoileus peruvianus</i>	Venado de cola blanca	11
<i>Lagidium viscacia</i>	Vizcacha	9
<i>Lycalopex culpaeus</i>	Zorro colorado	7
<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	6



**Cuadro 115. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Microlophus stolzmanni</i>	Lagartija de rostro amarillo	7
<i>Stenocercus ornatissimus</i>	Iguana pequeña	7
<i>Stenocercus percultus</i>	Lagartija	6
<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Iguana marrón	2
<i>Atractus bocourti</i>	Serpiente de huso de Huánuco	1
<i>Dicrodon heterolepis</i>	Lagartija de cabeza colorada	1

**Cuadro 116. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Sierra**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Rhinella spinulosa</i>	Sapo andino o espinoso	2
<i>Gastrotheca griswoldi</i>	Rana marsupial	1

**Frecuencia de ocurrencia**

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 117 muestra de mayor a menor, las 16 especies que tienen la mayor frecuencia de ocurrencia en la ecozona Sierra.

Por ejemplo, para el caso de *Zonotrichia capensis* “gorrión americano” significa que esta especie ha sido registrada en 54 de las 77 Unidades de Muestreo evaluadas en Sierra, es decir, que se encuentra en el 63.4 % de Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 117. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la ecozona Sierra**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase *	Frec. Absoluta (%)	Frec. relativa (%)
1	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrión americano	A	54	70.1
2	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	A	32	41.6
3	<i>Spinus magellanicus</i>	Jilguero de cabeza negra	A	27	35.1
4	<i>Turdus fuscater</i>	Zorzal grande	A	25	32.5
5	<i>Turdus chiguanco</i>	Zorzal chiguanco	A	25	32.5
6	<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí azul	A	23	29.9
7	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Caracara cordillerano	A	23	29.9
8	<i>Phrygilus punensis</i>	Fringilo peruano	A	22	28.6
9	<i>Colaptes rupicola</i>	Carpintero andino	A	20	26.0
10	<i>Ochthoeca leucophrys</i>	Pitajo de ceja blanca	A	19	24.7
11	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	A	18	23.4
12	<i>Phrygilus plebejus</i>	Fringilo de pecho cenizo	A	18	23.4
13	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayo-de-sol brillante	A	17	22.1
14	<i>Patagona gigas</i>	Colibrí gigante	A	17	22.1
15	<i>Geranoetus melanoleucus</i>	Aguilucho de pecho negro	A	17	22.1
16	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtola orejuda	A	16	20.8
17	<i>Catamenia analis</i>	Semillero de cola bandeada	A	15	19.5
18	<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino	A	15	19.5

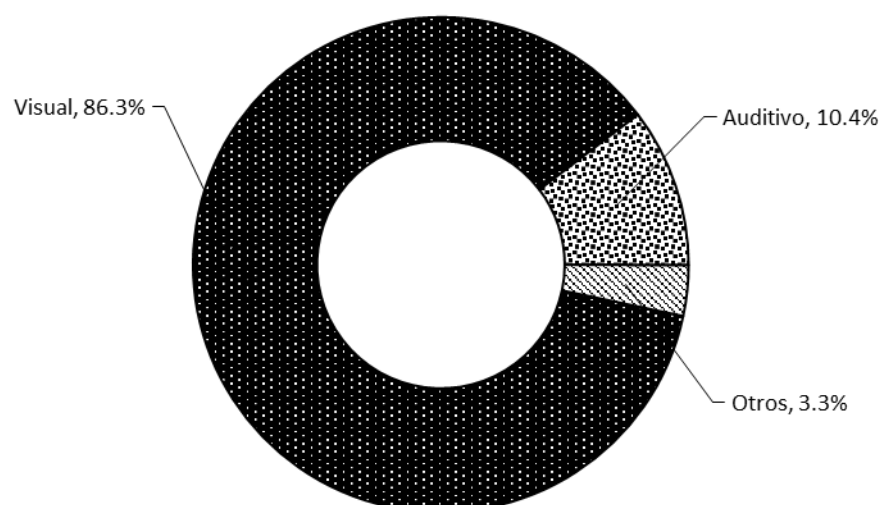
\* A = Aves

**Tipo de registro**

La Figura 116 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (86.3 %), seguido de los registros auditivos con un 10.4 % de los registros.



**Figura 116. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Sierra**



**Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional.**

En el Cuadro 118 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Sierra, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 118. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Sierra, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>			
1	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	Aves
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Zaratornis stresemanni</i>	Cotinga de mejilla blanca	Aves
2	<i>Patagioenas oenops</i>	Paloma peruana	Aves
3	<i>Forpus xanthops</i>	Periquito de cara amarilla	Aves
4	<i>Agriornis albicauda</i>	Arriero de cola blanca	Aves
5	<i>Ampelornis griseiceps</i>	Hormiguero de cabeza gris	Aves
6	<i>Penelope barbata</i>	Pava barbada	Aves
7	<i>Theristicus melanopis</i>	Bandurria de cara negra	Aves
8	<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	Mamíferos
9	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Mamíferos
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>			
1	<i>Oreomanes fraseri</i>	Pico-de-cono gigante	Aves
2	<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Aves
3	<i>Atlapetes rufigenis</i>	Matorralero de oreja rufa	Aves
4	<i>Fulica gigantea</i>	Gallareta gigante	Aves
5	<i>Podiceps occipitalis</i>	Zambullidor plateado	Aves
6	<i>Tinamotis pentlandii</i>	Perdiz de la puna	Aves
7	<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	Mamíferos
8	<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos
9	<i>Callopistes flavipunctatus</i>	Iguana marrón	Reptiles

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
10	<i>Dicrodon heterolepis</i>	Lagartija de cabeza colorada	Reptiles

**DATOS INSUFICIENTES (DD)**

1	<i>Leopardus colocolo</i>	Gato del pajonal	Mamíferos
---	---------------------------	------------------	-----------

**Especies con categorización CITES.**

En el Cuadro 119, se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Sierra, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

**Cuadro 119. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Sierra, con categorización CITES**

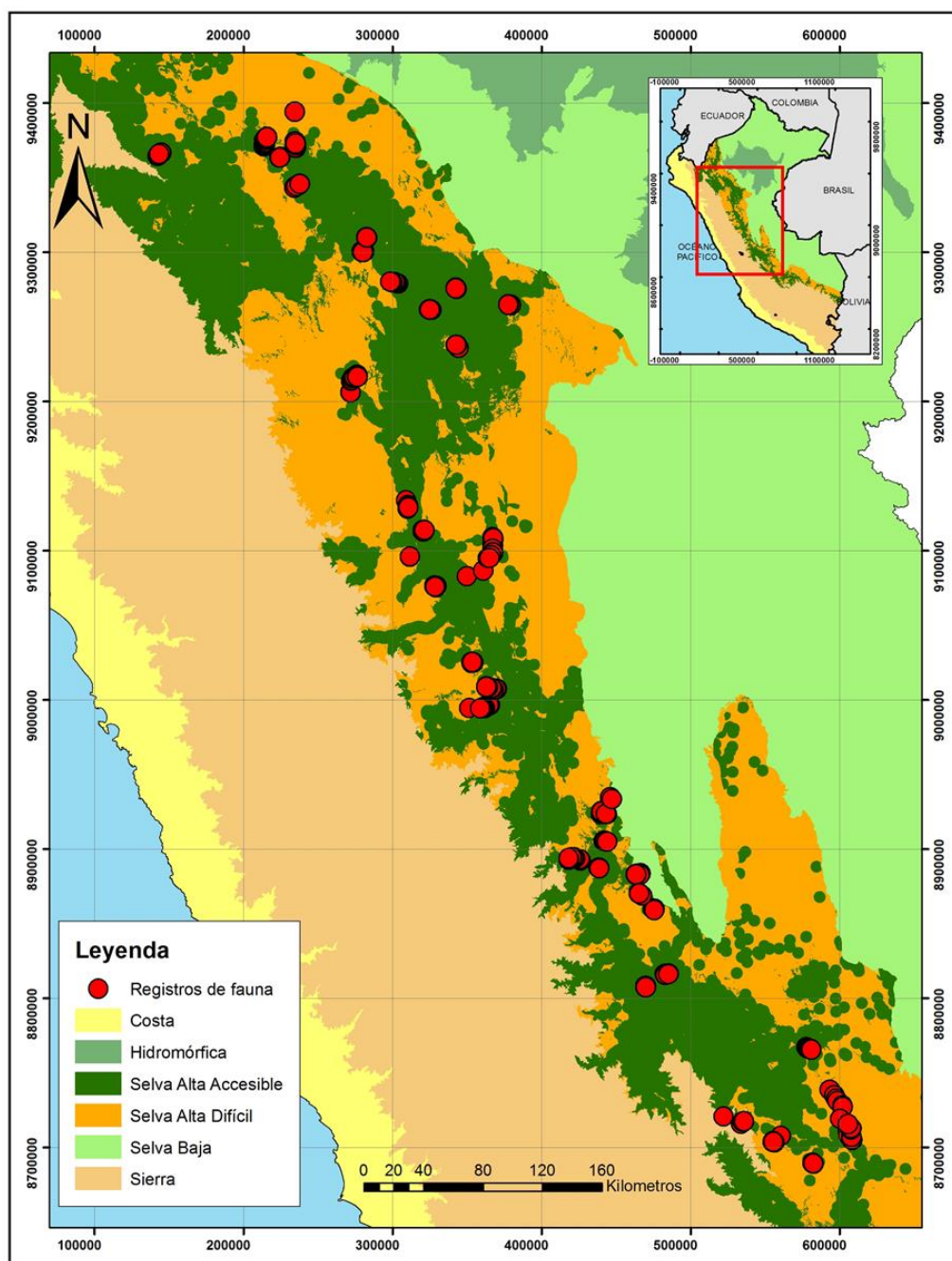
Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES I</b>		
<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor andino	Aves
<i>Hippocamelus antisensis</i>	Taruca	Mamíferos
<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Mamíferos
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Falco peregrinus</i>	Halcón peregrino	Aves
<i>Forpus xanthops</i>	Periquito de cara amarilla	Aves
<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-violeta de vientre azul	Aves
<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Rayo-de-sol brillante	Aves
<i>Phalacrocorax mexicanus</i>	Caracara cordillerano	Aves
<i>Patagona gigas</i>	Colibrí gigante	Aves
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	Aves
<i>Geranoaetus polyosoma</i>	Aguilucho variable	Aves
<i>Metallura tyrianthina</i>	Colibrí tirió	Aves
<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Aguilucho de pecho negro	Aves
<i>Metallura phoebe</i>	Colibrí negro	Aves
<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí de cola larga negra	Aves
<i>Psittacara wagleri</i>	Cotorra de frente escarlata	Aves
<i>Oreotrochilus estella</i>	Estrella andina	Aves
<i>Leucippus taczanowskii</i>	Colibrí de Taczanowski	Aves
<i>Lesbia nuna</i>	Colibrí de cola larga verde	Aves
<i>Polyommatus caroli</i>	Cometa de cola bronceada	Aves
<i>Heliangelus viola</i>	Ángel-del-sol de garganta púrpura	Aves
<i>Psilopsiagon aurifrons</i>	Perico cordillerano	Aves
<i>Glaucidium peruanum</i>	Lechucita peruana	Aves
<i>Adelomyia melanogenys</i>	Colibrí jaspeado	Aves
<i>Psittacara mitratus</i>	Cotorra mitrada	Aves
<i>Amazilia amazilia</i>	Amazilia costeña	Aves
<i>Forpus coelestis</i>	Periquito esmeralda	Aves
<i>Circus cinereus</i>	Aguilucho cenizo	Aves
<i>Phaethornis griseogularis</i>	Ermitaño de barbilla gris	Aves
<i>Parabuteo leucorrhous</i>	Aguilucho de lomo blanco	Aves
<i>Thaumastura cora</i>	Colibrí de Cora	Aves
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	Aves
<i>Myrmia micrura</i>	Estrellita de cola corta	Aves
<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre	Aves
<i>Bolborhynchus orbygnesi</i>	Perico andino	Aves
<i>Chalcostigma stanleyi</i>	Pico-espina de dorso azul	Aves
<i>Coeligena iris</i>	Inca arco iris	Aves

Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Metallura theresiae</i>	Colibrí cobrizo	Aves
<i>Rhodopis vesper</i>	Colibrí de oasis	Aves
<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas andino	Aves
<i>Amazilia chionogaster</i>	Colibrí de vientre blanco	Aves
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Boissonneaua matthewsii</i>	Colibrí de pecho castaño	Aves
<i>Bubo virginianus</i>	Búho americano	Aves
<i>Heliangelus amethysticollis</i>	Ángel-del-sol de garganta amatista	Aves
<i>Metallura aeneocauda</i>	Colibrí escamoso	Aves
<i>Oreotrochilus melanogaster</i>	Estrella de pecho negro	Aves
<i>Pterophanes cyanopterus</i>	Ala-zafiro grande	Aves
<i>Vicugna vicugna</i>	Vicuña	Mamíferos
<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos

## ECOZONA SELVA ALTA ACCESIBLE

En la Figura 117 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Selva alta Accesible.

**Figura 117. Registros de fauna en la ecozona Selva Alta Accesible**



### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 31 Unidades de Muestreo con registros de fauna, se totalizaron 981 ocurrencias con 971 registros plenamente identificados, 8 a nivel de género y 2 no identificados, tal como se muestra en el Cuadro 120. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo XI.

**Cuadro 120. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Alta Accesible**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	901	0	0	2	903
Mamíferos	31	5	0	0	36
Anfibios	22	3	0	0	25
Reptiles	17	0	0	0	17
<b>Total</b>	<b>971</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>981</b>

**Número de especies**

Para la ecozona Selva Alta Accesible se registró un total de 271 especies identificadas plenamente, de las cuales, 226 especies fueron aves, 19 mamíferos, 11 anfibios y 15 reptiles (Cuadro 121). El mayor número de especies en la ecozona Selva Alta Accesible está registrado para la clase Aves.

**Cuadro 121. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Alta Accesible**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	226
Mamíferos	19
Anfibios	11
Reptiles	15
<b>Total</b>	<b>271</b>

**Ocurrencia de especies**

Las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con el mayor número de ocurrencias en la ecozona Selva Alta Accesible se detallan en el Cuadro 122, Cuadro 123, Cuadro 124 y Cuadro 125.

**Cuadro 122. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible**

Especies de aves	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	24
<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	21
<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	21
<i>Cacicus cela</i>	Páucar	20
<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola de dorso bermejo	19
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	19

**Cuadro 123. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Cebus apella</i>	Machín negro	5
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	4
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	3
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	2
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	2
<i>Nasua nasua</i>	Coatí de cola anillada	2

**Cuadro 124. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Chironius fuscus</i>	Pukuna machaco	2
<i>Imantodes cenchoa</i>	Afanninga de árbol	2

**Cuadro 125. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta Accesible**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Ameerega trivittata</i>	Sapito dardo de tres rayas	5
<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo común sudamericano	4
<i>Ranitomeya sirensis</i>	Rana venenosa del Sira	5
<i>Osteocephalus leoniae</i>	Rana arborícola	2

**Frecuencia de ocurrencia**

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 126 muestra las 10 especies que tienen la mayor frecuencia de ocurrencia.

Por ejemplo, para el caso de *Pionus menstruus* “loro de cabeza azul” significa que esta especie ha sido registrada en 17 de las 31 Unidades de Muestreo evaluadas en Selva Alta Accesible, es decir que se encuentra en el 54.8 % de Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 126. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la Selva Alta Accesible**

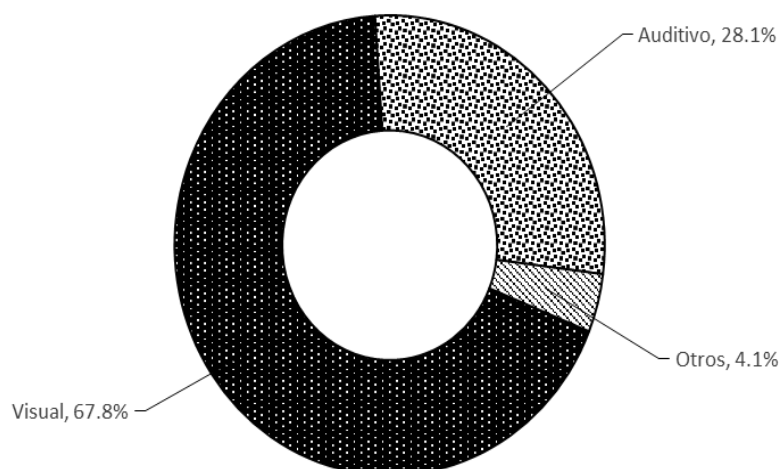
N°	Nombre científico	Nombre común	Clase*	Frec. Absoluta (%)	Frec. relativa (%)
1	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	A	17	54.8
2	<i>Patagioenas plumbea</i>	Paloma plumiza	A	16	51.6
3	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	A	16	51.6
4	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla	A	15	48.4
5	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	A	14	45.2
6	<i>Thraupis palmarum</i>	Tangara de palmeras	A	13	41.9
7	<i>Troglodytes aedon</i>	Cucarachero común	A	13	41.9
8	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	A	13	41.9
9	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo de cabeza negra	A	13	41.9
10	<i>Cathartes aura</i>	Gallinazo de cabeza roja	A	12	38.7
11	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	A	11	35.5
12	<i>Cacicus cela</i>	Páucar	A	11	35.5
13	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	A	11	35.5
14	<i>Thraupis episcopus</i>	Violinista	A	11	35.5
15	<i>Ortalis guttata</i>	Manacaraco	A	11	35.5
16	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Oropéndola de dorso bermejo	A	10	32.3
17	<i>Microcerculus marginatus</i>	Cucarachero de pecho escamoso	A	10	32.3
18	<i>Tangara chilensis</i>	Tangara del paraíso	A	10	32.3
19	<i>Crotophaga ani</i>	Vacamuchacho	A	10	32.3

\* A = Aves

**Tipo de registro**

La Figura 118 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (67.8 %), seguido de los registros auditivos con un 28.1 % de los registros.

**Figura 118. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Alta Accesible**



### Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional

En el Cuadro 127 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Alta Accesible, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 127. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta Accesible, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO CRÍTICO (CR)</b>			
1	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
2	<i>Atelopus semini</i>	Sapo del Alto Amazonas	Anfibios
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Ara militaris</i>	Guacamayo militar	Aves
2	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Mamíferos
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>			
1	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Aves
2	<i>Pteroglossus beauharnaesii</i>	Arasari encrespado	Aves
3	<i>Ramphastos ambiguus</i>	Tucán de garganta amarilla	Aves
4	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
5	<i>Ameerega cainarachi</i>	Rana venenosa de Cainarachi	Anfibios
<b>DATOS INSUFICIENTES (DD)</b>			
1	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Mamíferos
2	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardillita de vientre amarillo	Mamíferos



**Especies con categorización CITES.**

En el Cuadro 128 se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Alta Accesible, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

**Cuadro 128. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta Accesible, con categorización CITES**

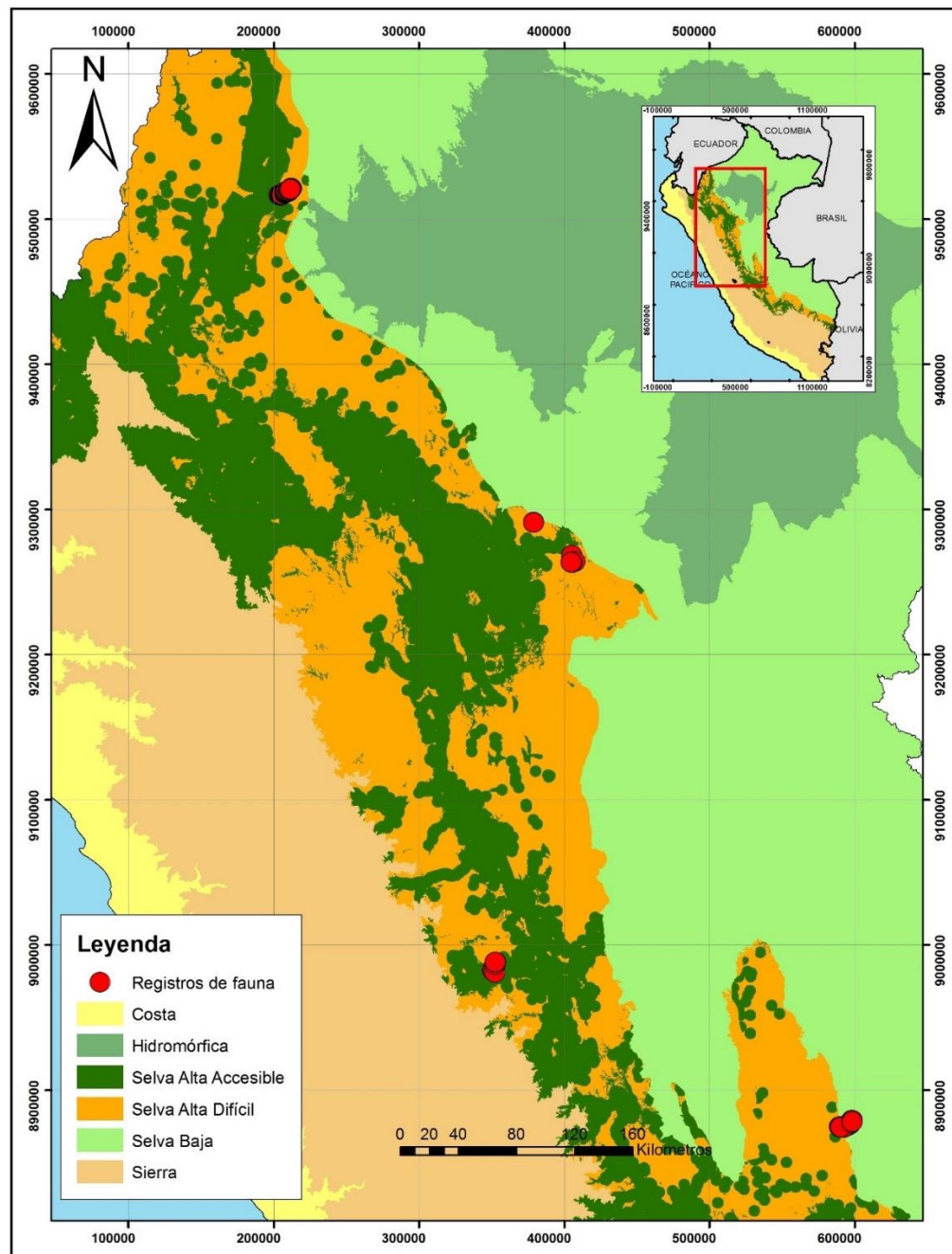
Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES I</b>		
<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Mamíferos
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Ara militaris</i>	Guacamayo militar	Aves
<i>Amazilia lactea</i>	Colibrí de pecho zafiro	Aves
<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	Aves
<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de corona amarilla	Aves
<i>Brotogeris cyanopectus</i>	Perico de ala cobalto	Aves
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguilucho de cola corta	Aves
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán negro	Aves
<i>Campylopterus largipennis</i>	Ala-de-sable de pecho gris	Aves
<i>Chrysura oenone</i>	Zafiro de cola dorada	Aves
<i>Colibri coruscans</i>	Oreja-violeta de vientre azul	Aves
<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	Aves
<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	Aves
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón caza murciélagos	Aves
<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí de nuca blanca	Aves
<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado	Aves
<i>Helicolestes hamatus</i>	Elanio de pico delgado	Aves
<i>Heliodoxa branickii</i>	Brillante de ala canela	Aves
<i>Hylocharis cyanus</i>	Zafiro de barbilla blanca	Aves
<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	Aves
<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo	Aves
<i>Megascops watsonii</i>	Lechuza de vientre leonado	Aves
<i>Micrastur gilvicolis</i>	Halcón montés de ojo blanco	Aves
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón montés barrado	Aves
<i>Milvago chimachima</i>	Chimachima	Aves
<i>Ocreatus underwoodii</i>	Colibrí cola de raqueta	Aves
<i>Phaethornis guy</i>	Ermitaño verde	Aves
<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño de pico grande	Aves
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Caracara cordillerano	Aves
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Aves
<i>Pionus sordidus</i>	Loro de pico rojo	Aves
<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco	Aves
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de ojo blanco	Aves
<i>Pyrrhura roseifrons</i>	Perico de frente rosada	Aves
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Aves
<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas andino	Aves
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	Aves
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Mamíferos
<i>Cebus apella</i>	Machín negro	Mamíferos
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	Mamíferos
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Mamíferos
<i>Clelia clelia</i>	Aguaje machaco	Reptiles
<i>Corallus batesii</i>	Boa verdosa esmeralda	Reptiles
<i>Ameerega cainarachi</i>	Rana venenosa de Cainarachi	Anfibios



## ECOZONA SELVA ALTA DE DIFÍCIL ACCESO

En la Figura 119 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Selva Alta de Difícil acceso.

**Figura 119. Registros de fauna en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**



### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 5 Unidades de Muestreo con registros de fauna, se totalizaron 147 ocurrencias con 125 registros plenamente identificados, 20 a nivel de

género y 2 no identificados, tal como se muestra en el Cuadro 129. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo XII.

**Cuadro 129. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	35	9		1	45
Mamíferos	38	8			46
Anfibios	26	2		1	29
Reptiles	26	1			27
<b>Total</b>	<b>125</b>	<b>20</b>		<b>2</b>	<b>147</b>

### Número de especies

Para la ecozona Selva Alta de Difícil acceso se registró un total de 77 especies identificadas plenamente, de las cuales, 27 especies fueron aves, 12 mamíferos, 20 reptiles y 18 anfibios (Cuadro 130). El mayor número de especies en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso está representado por la clase Aves.

**Cuadro 130. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	27
Mamíferos	12
Anfibios	18
Reptiles	20
<b>Total</b>	<b>77</b>

### Ocurrencia de especies

Las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con el mayor número de ocurrencias en las 5 Unidades de Muestreo evaluadas en la ecozona Selva Alta Difícil se detallan en el Cuadro 131, Cuadro 132,

Cuadro 133 y

Cuadro 134.

**Cuadro 131. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas	3
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	2
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	2
<i>Ibycter americanus</i>	Carcara de vientre blanco	2
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	2
<i>Thraupis episcopus</i>	Violinista	2
<i>Colonia colonus</i>	Tirano de cola larga	2

**Cuadro 132. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	13
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	7
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	5
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	4
<i>Potos flavus</i>	Chozna	2

**Cuadro 133. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Kentropyx pelviceps</i>	Lagartija	2
<i>Caiman crocodilus</i>	Lagarto blanco	2
<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanqueja	2
<i>Imantodes cenchoa</i>	Afanninga de árbol	2
<i>Pseudogonatodes guianensis</i>	Salamanqueja	2
<i>Iphisa elegans</i>	Lagartija	2

**Cuadro 134. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa de muslo brillante	4
<i>Ameerega trivittata</i>	Sapito dardo de tres rayas	2
<i>Pristimantis peruvianus</i>	Ranita peruana	2
<i>Hypsiboas boans</i>	Rana gladiadora	2
<i>Pristimantis orcus</i>	Ranita	2
<i>Ranitomeya imitator</i>	Rana venenosa	2

**Frecuencia de ocurrencia**

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 135 muestra las especies con mayor frecuencia de ocurrencia.

Por ejemplo, para el caso de *Formicarius analis* “gallito hormiguero de cara negra” significa que esta especie ha sido registrada en 2 de las 5 Unidades de Muestreo evaluadas en Selva Alta Difícil, es decir que se encuentra en el 40.0% de Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 135. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Selva Alta de Difícil acceso**

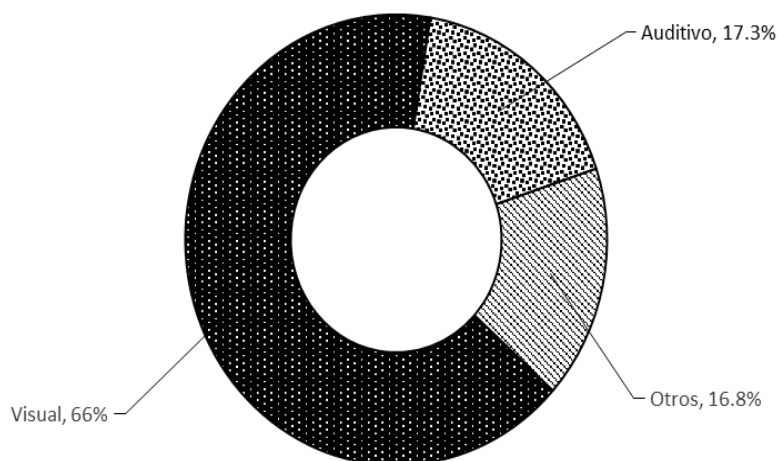
N°	Nombre científico	Nombre común	Clase *	Frec absoluta (%)	Frec relativa (%)
1	<i>Formicarius analis</i>	Gallito hormiguero de cara negra	A	2	40
2	<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	A	2	40
3	<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	A	2	40
4	<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	A	2	40
5	<i>Pristimantis orcus</i>	Ranita	A	2	40
6	<i>Pristimantis peruvianus</i>	Ranita peruana	A	2	40
7	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	A	2	40
8	<i>Ranitomeya imitator</i>	Rana venenosa	A	2	40
9	<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas andino	A	2	40
10	<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	M	2	40
11	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	M	2	40
12	<i>Potos flavus</i>	Chosna	M	2	40
13	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	M	2	40
14	<i>Gonatodes humeralis</i>	Salamanqueja	R	2	40
15	<i>Imantodes cenchoa</i>	Afanninga de árbol	R	2	40
16	<i>Iphisa elegans</i>	Lagartija	R	2	40
17	<i>Kentropyx pelviceps</i>	Lagartija	R	2	40
18	<i>Pseudogonatodes guianensis</i>	Salamanqueja	R	2	40

\* A = Aves, M = Mamíferos, R = Reptiles

**Tipo de registro**

La Figura 120 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (66.0%), seguido de los registros auditivos con un 17.4% de los registros.

**Figura 120. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Alta de Dificil acceso**



#### Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional.

En el Cuadro 136 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Alta de Dificil acceso, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 136. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta de Dificil acceso, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO (EN)</b>			
1	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
2	<i>Ateles chamek</i>	Maquisapa	Mamíferos
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Mamíferos
2	<i>Hyloscirtus phyllonathus</i>	Rana de quebrada	Anfibios
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>			
1	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Aves
2	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos
3	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Lagarto enano	Reptiles
4	<i>Ameerega cainarachi</i>	Rana venenosa de Cainarachi	Anfibios
<b>DATOS INSUFICIENTES (DD)</b>			
1	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Mamíferos

### Especies con categorización CITES.

En el Cuadro 137 se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Alta de Difícil acceso, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

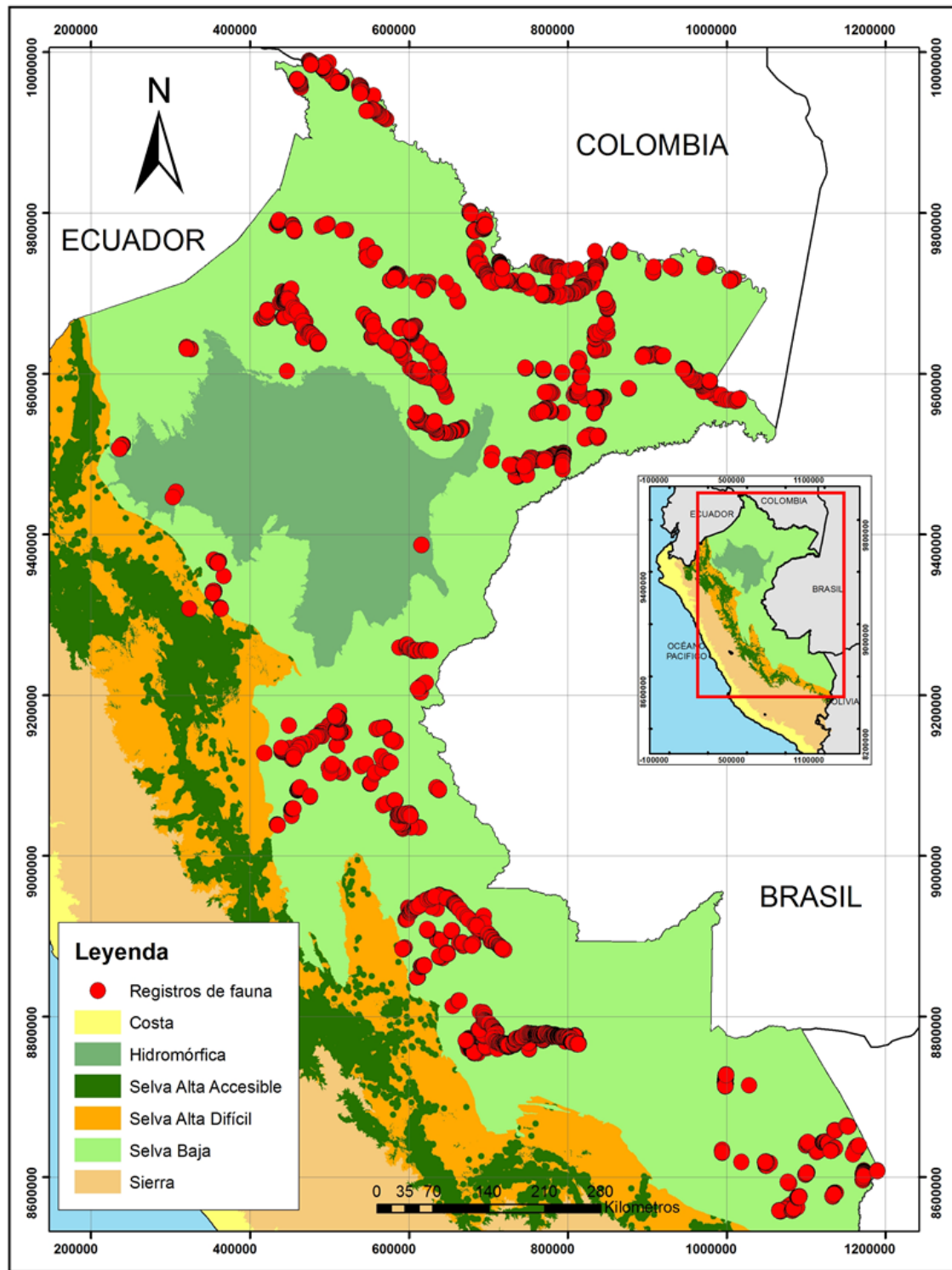
**Cuadro 137. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Alta de Difícil acceso, con categorización CITES**

Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	Aves
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Aves
<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco	Aves
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de anteojos	Aves
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Aves
<i>Rupicola peruvianus</i>	Gallito de las rocas andino	Aves
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	Aves
<i>Ateles chamek</i>	Maquisapa	Mamíferos
<i>Callicebus brunneus</i>	Tocón moreno	Mamíferos
<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Mamíferos
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Mamíferos
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Mamíferos
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos
<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa de muslo brillante	Anfibios
<i>Ameerega cainarachi</i>	Rana venenosa de Cainarachi	Anfibios
<i>Colostethus argyrogaster</i>	Rana cohete de Imaza	Anfibios
<i>Ranitomeya imitator</i>	Rana venenosa	Anfibios
<i>Caiman crocodilus</i>	Lagarto blanco	Reptiles
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Lagarto enano	Reptiles

## ECOZONA SELVA BAJA

En la Figura 121 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Selva alta Accesible.

Figura 121. Registros de fauna en la ecozona Selva Baja





### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 130 Unidades de Muestreo con registros de fauna, se totalizaron 5,787 ocurrencias con 5,477 registros plenamente identificados, 289 a nivel de género, 7 a nivel de familia y 14 no identificadas, tal como se muestra en el Cuadro 138. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo XIII.

**Cuadro 138. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Selva Baja**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	3,752	94	2	8	3,856
Mamíferos	1,257	140	1	1	1,399
Anfibios	250	40	1	2	293
Reptiles	218	15	3	3	239
<b>Total</b>	<b>5,477</b>	<b>289</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>5,787</b>

### Número de especies

Para la ecozona Selva Baja se registró un total de 627 especies identificadas plenamente, de las cuales, 443 especies fueron aves, 65 mamíferos, 59 anfibios y 60 reptiles (Cuadro 139). El mayor número de especies en la ecozona Selva Baja está representado por la clase Aves.

**Cuadro 139. Número de especies por taxa en la ecozona Selva Baja**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	443
Mamíferos	65
Anfibios	59
Reptiles	60
<b>Total</b>	<b>627</b>

### Ocurrencia de especies

Las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con el mayor número de ocurrencias en las 130 Unidades de Muestreo evaluadas en la ecozona Selva Baja se detallan en el Cuadro 140, Cuadro 141, Cuadro 142 y Cuadro 143.

**Cuadro 140. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja**

Especies de aves	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Lipaugus vociferans</i>	Silbador	148
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	147
<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	122
<i>Cacicus cela</i>	Páucar	84
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	82

**Cuadro 141. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	143
<i>Tapirus terrestres</i>	Sachavaca	139
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	135
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	89
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	87

**Cuadro 142. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	25
<i>Bothrops atrox</i>	Jergón	17
<i>Kentropyx pelviceps</i>	Lagartija	15
<i>Cercosaura argulus</i>	Lagartija	13
<i>Ameiva ameiva</i>	Uculluqui	13
<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	10

**Cuadro 143. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Selva Baja**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo hoja	78
<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa de muslo brillante	27
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	Hualo	12
<i>Ameerega trivittata</i>	Sapito dardo de tres rayas	10
<i>Allobates trilineatus</i>	Rana cohete de tres rayas	9

### Frecuencia de ocurrencia

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 144 muestra las 15 especies que tienen la mayor frecuencia de ocurrencia (9 especies de aves y 6 de mamíferos).

Por ejemplo, para el caso de *Tapirus terrestris* “sachavaca” significa que esta especie ha sido registrada en 74 de las 130 Unidades de Muestreo evaluadas en Selva Baja, es decir que se encuentra en el 56.9 % de Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 144. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en Selva Baja**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase*	Frec. absoluta (%)	Frec. relativa (%)
1	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	M	74	56.9
2	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	A	72	55.4
3	<i>Lipaugus vociferans</i>	Silbador	A	68	52.3
4	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	A	63	48.5
5	<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	M	62	47.7
6	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	M	62	47.7
7	<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga	A	52	40.0
8	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo hoja	A	46	35.4
9	<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	M	44	33.8
10	<i>Cacicus cela</i>	Páucar	A	42	32.3
11	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	M	41	31.5
12	<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	A	41	31.5
13	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	A	40	30.8

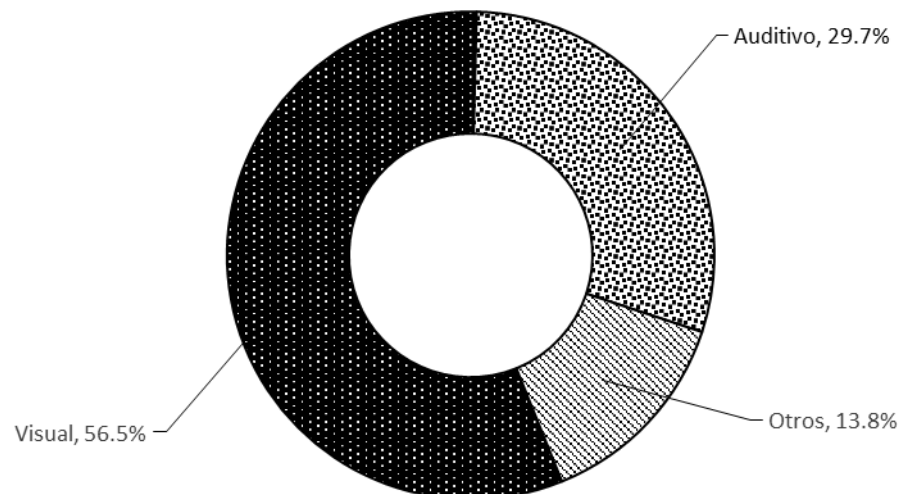
\* A = Aves, M = Mamíferos



### Tipo de registro

La Figura 122 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (56.5 %), seguido de los registros auditivos, con un 29.7 % de los registros.

**Figura 122. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Selva Baja**



### Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional.

En el Cuadro 145 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Baja, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 145. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Baja, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO (EN)</b>			
1	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
2	<i>Ateles chamek</i>	Maquisapa	Mamíferos
3	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río grande	Mamíferos
4	<i>Ateles belzebuth</i>	Maquisapa	Mamíferos
5	<i>Stenocercus modestus</i>	Lagartija	Reptiles
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Mitu salvini</i>	Paujil de Salvin	Aves
2	<i>Crypturellus casiquiare</i>	Perdiz barrada	Aves
3	<i>Harpia harpyja</i>	Águila harpía	Aves
4	<i>Onychorhynchus coronatus</i>	Mosquero real	Aves
5	<i>Primolius couloni</i>	Guacamayo de cabeza azul	Aves
6	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono coto rojo	Mamíferos
7	<i>Alouatta sara</i>	Mono aullador rojo boliviano	Mamíferos
8	<i>Cacajao calvus</i>	Huapo colorado	Mamíferos
9	<i>Callicebus lucifer</i>	Tocón de collar	Mamíferos
10	<i>Callimico goeldii</i>	Pichico falso de Goeldi	Mamíferos
11	<i>Lagothrix poeppigii</i>	Mono lanudo de Poeppig	Mamíferos
12	<i>Prionomys maximus</i>	Armadillo gigante	Mamíferos

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
13	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Mamíferos
14	<i>Atelocynus microtis</i>	Perro de monte	Mamíferos
15	<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	Reptiles

**CASI AMENAZADO (NT)**

1	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Aves
2	<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Aves
3	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Aves
4	<i>Pipile cumanensis</i>	pava de garganta azul	Aves
5	<i>Andigena hypoglaucha</i>	Tucán andino de pecho gris	Aves
6	<i>Amazona festiva</i>	Loro de lomo rojo	Aves
7	<i>Pteroglossus beauharnaesii</i>	Arasari encrespado	Aves
8	<i>Campephilus gayaquilensis</i>	Carpintero guayaquileño	Aves
9	<i>Nannopsittaca dachilleae</i>	Periquito amazónico	Aves
10	<i>Cacicus koepckeae</i>	Cacique de Koepcke	Aves
11	<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón de pecho naranja	Aves
12	<i>Mycteria americana</i>	Manchaco	Aves
13	<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	Aves
14	<i>Syndactyla ucayalae</i>	Pico curvo peruano	Aves
15	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos
17	<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	Mamíferos
18	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
19	<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos
20	<i>Ameerega yoshina</i>	Ranita	Anfibios
21	<i>Melanosuchus niger</i>	Caimán negro	Reptiles
22	<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Lagarto enano	Reptiles

**DATOS INSUFICIENTES (DD)**

1	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Mamíferos
2	<i>Inia geoffrensis</i>	Bueo colorado	Mamíferos
3	<i>Sotalia fluviatilis</i>	Bueo gris	Mamíferos
4	<i>Leopardus wiedii</i>	Huamburushu	Mamíferos
5	<i>Microsciurus flaviventer</i>	Ardillita de vientre amarillo	Mamíferos

**Especies con categorización CITES.**

En el Cuadro 146 se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Selva Baja, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

**Cuadro 146. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Selva Baja, con categorización CITES**

Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES I</b>		
<i>Harpia harpyja</i>	Águila harpía	Aves
<i>Primolius couloni</i>	Guacamayo de cabeza azul	Aves
<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
<i>Leopardus wiedii</i>	Huamburushu	Mamíferos
<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río grande	Mamíferos
<i>Prionates maximus</i>	Armadillo gigante	Mamíferos
<i>Cacajao calvus</i>	Huapo colorado	Mamíferos
<i>Callimico goeldii</i>	Pichico falso de Goeldi	Mamíferos
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Mamíferos
<i>Lontra longicaudis</i>	Lobo de río pequeño	Mamíferos

Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Melanosuchus niger</i>	Caimán negro	Reptiles
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Aves
<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Aves
<i>Amazona festiva</i>	Loro de lomo rojo	Aves
<i>Nannopsittaca dachilleae</i>	Periquito amazónico	Aves
<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón de pecho naranja	Aves
<i>Psittacara erythrogenys</i>	Cotorra de cabeza roja	Aves
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Aves
<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	Aves
<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	Aves
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Aves
<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	Aves
<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de cabeza oscura	Aves
<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	Aves
<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro de corona amarilla	Aves
<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño de pico grande	Aves
<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	Aves
<i>Pionites melanocephalus</i>	Loro de cabeza negra	Aves
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de pico acanalado	Aves
<i>Milvago chimachima</i>	Caracara chimachima	Aves
<i>Phaethornis ruber</i>	Ermitaño rojizo	Aves
<i>Pionites leucogaster</i>	Loro de vientre blanco	Aves
<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de ojo blanco	Aves
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán negro	Aves
<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	Aves
<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón reidor	Aves
<i>Ictinia plumbea</i>	Elanio plumizo	Aves
<i>Campylopterus largipennis</i>	Ala-de-sable de pecho gris	Aves
<i>Thalurania furcata</i>	Ninfa de cola ahorquillada	Aves
<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	Aves
<i>Falco rufigularis</i>	Halcón caza murciélagos	Aves
<i>Glaucidium brasilianum</i>	Lechucita ferruginosa	Aves
<i>Glaucidium hardyi</i>	Lechucita amazónica	Aves
<i>Megascops watsonii</i>	Lechuza de vientre leonado	Aves
<i>Busarellus nigricollis</i>	Gavilán de ciénaga	Aves
<i>Phaethornis bourcierii</i>	Ermitaño de pico recto	Aves
<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Búho de anteojos	Aves
<i>Spizaetus ornatus</i>	Águila penachuda	Aves
<i>Amazona amazonica</i>	Loro de ala naranja	Aves
<i>Amazona mercenarius</i>	Loro de nuca escamosa	Aves
<i>Brotogeris sanctithomae</i>	Perico tui	Aves
<i>Brotogeris cyanopectus</i>	Perico de ala cobalto	Aves
<i>Forpus modestus</i>	Periquito de pico oscuro	Aves
<i>Glaucis hirsutus</i>	Ermitaño de pecho canela	Aves
<i>Lophotrix cristata</i>	Búho penachudo	Aves
<i>Orthopsittacus manilatus</i>	Guacamayo de vientre rojo	Aves
<i>Phaethornis hispidus</i>	Ermitaño de barba blanca	Aves
<i>Phaethornis philippii</i>	Ermitaño de pico aguja	Aves
<i>Pyrilia barrabandi</i>	Loro de mejilla naranja	Aves
<i>Touit huetii</i>	Periquito de ala roja	Aves
<i>Buteogallus schistaceus</i>	Gavilán pizarroso	Aves
<i>Florisuga mellivora</i>	Colibrí de nuca blanca	Aves
<i>Geranoospiza caerulescens</i>	Gavilán zancón	Aves
<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado	Aves
<i>Micrastur gilvicollis</i>	Halcón montés de ojo blanco	Aves
<i>Pyrrhura rupicola</i>	Perico de gorro negro	Aves

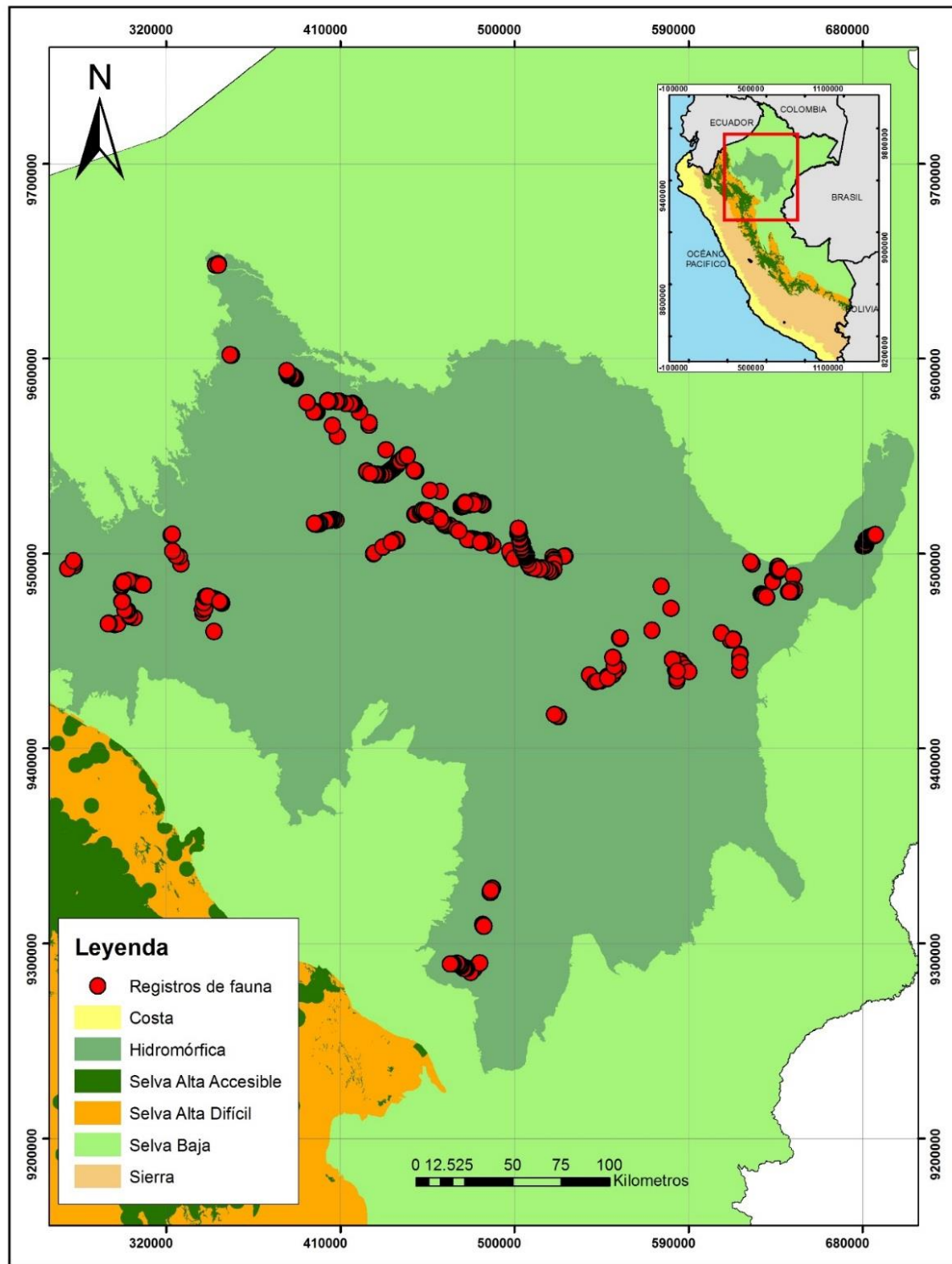
Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Forpus xanthopterygius</i>	Periquito de ala azul	Aves
<i>Micrastur mirandollei</i>	Halcón montés de dorso gris	Aves
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón montés barrado	Aves
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	Aves
<i>Phaethornis stuarti</i>	Ermitaño de ceja blanca	Aves
<i>Pyrrhura melanura</i>	Perico de cola marrón	Aves
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilucho de cola fajeada	Aves
<i>Buteo nitidus</i>	Gavilán gris lineado	Aves
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	Aves
<i>Ciccaba virgata</i>	Búho café	Aves
<i>Helicolestes hamatus</i>	Elanio de pico delgado	Aves
<i>Heliodoxa aurescens</i>	Brillante de pecho castaño	Aves
<i>Hylocharis cyanus</i>	Zafiro de barbilla blanca	Aves
<i>Leucippus chlorocercus</i>	Colibrí blanco y olivo	Aves
<i>Leucopternis melanops</i>	Gavilán de cara negra	Aves
<i>Lophornis chalybeus</i>	Coqueta verde	Aves
<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco	Aves
<i>Pyrrhura roseifrons</i>	Perico de frente rosada	Aves
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Elanio caracolero	Aves
<i>Threnetes leucurus</i>	Ermitaño de cola pálida	Aves
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos
<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	Mamíferos
<i>Puma concolor</i>	Puma	Mamíferos
<i>Inia geoffrensis</i>	Bufeo colorado	Mamíferos
<i>Sotalia fluviatilis</i>	Bufeo gris	Mamíferos
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
<i>Ateles chamek</i>	Maquisapa	Mamíferos
<i>Ateles belzebuth</i>	Maquisapa	Mamíferos
<i>Alouatta seniculus</i>	Mono coto rojo	Mamíferos
<i>Alouatta sara</i>	Mono aullador rojo boliviano	Mamíferos
<i>Callithrix pygmaea</i>	Leoncito	Mamíferos
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso hormiguero	Mamíferos
<i>Callicebus lucifer</i>	Tocón de collar	Mamíferos
<i>Lagothrix poeppigii</i>	Mono lanudo de Poeppig	Mamíferos
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Mamíferos
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	Mamíferos
<i>Saimiri sciureus</i>	Frailecillo	Mamíferos
<i>Cebus apella</i>	Machín negro	Mamíferos
<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Mamíferos
<i>Saimiri boliviensis</i>	Fraile boliviano	Mamíferos
<i>Saguinus mystax</i>	Pichico de barba blanca	Mamíferos
<i>Callicebus discolor</i>	Cotoncillo rojo	Mamíferos
<i>Callicebus toppini</i>	Tocón	Mamíferos
<i>Pithecia monachus</i>	Huapo negro	Mamíferos
<i>Saguinus nigricollis</i>	Pichico de cuello negro	Mamíferos
<i>Callicebus urubambensis</i>	Tocón del Urubamba	Mamíferos
<i>Callicebus cupreus</i>	Tocón cobrizo	Mamíferos
<i>Saguinus imperator</i>	Pichico emperador	Mamíferos
<i>Pithecia aequatorialis</i>	Huapo ecuatorial	Mamíferos
<i>Aotus nigriceps</i>	Mono nocturno de cabeza negra	Mamíferos
<i>Pithecia hirsuta</i>	Huapo negro	Mamíferos
<i>Pithecia irrorata</i>	Huapo de Gray	Mamíferos
<i>Callicebus brunneus</i>	Tocón moreno	Mamíferos
<i>Puma yagouaroundi</i>	Yahuarundi	Mamíferos
<i>Ameerega yoshina</i>	Ranita	Anfibios
<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa de muslo brillante	Anfibios
<i>Ameerega macero</i>	Ranita venenosa del Manu	Anfibios
<i>Ameerega altamazonica</i>	Rana venenosa de Tarapoto	Anfibios

Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Ameerega hahneli</i>	Rana venenosa de Yurimaguas	Anfibios
<i>Ranitomeya variabilis</i>	Rana venenosa de dorso salpicado	Anfibios
<i>Ameerega parvula</i>	Rana venenosa	Anfibios
<i>Ranitomeya uakarii</i>	Rana dardo venenosa	Anfibios
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	Lagarto enano	Reptiles
<i>Boa constrictor</i>	Boa constrictora	Reptiles
<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	Reptiles
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	Reptiles
<i>Caiman crocodilus</i>	Lagarto blanco	Reptiles
<i>Clelia clelia</i>	Aguaje machaco	Reptiles
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Reptiles
<i>Eunectes murinus</i>	Anaconda	Reptiles
<i>Dracaena guianensis</i>	Lagarto caimán	Reptiles
<i>Epicrates cenchria</i>	Boa arco iris	Reptiles
<i>Tupinambis teguixin</i>	Lagartija	Reptiles

## ECOZONA HIDROMÓRFICA

En la Figura 123 se presenta el ámbito de ubicación de los registros de fauna silvestre para la ecozona Hidromórfica.

Figura 123. Registros de fauna en la ecozona Hidromórfica



### Número de registros

Como resultado de la evaluación de 17 Unidades de Muestreo, se totalizaron 780 ocurrencias con 730 registros plenamente identificados, 49 a nivel de género y 1 no identificado, tal como se muestra en el Cuadro 147. El listado de las especies registradas se presenta en el Anexo XIV.

**Cuadro 147. Número de registros y nivel de identificación en la ecozona Hidromórfica**

Categoría taxonómica	Especie	Género	Familia	No identificado	Total
Aves	488	9			497
Mamíferos	112	16		1	129
Anfibios	77	20			97
Reptiles	53	4			57
<b>Total</b>	<b>730</b>	<b>49</b>		<b>1</b>	<b>780</b>

### Número de especies

Para la ecozona Hidromórfica se registró un total de 226 especies identificadas plenamente, de las cuales, 149 especies fueron aves, 27 mamíferos, 31 anfibios y 29 reptiles (Cuadro 148). El mayor número de especies en la ecozona Hidromórfica está representado por la clase Aves, según se muestra en el cuadro N° 55.

**Cuadro 148. Número de especies por taxa en la ecozona Hidromórfica**

Categoría taxonómica	Número de especies
Aves	149
Mamíferos	27
Anfibios	23
Reptiles	27
<b>Total</b>	<b>226</b>

### Ocurrencia de especies

Las especies de aves, mamíferos, reptiles y anfibios con el mayor número de ocurrencias en las 17 Unidades de Muestreo evaluadas en la ecozona Hidromórfica se detallan en el Cuadro 149, Cuadro 150, Cuadro 151 y Cuadro 152.

**Cuadro 149. Especies de aves de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica**

Especies de aves	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	15
<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja de frente negra	14
<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	13
<i>Cacicus cela</i>	Páucar	13
<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	13
<i>Crotophaga major</i>	Guardacaballo	13
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	12

**Cuadro 150. Especies de mamíferos de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	17
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	10
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz	9
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	9
<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	8

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Dasyprocta fuliginosa</i>	Añuje	8
<i>Cebus apella</i>	Machín negro	7

**Cuadro 151. Especies de reptiles de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Bothrops atrox</i>	Jergón	7
<i>Kentropyx pelviceps</i>	Lagartija	6
<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	6
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	4
<i>Caiman crocodilus</i>	Lagarto blanco	3

**Cuadro 152. Especies de anfibios de mayor ocurrencia en la ecozona Hidromórfica**

Especie	Nombre común	N° de ocurrencias
<i>Osteocephalus planiceps</i>	Rana	20
<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo hoja	18
<i>Adenomera andreae</i>	Rana terrestre de André	5
<i>Hypsiboas lanciformis</i>	Rana lanceolada común	4

**Frecuencia de ocurrencia**

Está referido al número de Unidades de Muestreo en los que se ha registrado una especie. El Cuadro 153 muestra las 11 especies que tienen la mayor frecuencia de ocurrencia (8 especies de aves, 2 de mamíferos y 1 reptil).

Por ejemplo, para el caso de *Tapirus terrestris* “sachavaca” se interpreta que esta especie ha sido registrada en 9 de las 17 Unidades de Muestreo evaluadas en la ecozona Hidromórfica, es decir que se encuentran en el 52.9 % de las Unidades de Muestreo evaluadas.

**Cuadro 153. Especies de fauna con la mayor frecuencia de ocurrencia en la ecozona Hidromórfica**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase*	Frec. absoluta (%)	Frec. relativa (%)
1	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	M	9	52.9
2	<i>Rhinella margaritifera</i>	Sapo hoja	A	7	41.2
3	<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	A	7	41.2
4	<i>Milvago chimachima</i>	Caracara chimachima	A	7	41.2
5	<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	M	7	41.2
6	<i>Bothrops atrox</i>	Jergón	R	7	41.2
7	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monja de frente negra	A	6	35.3
8	<i>Cacicus cela</i>	Páucar	A	6	35.3
9	<i>Jacana jacana</i>	Tuqui tuqui	A	6	35.3
10	<i>Anhima cornuta</i>	Camungo	A	6	35.3
11	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	A	6	35.3

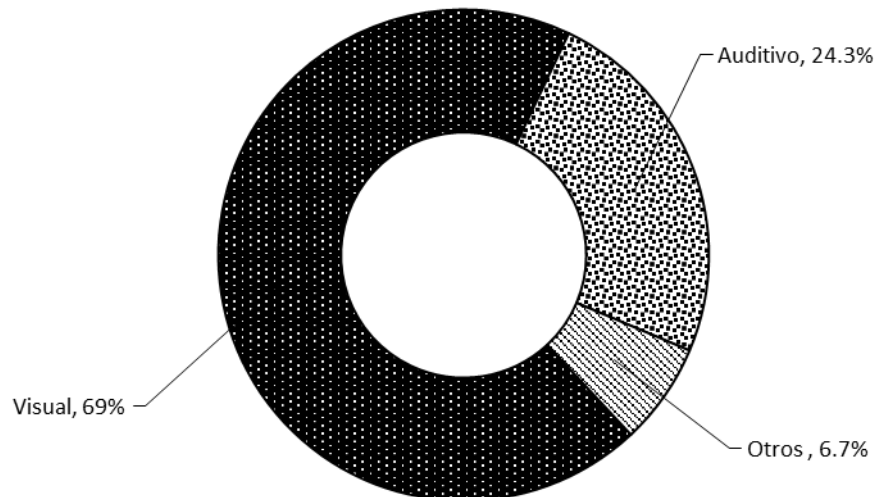
\* A = Aves, M = Mamíferos, R = Reptiles



### Tipo de registro

La Figura 124 muestra que los registros visuales (avistamiento) constituyeron el principal tipo de observación (69.0 %), seguido de los registros auditivos con un 24.3 % de los registros.

**Figura 124. Tipos de registro de avistamiento de la fauna silvestre en la ecozona Hidromórfica**



### Especies consideradas amenazadas según la legislación nacional.

En el Cuadro 154 se listan las especies de fauna registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Hidromórfica, que se encuentren categorizadas dentro de algún nivel de amenaza, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI, agrupada según la categoría taxonómica de clase.

**Cuadro 154. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Hidromórfica, por categoría de amenaza y grupo taxonómico (DS N° 004-2014-MINAGRI)**

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>EN PELIGRO (EN)</b>			
1	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río grande	Mamíferos
2	<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
3	<i>Podocnemis expansa</i>	Charapa	Reptiles
<b>VULNERABLE (VU)</b>			
1	<i>Mitu salvinii</i>	Paujil de Salvin	Aves
2	<i>Alouatta seniculus</i>	Mono coto rojo	Mamíferos
3	<i>Prionomys maximus</i>	Armadillo gigante	Mamíferos
4	<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	Reptiles
<b>CASI AMENAZADO (NT)</b>			
1	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Aves
2	<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Aves
3	<i>Jabiru mycteria</i>	Jabirú	Aves
4	<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón de pecho naranja	Aves
5	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Aves
6	<i>Mycteria americana</i>	Manchaco	Aves
7	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos
8	<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	Mamíferos

N°	Nombre científico	Nombre común	Clase
9	<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
<b>DATOS INSUFICIENTES (DD)</b>			
1	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Mamíferos
2	<i>Inia geoffrensis</i>	Bufo colorado	Mamíferos

### Especies con categorización CITES.

En el Cuadro 155 se presenta el listado de especies de fauna silvestre registradas durante la ejecución del INFFS en la ecozona Hidromórfica, que se encuentren categorizadas dentro de CITES.

**Cuadro 155. Listado de especies de la fauna silvestre registradas en el INFFS, ecozona Hidromórfica, con categorización CITES**

Nombre científico	Nombre común	Clase
<b>Categoría CITES I</b>		
<i>Jabiru mycteria</i>	Jabirú	Aves
<i>Panthera onca</i>	Otorongo	Mamíferos
<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río grande	Mamíferos
<i>Prionomys maximus</i>	Armadillo gigante	Mamíferos
<b>Categoría CITES II</b>		
<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Aves
<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Aves
<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	Aves
<i>Brotogeris cyanoptera</i>	Perico de ala cobalto	Aves
<i>Falco deiroleucus</i>	Halcón de pecho naranja	Aves
<i>Phaethornis longirostris</i>	Ermitaño de pico largo	Aves
<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Elanio caracolero	Aves
<i>Brotogeris versicolurus</i>	Perico de ala amarilla	Aves
<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán de garganta blanca	Aves
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguilucho caminero	Aves
<i>Aratinga weddellii</i>	Cotorra de cabeza oscura	Aves
<i>Milvago chimachima</i>	Caracara chimachima	Aves
<i>Busarellus nigricollis</i>	Gavilán de ciénaga	Aves
<i>Orthopsittacus manilatus</i>	Guacamayo de vientre rojo	Aves
<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	Aves
<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	Aves
<i>Ibycter americanus</i>	Caracara de vientre blanco	Aves
<i>Pionus menstruus</i>	Loro de cabeza azul	Aves
<i>Buteogallus schistaceus</i>	Gavilán pizarroso	Aves
<i>Buteogallus urubitinga</i>	Gavilán negro	Aves
<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	Aves
<i>Phaethornis malaris</i>	Ermitaño de pico grande	Aves
<i>Brotogeris sanctithomae</i>	Perico tui	Aves
<i>Pionites melanocephalus</i>	Loro de cabeza negra	Aves
<i>Ramphastos vitellinus</i>	Tucán de pico acanalado	Aves
<i>Amazona amazonica</i>	Loro de ala naranja	Aves
<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	Aves
<i>Forpus modestus</i>	Periquito de pico oscuro	Aves
<i>Harpagus bidentatus</i>	Elanio bidentado	Aves
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	Aves
<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca	Mamíferos

Nombre científico	Nombre común	Clase
<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	Mamíferos
<i>Inia geoffrensis</i>	Bufeo colorado	Mamíferos
<i>Aotus vociferans</i>	Mono nocturno vociferante	Mamíferos
<i>Lagothrix lagotricha</i>	Mono choro común	Mamíferos
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Mamíferos
<i>Pithecia monachus</i>	Huapo negro	Mamíferos
<i>Alouatta seniculus</i>	Mono coto rojo	Mamíferos
<i>Saguinus fuscicollis</i>	Pichico común	Mamíferos
<i>Cebus apella</i>	Machín negro	Mamíferos
<i>Saimiri sciureus</i>	Frailecillo	Mamíferos
<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Mamíferos
<i>Saimiri boliviensis</i>	Fraile boliviano	Mamíferos
<i>Callicebus cupreus</i>	Tocón cobrizo	Mamíferos
<i>Allobates femoralis</i>	Rana venenosa de muslo brillante	Anfibios
<i>Ameerega hahneli</i>	Rana venenosa de Yurimaguas	Anfibios
<i>Ranitomeya variabilis</i>	Rana venenosa de dorso salpicado	Anfibios
<i>Ranitomeya uakarii</i>	Rana dardo venenosa	Anfibios
<i>Podocnemis expansa</i>	Charapa	Reptiles
<i>Podocnemis unifilis</i>	Taricaya	Reptiles
<i>Caiman crocodilus</i>	Lagarto blanco	Reptiles
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	Reptiles
<i>Eunectes murinus</i>	Anaconda	Reptiles
<i>Clelia clelia</i>	Aguaje machaco	Reptiles
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Reptiles

---

## ANÁLISIS DEL ESTADO DE LA FAUNA SILVESTRE

---

Los registros georeferenciados de especies de fauna silvestre se han convertido en un insumo intensamente utilizado para el desarrollo de modelos de nicho y distribución potencial de diferentes organismos biológicos.

Estos modelos a su vez, pueden servir de punto de partida para más análisis especiales como para identificar áreas de alta diversidad biológica, áreas de mayor endemismo, áreas de mayor cantidad de especies amenazadas, así como probar con base a diferentes variables proyección en el tiempo de las condiciones de hábitat para una especie, y la lista puede continuar.

A nivel nacional los datos pueden servir para focalizar estudios de evaluaciones poblacionales de especies priorizadas, como especies amenazadas<sup>9</sup> o en CITES<sup>10</sup>, y para proporcionar una lista de especies que puede presentarse a diferentes escalas de límites políticos para incorporarlo como antecedente de información biológica, para cautelar su sostenibilidad cuando se otorguen derechos de aprovechamiento o cambio de uso.

El aumento de publicaciones usando los algoritmos de modelamiento se deben en buena parte a que han aparecido diversos programas informáticos gratuitos que permiten manejar grandes cantidades de datos mediante interfaces relativamente más simplificadas e intuitivas (Maxent, Open Modeller, SDMtool para Arc Gis, Maxent para R y R Studio entre otros).

Además, se ha puesto a disposición en páginas web de diferentes instituciones, capas de las variables bioclimáticas, altitudinales (modelos de elevación digital), e imágenes satelitales de diferentes sensores (Landsat 5, 7 y 8 o Sentinel 1, 2 y 3), y con la disponibilidad de poder descargarlas diferentes bandas o incluso directamente hacia una combinación de bandas definida por el usuario de un índice interés (como NDVI, NDWI o Índice de Humedad), facilitando y aumentando las opciones de variables a elegir en los modelos.

Teniendo una gama tan amplia de herramientas, ahora las más importantes que se requerirán para desarrollar este tipo de análisis espacial son las bases de datos georeferenciadas de entidades biológicas. Es en ese momento en donde se puede empezar a identificar los cuellos de botella de la información disponible.

En el presente informe se ha enfatizado la mayor ocurrencia y la mayor frecuencia de ocurrencia de especies, tanto a nivel de todas las ecozonas, como en el caso particular de cada una de las 6 ecozonas. De esta manera se ha podido encontrar que las especies con el mayor rango de distribución son *Cathartes aura* (gallinazo cabeza roja) y *Thraupis episcopus* (violinista) que se distribuyen en las 6 ecozonas evaluadas, seguida de *Pecari tajacu* y *Cacicus cela*, entre otras registradas en 5 ecozonas.

---

<sup>9</sup> De acuerdo al Decreto Supremo N° 004-2014-MINAGRI; aprueba la Lista de Clasificación y Categorización de las Especies Amenazadas de Fauna Silvestre Legalmente Protegida.

<sup>10</sup> Decreto Ley N° 21080, aprueba la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre-CITES

Esta información es importante para monitorear como se van comportando las especies en cuanto a su número de ocurrencia como a la frecuencia de ocurrencia tanto a nivel nacional como por cada ecozona.

Aunque se han realizado grandes esfuerzos para la generación de bases de datos abiertas (de libre acceso en la web) de entidades biológicas, para el Perú este tipo de información continúa siendo relativamente escasa, aunque existen plataformas como GBIF (<https://www.gbif.org/>), Trópicos (<http://www.tropicos.org/>), Ebird (<https://ebird.org/home>) que son muy versátiles y en la actualidad albergan una cantidad de datos muy valiosa, y muchas especies carecen totalmente de información digital disponible, en algunos casos por no haber investigaciones al respecto (vacíos de información), o porque todavía no ha sido digitalizada o cargada, y en algunos casos por la poca claridad sobre la identificación taxonómica de los organismos, siendo asignados a una especie diferente.

En este sentido la base de datos de fauna del INFFS debe servir para disminuir esa brecha de información, teniendo la gran ventaja de que su diseño permite acceder a áreas muy pocas veces exploradas y que generalmente implican un esfuerzo logístico demasiado demandante.

Pero los datos georreferenciados de estas especies se hacen particularmente robustos cuando hay evidencias que respalden su identificación, que en caso de vegetación ya se ha considerado de manera obligatoria a través de la colecta botánica, y que en el caso de fauna todavía se está restringiendo a fotografías, grabaciones y la experiencia del evaluador. Es por ello que se debe continuar incentivando la colecta de evidencias complementarias a los registros de fauna silvestre y que estas evidencias acompañen a la base de datos cuando pueda ser compartida de manera abierta en sus siguientes actualizaciones. Incluso datos registrados como “No Identificado” hasta el nivel de género o familia podrían tener una posterior identificación basados en las evidencias de grabaciones o fotos que podrían ser consultadas con otros expertos.

Actualmente la base de datos se compone de 10,581 registros totales, de los cuales 10,125 (95.7 %) han sido identificados a nivel de especie, 396 a nivel de género (3.7 %), 7 a nivel de familia (0.1 %) y 53 no identificados (0.5 %).

Asimismo, la mayor cantidad de registros corresponden a Aves (7,915), seguido de mamíferos (1,753), anfibios (461) y reptiles (452).

La actual base de datos del INFFS compartida y disponible (Zúñiga y Gómez, 2018) en GBIF se encuentra en la dirección: <https://www.gbif.org/dataset/365e1c3b-cbf4-49c4-a391-6b8a36bb7922> (Figura 125), y alberga 4318 registros de fauna, colectados hasta el año 2016.

Con el fin de incentivar una colecta intensiva y detallada, es importante que en futuras actualizaciones de la base de datos del INFFS compartida en el GBIF se incorporen los nombres de los especialistas de fauna como un campo más en cada registro para darle visibilidad a su trabajo y como un contacto de consulta en caso se quiera profundizar en los detalles del registro o especie en cuestión.

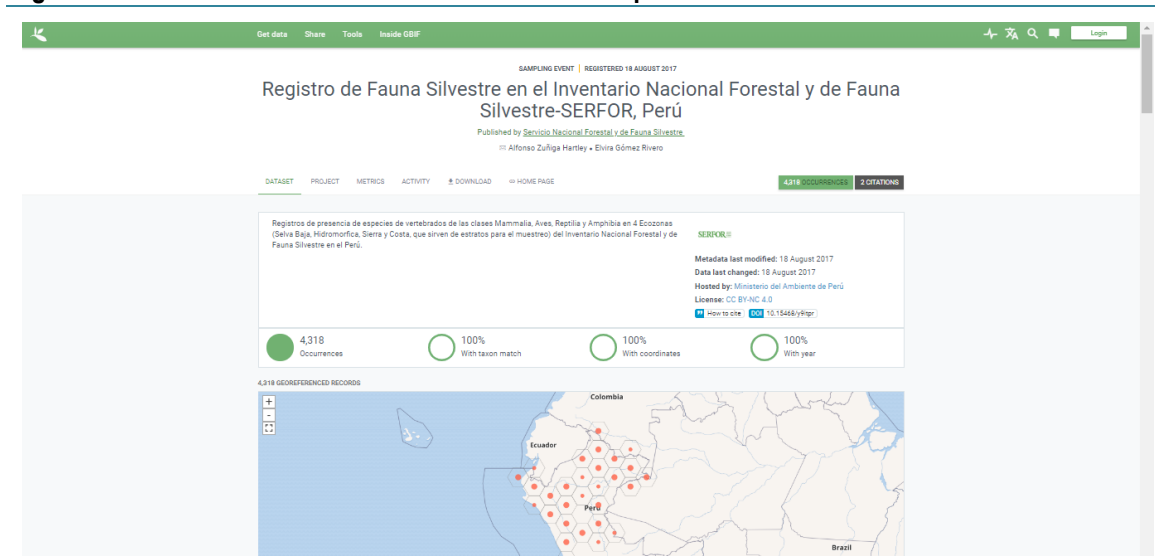
Estos mismos criterios deberían considerarse cuando la información pueda ser subida a la plataforma del Módulo de Inventarios del Sistema Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (MI-SNIFFS) y en el visor geoespacial institucional GeoSERFOR.

Para poder potenciar que se colecte una mayor cantidad de evidencias es necesario que el jefe de brigada garantice que la disponibilidad del tiempo del especialista de

fauna se invierta exclusivamente en la responsabilidad de registro de fauna, permitiendo que se pueda alejar de la brigada dentro de los rangos de seguridad aceptables, con la finalidad de tener mayor posibilidad obtener registros directos.

Se debe recordar que una de las restricciones que presenta esta informacion es que no puede ser usada de manera directa para generar indicadores de abundancia o preferencias de hábitat, ya que debido a las características intrínsecas del registro, el esfuerzo para la evaluacion se ve sesgada principalmente al área de la unidad de muestreo, que es relativamente pequeña para una gran proporción de especies de vertebrados a registrarse y por ello la cantidad de especies identificadas se ve disminuída.

**Figura 125. Datos de la fauna silvestre del INFFS en el portal GBIF**



Por otro lado, la identificación de las especies también estará sesgada a la experiencia del evaluador, es decir, si el especialista en fauna es un experto en reptiles, este podrá reconocer y estar pendiente de registros de reptiles más que un experto en aves en el mismo terreno.

Es por ello que la actual informacion de registros del INFFS debería servir como un insumo para el análisis de la distribución de las especies, como por ejemplo, identificar las áreas donde se pueden concentrar esfuerzos ya sea a través de evaluaciones poblacionales de fauna o inventarios especializados, y que puedan alcanzar objetivos mas específicos.

La alta presencia de registros escuchados en todas las ecozonas refuerza la necesidad de requerir en evaluaciones siguientes no solo de una cámara fotografica, sino también de grabadores de sonidos para fauna.

En Selva Baja se mantiene un alto número de registros del tipo “madriguera” cuya presencia generalmente se asocia al armadillo *Dasypus novemcinctus*.

Al existir al menos dos especies más de armadillos que viven simpátricamente en la Amazonía, (el armadillo 7 bandas *Dasypus kapleri* y el armadillo gigante *Priodontes maximus*) que pueden generar madrigueras similares, se requiere de datos adicionales que acompañen el registro, como huellas, pelos o con suerte el mismo animal al interior de la madriguera, con la finalidad de verificar el registro.

Respecto a las especies con mayor número de registros, estas coinciden con otros inventarios biológicos, debido a que el método oportunista del registro permite identificar especialmente a las especies más comunes o abundantes de cada ecozona.

Para poder captar una mayor gama de la riqueza de las áreas de influencia de las UM, manteniendo la misma metodología, sería necesario involucrar un mayor esfuerzo ya sea a nivel de tiempo o en personal. Como el factor logístico y económico es una limitante, se deben incluir técnicas de evaluación que no requieran mayor cantidad de personal, como el poder incorporar esfuerzo adicional, a través de censos de aves en la madrugada y al atardecer, búsquedas diurnas y nocturnas por encuentro visual para anfibios o reptiles, transectos lineales de menos dos kilómetros o el uso de cámaras trampa (MINAM, 2015).

La aplicación de este esfuerzo será particularmente dependiente de la disponibilidad de tiempo en que la brigada forestal permanezca en un mismo sitio por lo que la etapa de planificación es clave para incorporar más esfuerzo a la evaluación.

Por otro lado, se debe evaluar la posibilidad de incluir tres tecnologías que podrían brindar información mucho más detallada de la riqueza de especies de los puntos de evaluación en los lugares de registro en relativamente poco tiempo: el uso de cámaras trampa, el muestreo de ADN ambiental y el monitoreo acústico. Las tres técnicas requieren de relativamente poco tiempo, por lo que pueden ajustarse al desplazamiento de la brigada sin requerir demasiado esfuerzo ya que los equipos necesarios son también pocos y ligeros.

En el caso de las cámaras trampa estas podrían colocarse en el trascurso del desplazamiento a la UM (intentando inicialmente con 3-5 cámaras guardando al menos 1 para la UM) y donde se tenga la certeza de que se podrá retornar para recoger el equipo. La instalación y recojo del equipo implicaría un tiempo total que no superaría la hora y media. El costo por cámara es de aproximadamente 100 dólares, pero son bastante robustas y permiten el uso extendido después de adquirirlas o alquilarlas. Este tipo de equipo podría capturar imágenes particularmente de vertebrados terrestres como mamíferos medianos y grandes y aves terrestres. La gestión y análisis de datos se puede hacer a través del programa como el Cámara Base <http://www.atrium-biodiversity.org/tools/camerabase/>, específico para el análisis de fotos provenientes de cámaras trampa.

En el caso de los dispositivos acústicos serían dispuestos de manera similar a las cámaras trampa en el trascurso del desplazamiento a la UM, dependiendo del dispositivo usado (para sonidos audibles o de alta frecuencia). Estos dispositivos pueden ser del tamaño de un celular y su costo está cerca a los 50 dólares. El análisis de datos se puede hacer a través de bases de datos automatizadas (Ej. ARBIMON <https://www.sieve-analytics.com/arbimon> ) o de manera manual (Ej. Xenocanto <https://www.xeno-canto.org/> ) en línea que identifican el sonido asociándolo a una especie, en caso no se tenga una identificación previa. Considerando la gran cantidad de vertebrados que se comunican mediante llamados (principalmente de aves, murciélagos y ranas) esta herramienta sería un importante equipo a considerar.

Por último, en el caso del DNA ambiental, el cual probablemente sea el método más robusto al hacer identificación taxonómica, se basa en la colecta de muestras de agua que son filtradas en un pequeño dispositivo, el cual atrapa y mantiene el ADN diluido en las muestras. Este dispositivo es del tamaño de tapa de botella de leche, puede ser adquirido a diversas empresas e incluye el análisis de la muestra (Metabarcoding) con resultados obtenidos comparados con la base de datos del GENBANK



<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> . Una muestra muy representativa de la fauna del lugar podría considerar tres muestras de agua.

En campo, un solo especialista de fauna podría dedicar una parte de su tiempo a instalar y usar estos dispositivos (cámaras trampa, dispositivos acústicos y colectores de ADN ambiental) y continuar con el registro oportunista según la metodología actual o enfocarse en algún taxón específico que no haya sido cubierto por los dispositivos de apoyo.

Finalmente se debe comentar que el actual Informe del Registro de Fauna Silvestre del Panel 1 considera sinonimias que en muchos casos se han actualizado y han variado sistemáticamente o taxonómicamente o simplemente han sido recientemente descubiertas. Cada año es posible rastrear estos cambios y adiciones, a través de listas especializadas de cada taxón sugiriendo las siguientes:

- Para Aves

Plenge, M. A. Versión [2018 List of the birds of Peru / Lista de las aves del Perú. Unión de Ornitólogos del Perú: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>

El autor de esta lista realiza una actualización anual la cual también es incorporada al portal de la SAAC (Comité sudamericano de clasificación de aves <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm> )

- Para Reptiles

El portal Reptile Database es una base de datos mundial de reptiles que realiza una búsqueda minuciosa sobre el cambio y aparición de especies de reptiles y brinda los enlaces de la literatura consultada. Se puede acceder a ella en <http://www.reptile-database.org/>

- Para Anfibios

El Museo de Historia Natural Americano mantiene la Amphibian Species of The World Online reference, una base de datos mundial de anfibios con una revisión y actualización en tiempo real de los anfibios descritos hasta la actualidad y es accesible en <http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/>

El portal AmphibiaWeb, accesible en <https://amphibiaweb.org/> provee no solo información sino también imágenes, grabaciones e integra distribuciones de anfibios del mundo.

- Para Mamíferos

El artículo de Pacheco (2009) es la referencia básica para los mamíferos del Perú, pero actualmente se debe considerar varios cambios y adiciones comentados por Medina (2016).

Desafortunadamente para mamíferos no existe una sola base de datos en línea unificada de especies a nivel nacional o internacional, por lo que la actualización debe ser realizada en base a un mayor esfuerzo de búsqueda en diferentes publicaciones y otras bases de datos.

Para compartir la información en el GBIF probablemente sería necesario hacer la actualización taxonómica de los registros de acuerdo a las evidencias del registro y a las distribuciones actualizadas de la especie para poder reasignarle otro nombre, pero este cambio solo podría realizarse en los registros donde se tiene la certeza completa de que la nueva nomenclatura corresponde al registro identificado.



---

## CONCLUSIONES

---

Se obtuvo información básica sobre la fauna silvestre mediante el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre para las ecozonas Costa, Sierra, Selva Alta Accesible, Selva Alta Difícil, Selva Baja e Hidromórfica, que servirá para enfocar siguientes evaluaciones y apoyar las decisiones sobre el manejo y uso sostenible de la fauna silvestre.

Actualmente la base de datos ha alcanzado 10,581 registros, de los cuales 10,125 (95.7 %) reportan su identificación hasta el nivel de especie que, considerando los factores discutidos, es un insumo muy útil y confiable para complementar las listas de especies a nivel local y para la delimitación y/o actualización sus distribuciones presentando el potencial de incrementar su eficiencia.

Las especies registradas en cada ecoregión son las más comunes y permite tener una visión general de las comunidades de vertebrados albergadas allí.

El compartir y publicar la información analizada y las bases de datos es uno de los procesos en los cuales se debe invertir más tiempo, siendo las bases de datos virtuales, y en particularmente la GBIF una herramienta muy versátil accesible y de rápido impacto al ser continuamente usada por gran cantidad de investigadores a nivel nacional y mucho más a nivel internacional, visibilizando el esfuerzo del SERFOR en la correcta ejecución y desarrollo del INFFS.

---

## RECOMENDACIONES

---

Evaluar la posibilidad de adicionar equipos de cámaras trampa, dispositivos acústicos y análisis de ADN ambiental a la metodología de Registro de Fauna en una parcela modelo evaluada directamente por una brigada compuesta por la Dirección de Inventario y Valoración para evaluar sus alcances.

Reforzar la capacitación de las brigadas haciendo énfasis en que el especialista de fauna tiene la responsabilidad de dedicarse exclusivamente a sus funciones y que es responsabilidad del jefe de brigada brindar las condiciones necesarias. Por otro lado se debe recalcar que el registro oportunista es todo el tiempo, en el desplazamiento hacia la UM, en la UM y después de evaluada la UM, ya que por ser oportunista cada registro es contabilizado y es valioso.

Seguir reforzando la necesidad de que los registros de fauna silvestre requieren de la mayor cantidad de evidencias posibles, ya sean fotográficas o de video, y por tanto su evaluación en lo posible debe ser diferenciada de la brigada en espacio o tiempo para tener más oportunidad de registrar más especies.

Se recomienda actualizar la tabla maestra de especies de fauna silvestre de la base de datos del INFFS en el Open Foris Collect al menos cada dos años.

Se recomienda que la actualización de la información compartida al GBIF considere en un campo adicional el nombre del especialista de fauna que realizó el registro para darle visibilidad e incentivar en cada salida de campo un mejor resultado del registro.

Se recomienda que los registros de fauna silvestre (para los tipos visual y auditivo) sea compartido al MI-SNIFFS y al visor institucional GeoSERFOR.

Se recomienda generar una base de datos de fotos para albergarlas y enlazarlas a la base de datos de registros y en una siguiente actualización poder incluirlas en el MI-SNIFFS y GBIF.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

---

- Aguilar, C., Ramírez, C., Rivera, D., Siu-Ting, K., Suarez, J. & Torres, C. 2010. Anfibios andinos del Perú fuera de Áreas Naturales Protegidas: amenazas y estado de conservación. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 5-28.
- AmphibiaWeb: Information on amphibian biology and conservation. [web application]. (2017). Berkeley, California: AmphibiaWeb. Available: <http://amphibiaweb.org/>.
- Ascensio, I. A., de Toda, S. S. M. & Millán, F. M. 2005. El estudio de la biodiversidad en el Tercer Inventario Forestal Nacional. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, (19).
- FAO. 2017. Memoria sobre el diseño y ejecución inicial del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre en el marco del Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático. Lima, Perú.
- Frost, D. R. 2015. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (19/aug/2015). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GBIF (2018). Página Web de Global Biodiversity Information Facility: <https://www.gbif.org>
- MacKenzie, Darryl I. and William L. Kendall. 2002. "How Should Detection Probability Be Incorporated into Estimates of Relative Abundance?" *Ecology*, vol. 83, no. 9, pp. 2387–2393. JSTOR, JSTOR, [www.jstor.org/stable/3071800](http://www.jstor.org/stable/3071800).
- Medina, C. E., Medina, Y. K., Pino, K., Pari, A., López, E. & Zeballos, H. 2016. Primer registro del ratón colombiano del bosque Chilomys instans (Cricetidae: Rodentia) en Cajamarca: actualizando el listado de mamíferos del Perú. *Revista peruana de biología*, 23(3), 315-320.
- Minam. 2015. Guía de inventario de la fauna silvestre. DGEVFPN-MINAM. Lima. Perú. 84 pp.
- Pacheco, V., Cadenillas, R. Salas, E. Tello, C. Zeballos. 2009. Diversidad y endemismo de los mamíferos del Perú. *Rev. Peru. Biol.* 16(1):005-032
- Plenge, M. A. 2018. Lista de las aves del Perú. Lima, Perú. Última actualización: marzo 2015, Manuel A. Plenge, Lima, Peru. Accedido el 15 de junio del 2018 en: <https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>
- SERFOR (2019). Manual de campo - Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. 175 pp.
- Uetz, P. & Jirí Hošek (eds.). 2017. The Reptile Database, <http://www.reptile-database.org>, creada el 10/nov/1995/Ultima actualización:12/Agosto/2017
- Vega, C. 2013. Metodología para la evaluación de fauna silvestre y protocolo para la colecta de datos en campo en el marco de los inventarios en BPP.

Zúñiga Hartley, A. & Gómez Rivero, E. 2018. Registro de Fauna Silvestre en el Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, Perú. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Sampling event dataset <https://www.gbif.org/dataset/365e1c3b-cbf4-49c4-a391-6b8a36bb7922> accessed via GBIF.org on 2018-10-30.

## ANEXOS



El presente documento presenta los siguientes anexos, en medio digital, organizados en carpetas por componente:

**Estado del Bosque**, que consta de los siguientes anexos:

- Anexo I. Ecozona Costa  
Que se compone de los siguientes mapas y tablas:
  - Mapa 1: (Mapa)
  - Tabla 1: Número de árboles por hectárea por clase diamétrica (cm) en general y por estratos (fustal y arbóreo)
  - Tabla 2: Número de árboles por hectárea por clase de altura total
  - Tabla 3: Área basal (m<sup>2</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo)
  - Tabla 4: Volumen (m<sup>3</sup>/ha) por clase diamétrica por estratos (fustal y arbóreo)
  - Tabla 5: IVI de las familias del estrato fustal
  - Tabla 6: IVI simplificado de las familias del estrato arbóreo
  - Tabla 7: IVI de las especies del estrato fustal
  - Tabla 8: IVI de las especies del estrato arbóreo
  - Tabla 9: IVI simplificado de brinzales
  - Tabla 10: IVI simplificado de latizales
  - Tabla 11: Similitud de especies entre unidades muestrales
- Anexo II. Ecozona Sierra, con la misma composición de mapas y tablas antes listados
- Anexo III. Ecozona Selva Alta Accesible, con la misma composición de mapas y tablas antes listados
- Anexo IV. Ecozona Selva Alta de difícil Acceso, con la misma composición de mapas y tablas antes listados
- Anexo V. Ecozona Selva Baja, con la misma composición de mapas y tablas antes listados
- Anexo VI. Ecozona Hidromórfica, con la misma composición de mapas y tablas antes listados
- Anexo VII: Composición de especies maderables por grupo potencial de mercado (para las ecozonas Selva Alta Accesible, Selva Alta de difícil Acceso, Selva Baja e Hidromórfica)

**Bioamasa y Carbono**

- Anexo VIII: Resumen de algunos estudios de cuantificación de biomasa aérea y carbono por regiones, según fuente bibliográfica (incluye nuestros resultados)

**Fauna Silvestre**, que consta de los siguientes anexos:

- Anexo IX: Lista de especies de Costa

- Anexo X: Lista de especies de Sierra
- Anexo XI: Lista de especies de Selva Alta accesible
- Anexo XII: Lista de especies de Selva Alta de difícil acceso
- Anexo XIII: Lista de especies de Selva Baja
- Anexo XIV: Lista de especies de Hidromorfica





