



# ***EVALUACIÓN NACIONAL FORESTAL RESULTADOS***

**2014**

El presente documento “Resultados de la Evaluación Nacional Forestal” es publicado en conjunto por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) y el Proyecto “Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático (MFSCC)” de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a través del soporte financiero del Gobierno de Finlandia.

**Lorena Tapia Núñez**

Ministra del Ambiente

**Pedro Pablo Peña**

Representante de la FAO en Ecuador

**Christian Terán**

Subsecretario de Patrimonio Natural

**Compiladores**

**MAE**

Luis Muñoz  
Dígner Jiménez

**FAO MFSCC**

María Elisa Carrión  
Tatiana Quinapallo  
Daniel Bravo

**Edición**

Ana Cristina Herdoíza

**Cita recomendada:**

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2014. Resultados de la Evaluación Nacional Forestal – Ecuador. Quito. 316p.

Impreso en Quito, Ecuador. 2014

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión del material contenido en esta publicación sin fines de lucro, con previa autorización del Ministerio de Ambiente del Ecuador y/o la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Ministerio del Ambiente MAE  
Madrid y Andalucía

[www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

FAO Representación Ecuador

Eloy Alfaro y Amazonas, edificio  
MAGAP, Mezzanine.

(593 2) 2543763

[www.fao.org.ec](http://www.fao.org.ec)

## ÍNDICE

Lista de cuadros.....	viii
PRESENTACIÓN.....	xvii
AGRADECIMIENTOS.....	xviii
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. Historia .....	2
1.1.2. Área de estudio .....	3
1.1.3. Clima.....	3
1.1.3.1. Región Amazonía.....	4
1.1.3.2. Región Andes.....	4
1.1.3.3. Región Litoral.....	5
1.1.4. Hidrografía.....	5
1.1.5. Diversidad Florística y tipos de ecosistemas .....	6
1.1.5.1. Diversidad Florística .....	6
1.1.5.2. Tipos de ecosistemas.....	6
1.1.6. Otros: geología, geomorfología, pedología/suelos .....	7
1.1.6.1. Geología.....	7
1.1.6.2. Geomorfología.....	8
1.1.6.3. Pedología / suelos .....	10
1.2. Programa Forestal Nacional y Estrategias Forestales.....	10
1.2.1. Plan Nacional de Forestación Reforestación.....	11
1.3. Revisión de inventarios forestales realizados en Ecuador.....	12
1.4. Evaluaciones puntuales previas sobre medios de vida y pobreza.....	12
1.5. Marco Legal Vigente Para Aprovechamiento Sustentable De Bosque Nativo .....	13
1.6. El proyecto “Evaluación Nacional Forestal” .....	15
1.6.1. Necesidades de información .....	15
1.6.2. Objetivos .....	16
1.6.2.1. Objetivo General .....	16
1.6.2.2. Objetivos Específicos.....	16
1.6.3. Apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).....	16
1.6.4. Socios nacionales e internacionales.....	17
1.7. Literatura citada.....	18

2.	INVENTARIO NACIONAL FORESTAL MULTIPROPÓSITO.....	20
2.1.	Introducción.....	21
2.2.	Conceptos y métodos básicos utilizados para el Inventario Nacional Forestal.....	22
2.2.1.	Normativas forestales de Ecuador .....	22
2.2.2.	Árboles Amenazados o en Veda.....	22
2.2.3.	Áreas prohibidas de aprovechamiento .....	23
2.3.	Metodología.....	23
2.3.1.	Bosque y el sistema de clasificación de uso de la tierra (IPCC, MV, MHD) .....	23
2.3.2.	El muestreo .....	26
2.3.2.1.	Muestreo Estratificado.....	27
2.3.2.2.	Incertidumbre.....	29
2.3.3.	Forma del conglomerado .....	30
2.3.4.	Variables e instrumentos de medición.....	32
2.3.5.	Preparación para el levantamiento de información en campo .....	32
2.3.5.1.	Conformación de equipos de trabajo.....	33
2.3.5.2.	Accesibilidad.....	34
2.3.5.3.	Apoyo local .....	34
2.3.6.	Supervisión y control de calidad .....	35
2.3.6.1.	En campo.....	35
2.3.6.2.	En oficina .....	38
2.3.7.	Procesamiento de datos.....	38
2.3.7.1.	Ingreso de información a las bases de datos .....	38
2.3.7.2.	Calidad de las bases de datos.....	39
2.3.7.3.	Depuración de las bases de datos .....	39
2.3.7.4.	Migración de la información .....	40
2.3.8.	Consideraciones para reducción de incertidumbres.....	41
2.3.8.1.	Determinación de los estratos con los diferentes tipos de vegetación ....	42
2.3.8.2.	Determinación del tamaño de cada estrato .....	42
2.3.8.3.	Identificación de las especies dominantes de cada estrato.....	42
2.3.8.4.	Estimación del tamaño de muestra para cada estrato .....	42
2.3.8.5.	Asignación igualitaria .....	43
2.3.8.6.	Asignación proporcional a las desviaciones típicas.....	43
2.3.8.7.	Asignación proporcional al tamaño del estrato .....	43
2.3.8.8.	Asignación óptima.....	43

2.3.8.9.	Asignación óptima teniendo en cuenta los costos (n fijo) .....	44
2.3.8.10.	Asignación óptima teniendo en cuenta los costos (costo total fijo) .....	44
2.3.8.11.	Estimación de los errores de muestreo de las parcelas y de la estimación de la biomasa .....	45
2.3.9.	Estimación del total de biomasa .....	45
2.3.10.	Parcelas de muestreo temporales .....	46
2.3.11.	Procedimientos para la estimación de biomasa y carbono en los distintos componentes del bosque.....	46
2.3.11.1.	Densidad de madera .....	46
2.3.11.2.	Ecuaciones Alométricas de Chave .....	47
2.3.11.3.	Estimación de la biomasa en árboles vivos .....	49
2.3.11.4.	Estimación aérea de biomasa en palmas .....	50
2.3.11.5.	Estimación de la biomasa en árboles muertos en pie.....	51
2.3.11.6.	Estimación de biomasa muerta caída (trozas de madera muerta) .....	51
2.3.11.7.	Estimación de la biomasa arriba de suelo en tocones .....	52
2.3.11.8.	Estimación en hojarasca y detritus (hojarasca y madera muerta).....	52
2.3.11.9.	Estimación biomasa en sotobosque (árboles en regeneración) .....	52
2.3.11.10.	Estimación de biomasa en las raíces.....	52
2.3.11.11.	Tocones .....	53
2.3.11.12.	Estimaciones de Carbono.....	54
2.3.12.	Expansión de la información de los diferentes sumideros .....	55
2.3.13.	Análisis e interpretación de los principales resultados de la Evaluación Nacional Forestal.....	57
2.3.13.1.	Descripción general de las bases de datos.....	57
2.3.13.2.	Base de datos de árboles .....	57
2.3.13.3.	Base de datos por subparcela .....	59
2.3.13.4.	Base de datos hojarasca .....	60
2.3.13.5.	Base de datos sotobosque .....	60
2.3.13.6.	Base de datos madera caída.....	60
2.3.13.7.	Aspectos sobre las existencias de carbono y la mitigación del cambio climático	60
2.3.13.8.	Almacenamiento de carbono por componente .....	60
2.3.13.9.	Importancia de los componentes del bosque según almacenamiento de carbono	70
2.3.13.10.	Distribución del carbono de la biomasa arriba del suelo en árboles vivos, área basal y número de individuos según clases diamétricas.....	72

2.3.13.11.	Relaciones carbono y área basal .....	75
2.3.13.12.	Incertidumbres por estrato para carbono aéreo en arboles vivos .....	76
2.3.13.13.	Carbono en detritus .....	77
2.3.13.14.	Carbono madera caída .....	78
2.3.13.15.	Carbono sotobosque .....	79
2.3.13.16.	Carbono en raíces de árboles vivos.....	79
2.3.13.17.	Carbono aéreo y raíces con árboles vivos, muertos en pie y tocones .....	80
2.3.13.18.	Aspectos sobre manejo forestal y conservación.....	82
2.3.13.19.	Caracterización de los tipos de bosque definidos de las normativas forestales	82
2.3.13.20.	Resultados sobre volúmenes comerciales totales y aprovechables .....	83
2.3.13.21.	Prohibición de aprovechamiento por pendiente .....	91
2.3.13.22.	Aspectos sobre sostenibilidad del manejo forestal aplicando las normativas actuales .....	93
2.3.13.23.	Aspectos sobre productos no maderables y servicios ecosistémicos.....	103
2.3.13.24.	Aspectos sobre biodiversidad y conservación .....	104
2.3.13.25.	Abundancias de las familias, géneros y especies .....	106
2.3.13.26.	Sinergias entre carbono y diversidad.....	108
2.3.13.27.	Especies endémicas.....	109
2.4.	Escenarios de muestreo.....	110
2.5.	Problemas encontrados que afectan la calidad de la información .....	114
2.6.	Bibliografía .....	117
3.	MAPA DE CARBONO .....	122
3.1.	Introducción.....	123
3.2.	Metodología.....	124
3.2.1.	Selección del área de estudio.....	125
3.2.2.	Preprocesamiento .....	125
3.2.3.	Modelo K-nn.....	126
3.2.4.	Incertidumbre.....	127
3.3.	Resultados y discusión .....	127
3.3.1.	Mapa de Carbono.....	128
3.3.2.	Incertidumbres .....	131
3.3.3.	Depósitos de Carbono .....	135
3.3.4.	Variación de los depósitos de carbono según su estrato.....	136
3.3.4.1.	Biomasa viva.....	136

3.3.4.2.	Biomasa muerta .....	139
3.3.4.3.	Materia Orgánica.....	139
3.4.	Conclusiones .....	141
3.5.	Referencias bibliográficas .....	142
4.	COMPONENTE SOCIOECONÓMICO.....	144
4.1.	Introducción.....	145
4.2.	Metodología.....	146
4.2.1.	Metodología de recopilación de información de hogares .....	146
4.2.1.1.	Universo y selección de la muestra .....	146
4.2.1.2.	Levantamiento de información en campo .....	147
4.2.1.3.	Selección de variables .....	148
4.2.2.	Metodología de recopilación de información de actores estatales y privados 149	
4.2.2.1.	Universo y selección de la muestra .....	149
4.2.2.2.	Levantamiento de información en campo .....	150
4.2.2.3.	Consideraciones metodológicas de Actores estatales y privados.....	152
4.2.3.	Ingreso de información a las bases de datos .....	153
4.2.4.	Control de calidad de la información .....	154
4.2.5.	Análisis de la información .....	154
4.2.5.1.	Criterios para el análisis de resultados de la información recopilada de hogares 154	
4.3.	Resultados.....	156
4.3.1.	Resultados y análisis de la Información recopilada en hogares.....	156
4.3.1.1.	Caracterización de la población .....	156
4.3.1.2.	Caracterización socioeconómica .....	156
4.3.1.3.	Caracterización sociocultural .....	160
4.3.1.4.	Relación gente- bosque .....	162
4.3.2.	Resultados de la información recopilada a nivel de actores estatales y privados 187	
4.3.2.1.	Actores estatales .....	187
4.3.2.2.	Actores privados.....	187
4.4.	Reflexiones y Aprendizajes .....	188
4.4.1.	Trabajo de campo y análisis .....	188
4.4.2.	Fuentes de información .....	188
4.4.3.	Objetivo: Causas de deforestación.....	189

4.4.4.	Objetivo: Co-beneficios .....	189
4.4.5.	Objetivo: Costos de oportunidad .....	190
4.4.6.	Encuesta de instituciones.....	190
4.4.7.	Sinergias institucionales para incrementar la disponibilidad y calidad de información .....	190
4.5.	Referencias bibliográficas .....	192
5.	PERSPECTIVAS .....	196
5.1.	Apoyo para la planificación del uso de la tierra y el manejo forestal.....	197
5.1.1.	La definición de prioridades y estrategias de conservación .....	198
5.1.2.	El manejo forestal como estrategia de conservación y desarrollo .....	201
5.2.	Desafíos.....	203
5.3.	El potencial de mitigación al cambio climático en el Ecuador .....	206
5.3.1.	Avances en mitigación al cambio climático desde el sector forestal de Ecuador 206	
5.3.2.	REDD+ en el Ecuador .....	207
5.3.2.1.	Experiencias con proyectos forestales de secuestro de carbono y REDD+ 208	
5.3.2.2.	Estimación del potencial de mitigación del Programa Socio Bosque.....	209
5.3.2.3.	Reservas de carbono conservadas por el Programa Socio Bosque a finales de 2013 210	
5.3.2.4.	Potencial de reducción de emisiones por restauración pasiva .....	210
5.3.2.5.	Potencial de reducción de emisiones por manejo forestal .....	213
5.3.2.6.	Reflexiones sobre la inserción de actividades de mitigación al cambio climático dentro Programa de Socio Bosque .....	214
5.4.	Escenarios de muestreo.....	216
5.5.	Consideraciones para la toma de decisiones.....	219
5.5.1.	Diseño un sistema de monitoreo forestal permanente .....	220
5.5.2.	La Evaluación Nacional Forestal a futuro .....	221
5.5.3.	El sistema de gestión de información forestal .....	223
5.5.4.	Mitigación al cambio climático.....	224
5.5.5.	Servicios ecosistémicos .....	226
5.5.6.	Conservación y manejo del bosque .....	226
5.5.7.	La definición de prioridades y estrategias de conservación .....	227
5.5.8.	El manejo forestal como estrategia de conservación y desarrollo .....	230
5.6.	Agenda de investigación .....	232

5.7.	Modelos alométricos .....	233
5.8.	Inventario árboles fuera de bosque y otras CUT .....	234
5.9.	ENF y REDD+ .....	235
5.10.	Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural.....	236
5.11.	Ajuste de la metodología socioeconómica de la Evaluación Nacional Forestal, en su implementación. ....	237
5.11.1.	Reorganización de la estructura de la encuesta .....	238
5.11.2.	Análisis de las variables en base a los tres objetivos de la ENF .....	239
5.11.2.1.	Causas de la deforestación.....	240
5.11.2.2.	Co- beneficios.....	242
5.11.2.3.	Costos de oportunidad .....	243
5.11.3.	Hoja de ruta para una posible implementación nacional de la metodología del componente socioeconómico de la Evaluación Nacional Forestal. ....	247
5.11.3.1.	Fase 1. Preparación .....	248
5.11.3.2.	Fase 2. Levantamiento de información .....	249
5.11.3.3.	Fase 3. Sistematización y análisis de información.....	249
5.11.3.4.	Fase 4. Retroalimentación y monitoreo .....	250
5.12.	Bibliografía .....	251
6.	ANEXOS .....	254

### **Lista de cuadros**

Cuadro 1. Factores diagnósticos y clasificadores prescriptivos	7
Cuadro 2. Distribución de árboles vivos según las categorías de amenaza consideradas en el INF del Ecuador	23
Cuadro 3. Clasificación de uso de la tierra y tipos de bosques para la ENF organizada según las clases globales del IPCC.	24
Cuadro 4. Área de los estratos de bosque del Ecuador considerados en el INF	28
Cuadro 5. Descripción del área medida en las subparcelas de cada conglomerado y la distancia entre estas, en cada uno de los estratos inventariados	30
Cuadro 6. Criterios de calificación de las variables a verificarse en campo.	36
Cuadro 7. Ecuaciones alométricas utilizadas según tipos de ecosistemas para estimar la biomasa aérea en los árboles vivos según estratos de bosque identificados como parte de la ENF del Ecuador	48
Cuadro 8. Ecuaciones para el cálculo de la biomasa aérea en palmas por género	50
Cuadro 9. Fórmulas matemáticas aplicadas para los cálculos de volumen y biomasa en distintos componente del ecosistema*	52
Cuadro 10. Número de subparcelas por sumidero de carbono en cada estrato del INF del Ecuador	55
Cuadro 11. Descripción de los coeficientes utilizados para expandir la información a hectáreas	56
Cuadro 12. Descripción de los diferentes esfuerzos de muestreo por estrato	58
Cuadro 13. Proporción de conglomerados completos e incompletos (Estratificación anterior)	59
Cuadro 14. Proporción de conglomerados completos e incompletos (Estratificación nueva)	59
Cuadro 15. Distribución de los individuos registrados en el Inventario Forestal, de acuerdo a su estado	59
Cuadro 16. Reservas de carbono (Mg ha <sup>-1</sup> ) en la biomasa en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador	62
Cuadro 17. Reservas de carbono (Mg ha <sup>-1</sup> ) en biomasa aérea de árboles en diferentes tipos de bosques	65
Cuadro 18. (continuación). Reservas de carbono (Mg ha <sup>-1</sup> ) en biomasa aérea de árboles en diferentes tipos de bosques	68
Cuadro 19. Distribución porcentual de las reservas de carbono en la biomasa en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador	71
Cuadro 20. Porcentaje de la cantidad árboles y carbono en la biomasa según clases diamétricas presente en distintos tipos de bosques del Ecuador	73
Cuadro 21. Estimaciones de carbono aéreo (Mg ha <sup>-1</sup> ) para arboles vivos y cálculo de la incertidumbre	77
Cuadro 22. Estimaciones de carbono en hojarasca (Mg ha <sup>-1</sup> ) y cálculo de la incertidumbre	78
Cuadro 23. Estimaciones de carbono en madera caída (Mg ha <sup>-1</sup> ) y cálculo de la incertidumbre	78
Cuadro 24. Estimaciones de carbono en sotobosque (Mg ha <sup>-1</sup> ) y cálculo de la incertidumbre a partir de datos del INF del Ecuador	79
Cuadro 25. Estimaciones de carbono en raíces de árboles vivos (Mg ha <sup>-1</sup> ) y cálculo de la incertidumbre	80

Cuadro 26. Estimaciones y estadísticas para el cálculo del carbono aéreo y raíces ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de los sumideros arboles vivos, árboles muertos en pie y tocones	81
Cuadro 27. Estratos que cumplen con la incertidumbre según el sumidero	81
Cuadro 28. Volumen comercial promedio por hectárea	83
Cuadro 29. Volumen comercial por categorías de altitud	85
Cuadro 30. Volumen comercial por calidad de fuste	86
Cuadro 31. Volumen comercial por estrato, en cada una de las categorías identificadas según la Normativa Forestal	87
Cuadro 32. Volumen comercial por función asignada	88
Cuadro 33. Las diez especies priorizadas en las normativas forestal con mayor volumen aprovechable	89
Cuadro 34. Volúmenes aprovechables y no aprovechables (con base en el DMC) según tenencia de tierra	90
Cuadro 35. Volumen Comercial no aprovechable por pendiente crítica	92
Cuadro 36. Porcentaje de especies por categorías de cantidad de árboles remanentes por cada árbol cosechable	93
Cuadro 37. Estimación del volumen legalmente aprovechable por hectárea aplicando cuatro filtros de restricciones según las normativas forestales correspondientes	96
Cuadro 38. Volumen promedio de individuos aprovechables por estrato ( $\text{m}^3$ por individuo)	97
Cuadro 39. Densidad máxima estimada de árboles aprovechables	98
Cuadro 40. Estimación aproximada del volumen máximo legalmente aprovechable a nivel nacional	100
Cuadro 41. Porcentaje de parcelas con presencia de un árbol aprovechable e individuos de menores diámetros de la misma especie	101
Cuadro 42. Cociente del número de parcelas sin árbol aprovechable con presencia de árboles remanentes entre el número de parcelas con árbol aprovechable y falta de árboles remanentes	102
Cuadro 43. Porcentaje de las parcelas con árboles remanentes ( $\text{DAP} < \text{DMC}$ ) sin árbol aprovechable ( $\text{DAP} > \text{DMC}$ )	102
Cuadro 44. <i>Porcentajes de categorías de tipos de uso por estrato</i>	104
Cuadro 45. Número de especies por estrato en el Inventario Nacional Forestal	107
Cuadro 46. Las diez especies con mayor número de individuos en el inventario forestal	107
Cuadro 47. Sinergias entre carbono y diversidad: $R^2$ y ecuaciones potenciales de las correlaciones entre riqueza de especies por parcela y carbono aéreo por estrato	109
Cuadro 48. Número y porcentaje de parcelas con presencia de especies endémicas por estrato	110
Cuadro 49. Distribución de unidades muestrales y costos por conglomerado para cada estrato del primer inventario nacional forestal del Ecuador	111
Cuadro 50. Numero de conglomerados necesarios por estrato para los distintos escenarios de muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador	112
Cuadro 51. Componentes de varianza por estrato para conglomerados y subparcelas dentro de conglomerados en el primer muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador	113
Cuadro 52. Valores de k seleccionados para cada estrato	126
Cuadro 53. Valores totales y promedio de carbono por estrato en el Ecuador continental, obtenidos del modelo K-nn, relacionando datos de campo con el mosaico LANDSAT 2008.	128

Cuadro 54. Relación de resultados de campo con los estimadores modelados dentro y fuera de los estratos de bosque.	131
Cuadro 55. Valores de RMSE en cada estrato, con su media, RMSE relativo y los gráficos de validación cruzada dejando uno fuera.	132
Cuadro 56. Resultados para las provincias que caen dentro del estrato Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía con los promedios de campo del Inventario Nacional Forestal y los estimadores modelados para cada provincia con K-nn	134
Cuadro 57. Alturas y DAP promedio de árboles establecidos (DAP>10) por estrato de bosque.	138
Cuadro 58. Cobertura total y por cantón de instituciones en la provincia de Sucumbíos	150
Cuadro 59. ¿Cómo se auto identifica según su cultura y costumbres?	158
Cuadro 60. Correlación de conformación de la población de la provincia de Sucumbíos.	161
Cuadro 61. Conformación de población de provincia de Sucumbíos (urbano-rural)	162
Cuadro 62. Material utilizado en la vivienda de acuerdo a la autoidentificación de los hogares.	163
Cuadro 63. Lugar de donde obtienen la leña para cocinar	166
Cuadro 64. Especies que cortan y recolectan para leña	166
Cuadro 65. Disponibilidad de coberturas y usos del suelo en los terrenos	167
Cuadro 66. Superficie y porcentaje de las coberturas y usos del suelo presentes en los terrenos	168
Cuadro 67. Áreas naturales protegidas de la Provincia de Sucumbíos	170
Cuadro 68. Volumen de árboles en pie vendidos por especie.	172
Cuadro 69. Volumen por especie de madera aserrada vendida.	174
Cuadro 70. Deforestación anual promedio periodo 1990-2008	177
Cuadro 71. Procedencia de los alimentos	181
Cuadro 72. Dificultades en el acceso a los alimentos	182
Cuadro 73. Relación entre el tipo de organización a la que pertenecen los hogares y la actividad económica que desarrollan	186
Cuadro 74. Área de bosque conservado por el Programa Socio Bosque y carbono total almacenado y conservado al 2013	210
Cuadro 75. Potencial de reducción de emisiones (Mg CO <sub>2</sub> ) por el Programa Socio Bosque debidas al incentivo restauración pasiva	212
Cuadro 76. Reducción de emisiones (Mg CO <sub>2</sub> ha <sup>-1</sup> ) generadas manejo forestal tradicional y por el incentivo manejo forestal sostenible de Socio Bosque (- = emisiones, + = remociones)	213
Cuadro 77. Distribución de unidades muestrales y costos por conglomerado para cada estrato del primer inventario nacional forestal del Ecuador	216
Cuadro 78. Numero de conglomerados necesarios por estrato para los distintos escenarios de muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador	217
Cuadro 79. Componentes de varianza por estrato para conglomerados y subparcelas dentro de conglomerados en el primer muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador	218
Cuadro 80. Comparativo ingresos – costos provenientes de los bosques.	246
Cuadro 81. Propuesta hoja de ruta para implementación	250

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de estratos definidos para el nivel II del IPCC, correspondiente a la categoría de bosque nativo del Ecuador.....	26
Figura 2. Forma y distribución de las parcelas dentro del conglomerado: a) tres parcelas para la fase piloto, b) hasta cinco parcelas cuadradas para el futuro si fuese necesario. Se debe iniciar en el punto inferior derecho y luego formar la L.....	30
Figura 3. Diseño, distribución y tamaños de las parcelas anidadas donde se realizaron las diferentes mediciones.....	31
Figura 4. Organigrama para ejecución del Inventario Nacional Forestal.....	33
Figura 5. Esquema de las actividades para la planificación, levantamiento y almacenamiento de datos de una unidad de muestreo en L.....	37
Figura 6. Distribución porcentual del número de árboles y reservas de carbono en árboles vivos, en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador.....	74
Figura 7. Regresión lineal entre área basal de los arboles vivos con $dap \geq 10$ cm y el carbono en bosques del Ecuador ( $C=5,10+ 11,51AB$ , $R^2=0,88$ ).....	75
Figura 8. Regresiones lineales entre área basal de los arboles vivos con $dap \geq 10$ cm y el carbono, agrupadas por tipos de bosques del Ecuador.....	76
Figura 9. Distribución de conglomerados entre estratos por composición florística y entre las normativas forestales correspondientes.....	82
Figura 10. Porcentaje de especies distribuido en cuatro clases de número de posibles árboles remanentes (con $dap > 10$ cm y $< DMC$ ) por cada árbol aprovechable ( $dap > DMC$ ). Se presenta valores relativos entre los clases 0-0,99 árboles remanentes por árbol aprovechable, 1-4,99; 5-9,99 y 10 o más.....	94
Figura 11. Porcentaje de especies (con DMC especificados en las normativas) distribuidas en tres clases de relación entre individuos de regeneración por cada árbol aprovechable.....	95
Figura 12. Porcentaje cumulativo de especies en relación con el número total de los individuos encontrados por especie en la ENF.....	99
Figura 13. Volumen comercial aprovechable ( $DAP > DMC$ ) comparando diferentes estados sucesionales.....	105
Figura 14. Stock de carbono acumulado comparando diferentes estados sucesionales.....	106
Figura 15. Volumen comercial aprovechable ( $V_c$ ) y stock de carbono ( $C$ ), calculado como diferencia relativa entre bosque primario (= 100%) y otros estados sucesionales* (promedios ponderados).....	106
Figura 16. Riqueza de especies arbóreas por parcela, se presenta promedios y intervalos de confianza de 95% (solo estratos con parcelas de 3600 m <sup>2</sup> ).....	108
Figura 17. Índice Shannon de especies arbóreas a nivel de parcela, se presenta promedios e intervalos de confianza de 95% (solo estratos con parcelas de 3600 m <sup>2</sup> ).....	108
Figura 18. Resumen de la metodología utilizada para generar el Mapa de Carbono del Ecuador Continental.....	124
Figura 19. Relación porcentual entre la superficie de cada estrato de bosque y su captura de carbono.....	129
Figura 20. Carbono almacenado en el Ecuador continental (Excepto Suelos).....	130
Figura 21. Distribución del carbono según los diferentes depósitos ( <i>pools</i> ) en el Ecuador continental, con los valores de campo del Inventario Nacional Forestal.....	135

Figura 22. Distribución de los diferentes depósitos de carbono en los nueve estratos de bosque del Ecuador continental, con los valores de campo del Inventario Nacional Forestal. ....	137
Figura 23. Rama de actividad del jefe del hogar .....	156
Figura 24. Rama de actividad de acuerdo al sexo .....	157
Figura 25. Rama de actividad de acuerdo a la autoidentificación .....	158
Figura 26. Rama de actividad de acuerdo a la edad .....	159
Figura 27. Nivel de educación de los jefes de hogar .....	160
Figura 28. Nivel de educación por autoidentificación.....	161
Figura 29. Materiales utilizados por los hogares en la construcción de viviendas. ....	163
Figura 30. Combustible que utilizan los hogares para cocinar.....	165
Figura 31. Utilización de leña por autoidentificación .....	167
Figura 32. Superficie de coberturas y uso del suelo de acuerdo a la autoidentificación.....	169
Figura 33. Sitio de donde extraen la madera los hogares.....	171
Figura 34. Sitio en donde vendieron la madera de acuerdo a la autoidentificación .....	174
Figura 35. Conocimiento sobre permiso para cortar y vender madera .....	176
Figura 36. Porcentaje de participación de los hogares que extraen madera en los programas de aprovechamiento .....	176
Figura 37. Porcentaje de hogares que han tenido dificultades con los programas.....	177
Figura 38. Categorías de uso de los PFM que los hogares extrajeron del bosque .....	179
Figura 39. Categorías de uso que los hogares le dieron a los PFM que extrajeron del bosque, de acuerdo a la autoidentificación.....	179
Figura 40. Aprovechamiento del bosque para actividades turísticas .....	180
Figura 41. Actividades turísticas que los hogares realizan en sus bosques de acuerdo a la autoidentificación .....	181
Figura 42. Procedencia de los alimentos que consumen los hogares de acuerdo a la autoidentificación .....	183
Figura 43. Dificultades que encuentran los hogares para acceder a los alimentos que consumen .....	183
Figura 44. Porcentaje de hogares que pertenece a una organización y distribución por autoidentificación .....	185
Figura 45. Relación entre el tipo de organización a la que pertenecen los hogares y la actividad que desarrollan .....	186
Figura 46. Mapa de áreas de bosque bajo incentivos de conservación, Programa Socio Bosque, 2013.....	211
Figura 47. Secciones de encuesta de hogares.....	238
Figura 48. Reorganización de secciones de temas e indicadores para encuesta de hogares... ..	238
Figura 49. Relación de secciones de información y objetivos de la ENF.....	239
Figura 50. Hoja de ruta para implementación de metodología del componente socioeconómico de la ENF.....	247

## Lista de anexos

Anexo 1. Tipos y descripción de los estratos de bosques considerados para el Inventario Nacional Forestal.	254
Anexo 2. Mapas de estratos ENF y unidades de muestreo por Estrato	258
Anexo 3. Formularios y variables de la ENF	259
Anexo 4. Lista de especies de árboles registrados en el Inventario Nacional Forestal.	261
Anexo 5. Mapa de áreas basales en los bosques del Ecuador Continental	277
Anexo 6. Mapa en escala de grises de áreas basales en los bosques del Ecuador Continental	278
Anexo 7. Carbono capturado a nivel provincial	279
Anexo 8. Carbono capturado en las Demarcaciones Hidrográficas de SENAGUA	280
Anexo 9. Carbono capturado en las distintas zonas de planificación de la SENPLADES	280
Anexo 10. Matriz de definición de análisis estadísticos de información de encuesta de hogares	281
Anexo 11. Estructura de análisis de resultados de información estadística de encuesta de hogares	282
Anexo 12. Matriz de tiempos en la solicitud y entrega de información de instituciones públicas y privadas	283
Anexo 13. Mapa de carbono de las áreas conservadas por el Programa Socio Bosque bajo contratos colectivos.	285
Anexo 14. Mapa de carbono de las áreas conservadas por el Programa Socio Bosque bajo contratos individuales.	286
Anexo 15. Estimación de reservas de carbono en bosques y elaboración de mapas	287
Anexo 16. Lista de contactos de la ENF	298
Anexo 17. Lista de personal y consultores vinculados a la ENF durante el período 2009-2014	299

### ***Lista de Unidades, Abreviaciones y Siglas***

Agrocalidad	Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro
AGB	Biomasa aérea
BDD	Bases de datos
BH	Bosque Húmedo
BIC	Centro de Información Bancaria
BMH	Bosque Muy Húmedo
BS	Bosque Seco
BSA	Bosque Seco Andino
BSP	Bosque Seco Pluvioestacional
BSVAM	Bosque Siempre Verde Andino Montano
BSVAPM	Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte
BSVCA	Bosque Siempre Verde andino de Ceja Andina
BSVTB	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco
BSVTBA	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonia
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CCBA	Clima Comunidad y Biodiversidad
CIFOR	Centro de Investigación Forestal
CITES	Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CS Pro	Census and Survey Processing System
CUT	Categorías de Uso de la Tierra
CV	Coeficiente de variación
D.E.	Desviación Estándar
DAP	Diámetro a la altura del pecho
DMC	Diámetro Mínimo de Corta
DNF	Dirección Nacional Forestal
DNV	Detritus no vivo
ED	Especificadas Debajo del DMC
EMVS	Enfoque de Medios de Vida
ENF	Evaluación Nacional Forestal del Ecuador
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FER	Factor de Expansión a Raíces
GAD's	Gobiernos Autónomos Descentralizados
GEI	Gases Efecto Invernadero
GeoIS	Información y Sistemas para la Gestión del Territorio
GIB	Grupo Intergubernamental sobre los Bosques
GIZ	(Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit)- Cooperación Internacional Alemana
GLP	Gas licuado del petróleo
GPS	Global Positioning System
Hc	Altura comercial
Ht	Altura total

IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Mexicano
INF	Inventario Nacional Forestal
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IVC	International Vegetation Classification
Kfw	Bank Aus Verantwortung
LI	Límite Inferior
LS	Límite Superior
M	Manglar
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MAE	Ministerio de Ambiente del Ecuador
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca del Ecuador
MCC	Marco de Capitales de la Comunidad
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MFS	Manejo Forestal Sostenible
MFSCC	Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático – FAO
Mo	Moretal
MRV	Medición, Reporte y Verificación
MT	Manejo forestal Tradicional
NAMAs	Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación
ND	No especificadas Debajo del DMC
NE	No especificadas Encima del DMC
NF	Normativa Forestal
OFC	Open Foris Collect.
OFC2	Open Foris Collect - Segunda versión
OFS	Ordenación Forestal Sostenible
OIMT	Organización Internacional de las Maderas Tropicales
ONG	Organización No Gubernamental
PAFCL	Programa de Corta para Zonas de Conversión Legal
PAFSI	Programa de Aprovechamiento Forestal Simplificado
PAFSU	Programa de Aprovechamiento Forestal Sustentable
PAFT	Programas de Acción Forestal Tropical
PCAR	Programa de Corta de Árboles Relictos
PDOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
PEA	Población Económicamente Activa
PFN	Programa Forestal Nacional
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RCF	Rainforest Conservation Fund
REDATAM	Software para procesar y mapear datos de censos y encuestas para análisis local y regional
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques.
SAF	Sistema de Administración Forestal
SENAGUA	Secretaría Nacional del Agua
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo del Ecuador

SFA	Servicio Forestal Amazónico
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador
SOTB	Sotobosque
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UM	Unidades de Muestreo
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USCUSS	Uso del suelo, Cambio del Uso del Suelo y Silvicultura
UT	Unidad Técnica
UT-ENF	Unidad Técnica de la Evaluación Nacional Forestal
ZPHD	Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación

## **PRESENTACIÓN**

La Evaluación Nacional Forestal (ENF) surge en el año 2009 como una iniciativa liderada por el Ministerio de Ambiente del Ecuador y con el acompañamiento de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO). En el desarrollo de sus tres componentes contó con la participación de varios actores internos y externos, quienes definieron y redefinieron los distintos elementos que surgieron en el camino con el fin de lograr un proceso mirado desde su globalidad.

Desde el año 2010 hasta la fecha, se han obtenido varios resultados en función de los tres componentes de la ENF, los que se pueden evidenciar en los detalles técnicos, cartográficos, metodológicos, reflexivos y otros que por su complejidad han sido plasmados en publicaciones, lo que asegura por un lado un registro técnico de las actividades para ser replicadas y por otro lado refleja el compromiso de nuestras organizaciones de apoyar experiencias de largo aliento y que con el tiempo puedan ser institucionalizadas.

Uno de los grandes aportes que ha recibido esta iniciativa se brindó desde el proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático de la FAO, a través de la generosa contribución financiera del Gobierno y pueblo de Finlandia. El apoyo recibido estuvo enfocado en la generación de capacidades, acompañamiento técnico y de coordinación en todas las fases, desde el diseño metodológico pasando por la fase de campo y gabinete hasta el análisis e interpretación de resultados.

Un equipo de profesionales de distintas disciplinas comprometidos con el desarrollo del país participó en este proceso. Este equipo se sumó a las valiosas contrapartes locales en los territorios, respondiendo así a las prioridades nacionales y al Objetivo estratégico 2 de la FAO que procura: “Aumentar y mejorar el suministro de bienes y servicios procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca de una manera sostenible.” En el desarrollo de este trabajo se ha generado un valioso aprendizaje a través de pruebas, aciertos y errores que han sido esenciales para generar conocimiento.

Con el objetivo de que el contenido expuesto en cada uno de los componentes sea mostrado para la comprensión del contexto histórico de la experiencia, sus formas de trabajo, actividades realizadas, actores participantes, acuerdos interinstitucionales, dificultades encontradas, cuellos de botella y los mecanismos para superarlos y lograr los objetivos de la ENF, se cuenta con una publicación de sistematización de la experiencia.

La presente es una publicación de resultados que no pretende describir la experiencia en sí, si no el contenido técnico y el producto, la importancia de contar con una Evaluación Nacional Forestal en el Ecuador. A lo largo del documento se podrán evidenciar no sólo análisis e interpretación de variables, también habrá lecciones y enseñanzas en el tema, resaltando los aportes más significativos de la experiencia y sus debilidades, para que sea el lector quien discierna sobre las perspectivas futuras y los principales desafíos a los que nos enfrentamos y enfrentaremos.

Finalmente, este documento es producto del esfuerzo colectivo donde cada labor realizada aportó con la generación de información en todo su contexto, y las personas usuarias directas

de los ecosistemas forestales que fungieron como una importante fuente de información para el proceso, demostrando así el compromiso de la FAO en promover el manejo sostenible de los bosques en el país.

Pedro Pablo Peña  
Representante de la FAO en Ecuador

***AGRADECIMIENTOS***

Nota: Sección para ser llenada por el MAE.

## **1. GENERALIDADES**

## **1.1. Antecedentes**

### *1.1.1. Historia*

La necesidad de políticas públicas para el Ecuador, en relación al sector forestal, ha sido una prioridad desde el año 2006, situación que se vio reflejada a través de constantes reuniones de trabajo entre el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), sectores sociales e instituciones privadas, con el fin de iniciar procesos que ayuden a enriquecer el sector forestal con información oficial, actualizada y ordenada.

En este contexto, el MAE a través de la Dirección Nacional Forestal (DNF), en el año 2009 se dio origen al proyecto denominado Evaluación Nacional Forestal (ENF), el mismo que recibió asistencia técnica y financiera del proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático (MFSCC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y el apoyo del Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia.

La ENF se desarrolló bajo tres componentes que fueron: el inventario nacional forestal (INF), mapas de biomasa y carbono; y, el componente socioeconómico. De manera general, la ENF trata de una evaluación completa, permanente y nacional para la valoración de todos los ecosistemas forestales del Ecuador; así como, su contenido de carbono y ámbito socioeconómico.

Para el diseño metodológico del ámbito biofísico, el proyecto de la ENF contó con la participación de un equipo interdisciplinario, que mediante un análisis de diferentes metodologías de inventarios forestales a nivel mundial, diseñó un estudio aplicable a las características propias del Ecuador. De esta manera, el inventario de la cobertura boscosa, inició con el mapa de estratos boscosos del Ecuador, realizado con base en criterios bioclimáticos como temperatura, precipitación y altitud, teniendo como área de estudio nueve estratos de bosques nativos.

En el Manual de Campo de la ENF (2011), se detalla con mayor precisión la metodología utilizada en el inventario de la cobertura boscosa. De manera resumida, el diseño muestral en cada uno de los estratos boscosos se realizó en dos fases. En la primera fase se asignó conglomerados a cada estrato; y, la segunda fase mediante una combinación de métodos de muestreo se definió los conglomerados por estrato que serían utilizados para el inventario forestal. En total, las unidades de muestreo fueron alrededor de 600, con tres parcelas por conglomerado, y una superficie de 3600 m<sup>2</sup> por parcela.

Una vez establecidas las unidades de muestreo en el campo, la generación de información se realizó a través de diferentes etapas, las mismas que fueron: levantamiento de información en las parcelas, supervisión de la información, procesamiento y almacenamiento de la información en una base de datos.

Para la generación de mapas de carbono, lo que se hizo fue cuantificarlo aplicando diversas fórmulas. “En el total de carbono se incluyen subtotales de biomasa aérea, la biomasa subterránea, la madera muerta y la materia orgánica en el suelo. La suma total de la biomasa por parcela y por conglomerado permitió calcular el total de carbono por hectárea” (ENF 2013). En la actualidad, se cuenta con la metodología desarrollada, manuales, modelamiento para imágenes MODIS y LANDSAT y mapas parciales de carbono para fustes de árboles.

La metodología del componente socioeconómico consideró las relaciones entre el bosque y los hogares, actores públicos y privados. En el caso de los hogares, los principales contenidos investigados fueron: datos generales, caracterización de los miembros del hogar, datos de vivienda, cobertura y uso del suelo, aprovechamiento de bienes y servicios del bosque, fuentes hídricas y biodiversidad, sistemas de producción agrícola y pecuaria, seguridad alimentaria y organización.

Mientras que en el caso de los actores estatales y privados, se consultaron contenidos como: datos generales, conservación de bosques, comercialización de madera y su transformación, aprovechamiento de PFM y producción agropecuaria. Con respecto a este último grupo de actores se consultaron también a organismos estatales y asociaciones privadas a las que se solicitó información de carácter nacional, la cual serviría como insumo en caso de implementarse un estudio socioeconómico a nivel nacional.

### *1.1.2. Área de estudio*

El área de influencia del proyecto ENF ha sido a nivel nacional, específicamente en las áreas que contienen bosques nativos. Su influencia se plantea a nivel nacional, pero en su implementación será en lo local, con la finalidad de extrapolar la información. Para facilitar el trabajo del Inventario Nacional Forestal y el levantamiento de información se agruparon los bosques del Ecuador en nueve estratos de bosques diferentes, los mismos que son: bosque seco andino, bosque seco pluvial, bosque siempre verde andino montano, bosque siempre verde andino pie de monte, bosque siempre verde andino de ceja andina, bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia, bosque siempre verde de tierras bajas del chocó, manglares y moretales.

### *1.1.3. Clima*

La diversidad de relieves que existen en el país hacen que la caracterización del clima sea sumamente compleja (Pourrou, 1994); así la interacción de su posicionamiento, la influencia de la cordillera de los Andes y su cercanía al Océano Pacífico determinan un conjunto de variables que afectan las condiciones climáticas generales del país a escala local y de paisaje. La Cordillera de los Andes marca la pauta de una primera aproximación a la distribución de las lluvias y de la temperatura y, en sí, al clima en el Ecuador.

Al encontrarse en la zona ecuatorial, el país es afectado también por sistemas atmosféricos de Baja Presión como la Zona de Convergencia Intertropical, los disturbios de la cuenca Occidental de la Amazonía y la denominada Vaguada del Perú, elementos que influyen directamente en el régimen de las precipitaciones en la época lluviosa; así también, influyen en el período seco los sistemas regionales de Alta Presión Atmosférica como el Alta del Pacífico Sur, la dorsal del Alta del Caribe y la incidencia del Alta troposférica de Bolivia.

Por esta razón, el régimen pluviométrico y térmico de las regiones naturales del Ecuador se caracterizan por la ocurrencia temporal de estos sistemas atmosféricos (INAMHI 2011). A estos sistemas atmosféricos debemos sumar la influencia en la temperatura ambiental de las corrientes marinas como: de la fría y seca Humboldt y de la cálida y húmeda del Niño, que afectan principalmente a la Región Litoral.

Sumándose a estos antecedentes de condiciones naturales tan diversas la desigual calidad de información climatológica disponible en el Ecuador, no es fácil tarea la de clasificar simplemente los climas del país.

Pourrout (1994), estima en el Ecuador 9 tipos de climas siguiendo los criterios de régimen anual de las lluvias, altura de las precipitaciones anuales y temperatura media anual, tomadas de las clasificaciones climáticas Köppen (1936), Thornthwaite (1948) y teniendo en cuenta de forma general los pisos altitudinales presentes en el Ecuador. En el 2002, esta propuesta fue adaptada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales (CLIRSEN) por Sensores Remotos.

Estos 9 tipos de clima propuestos por Pourrout (1994): Clima megatérmico lluvioso, nival, ecuatorial de alta montaña, ecuatorial, mesotérmico semi-húmedo, ecuatorial mesotérmico seco, tropical megatérmico, húmedo, tropical megatérmico semi húmedo, tropical megatérmico seco, tropical megatérmico semi-árido y adaptados por MAGAP -IICA-CLIRSEN. Estos fueron oficialmente utilizados por diferentes instituciones en el Ecuador y se describen a continuación agrupándolos por las Regiones Biogeográficas del Ecuador Continental: Región Amazónica, Región Andes, Región Litoral.

#### 1.1.3.1. Región Amazonía

a) Clima Megatérmico Lluvioso: Esta caracterizado por una temperatura media  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  y por precipitaciones anuales casi siempre superiores a 3.000 mm distribuidas uniformemente durante el año a excepción de una débil recesión entre diciembre y febrero. Además, de ser el clima típico en esta región este tipo de clima afecta parte del extremo Norte del país en la provincia de Esmeraldas.

#### 1.1.3.2. Región Andes

b) Clima Nival: Corresponde a temperaturas medias anuales  $\leq 0^{\circ}\text{C}$  y por encima de los 4500 m.s.n.m.

c) Clima Ecuatorial de Alta Montaña: Se ubica sobre los 3.000 m.s.n.m de altura y es esta altitud la que determina temperaturas medias fluctuantes de  $8^{\circ}\text{C}$  con variaciones en sus máximas y mínimas en el transcurso del día. Los totales de lluvia anuales son irregulares, comprendidos entre 1.000 y 2.000 mm según la altura y la exposición de las vertientes.

d) Clima Ecuatorial Mesotérmico Semi-Húmedo: Es el clima más frecuente de la zona interandina exceptuando los valles y las zonas con alturas mayores a 3.000 m.s.n.m. Las lluvias anuales, distribuidas en dos estaciones lluviosas, fluctúan entre 500 y 2.000 mm; las temperaturas medias anuales se sitúan entre  $12$  y  $20^{\circ}\text{C}$ .

e) Clima Ecuatorial Mesotérmico Seco: Este tipo de clima es típico en los Valles internos de la región andina. Las temperaturas medias anuales fluctúan entre  $18$  y  $22^{\circ}\text{C}$  con muy poca diferencia entre meses de verano e invierno; presenta 2 estaciones secas, la una muy marcada entre junio y septiembre que separan dos picos lluviosos cuyo total anual no alcanza 500 mm.

f) Clima Tropical Megatérmico Húmedo: Es un clima de transición entre los climas ecuatoriales andinos y los climas de la región litoral y amazónica. Abarca las vertientes exteriores de las dos cordilleras, entre 1.000 y 2.000 m.s.n.m. aproximadamente. Las precipitaciones anuales son fuertes, generalmente superiores a 2.000 mm con algunos valores mayores en la parte baja de

las estribaciones de la cordillera de los Andes; la mayor parte de esta precipitación se recoge en una sola estación lluviosa. La temperatura media varía notablemente con la altura pero se mantiene uniforme durante el año.

#### *1.1.3.3. Región Litoral*

g) Clima Tropical Megatérmico Semi Húmedo: Clima típico de la parte interna de la región Litoral ocupando una amplia extensión en la Costa Norte para desaparecer a nivel del Golfo de Guayaquil, su precipitación anual varía generalmente entre 1.000 y 2.000 mm y están concentradas en un periodo único, de diciembre a mayo, siendo seco el resto de año. Las temperaturas medias fluctúan alrededor de 25°C.

h) Clima Tropical Megatérmico Seco: Ubicado al Oeste del anterior, se extiende hacia el Sur del país influyendo las estribaciones de la Cordillera Occidental en la provincia de Loja, entre las latitudes 0° y 4° 30' S. La precipitación anual está comprendida entre 500 y 1.000 mm recogidos entre diciembre y mayo. La estación seca es muy marcada y las temperaturas medias son elevadas, superiores a 24°C.

i) Clima Tropical Megatérmico Semi-Árido: Este clima está limitado a la península de Santa Elena, al cabo San Lorenzo y la zona de Arenillas debido a la influencia de la corriente de Humboldt. Es muy seco, con precipitaciones anuales inferiores a 500 mm, recogidas en una sola estación lluviosa de enero a abril y temperaturas medias superiores a 23°C.

#### *1.1.4. Hidrografía*

Los diversos climas del país y su particular topografía han hecho de Ecuador un país con un enorme potencial hídrico. Esto se expresa en la oferta hídrica nacional, que se estima entre 290 millones de m<sup>3</sup> (SENAGUA 2011) y 400 millones de m<sup>3</sup> por año (Granda y Carchi 2009).

Este volumen de agua no se distribuye de manera uniforme en todo el país, la vertiente del Océano Pacífico concentra el 21% del líquido, mientras que la vertiente Amazónica tiene el 79%. Este dato contrasta con la población del país, ya que en el Pacífico está el 88% de los residentes en el país; lo anterior indica que la mayor demanda del recurso se encuentra donde está la menor cantidad de oferta (SENAGUA 2011).

La oferta descrita previamente está representada en el país por 79 cuencas hidrográficas, agrupadas en 31 sistemas; sin embargo, para la administración del recurso, la SENAGUA ha regionalizado el país en 9 demarcaciones hidrográficas, a saber: Esmeraldas, Mira, Napo, Pastaza, Santiago, Puyango, Jubones, Guayas y Manabí. Si bien existe una mayor disponibilidad de agua en la vertiente oriental, éste sector únicamente abarca 7 cuencas hidrográficas, es decir, en el oeste hay muchas cuencas de pequeño tamaño, mientras que al este hay pocas cuencas pero con gran superficie y volumen de agua.

Respecto a la disponibilidad hídrica superficial por habitante, el país dispone de 20.700 m<sup>3</sup> de agua por habitante por año; nuevamente, hay una distribución espacial que no es homogénea a nivel nacional. La vertiente pacífica dispone de 5.300 m<sup>3</sup> anuales por habitante y la amazónica llega a los 91.600 m<sup>3</sup> por habitante al año (SENAGUA 2011). Cabe destacar que estos valores son estimados para condiciones de régimen natural (sin obras artificiales de regulación) y con una garantía del 90%.

Morfológicamente, los cursos de agua son grandes modeladores del terreno gracias a la capacidad erosiva, de transporte y de depositación de los mismos. Estas propiedades a su vez colaboran a la formación, consolidación, pérdida o modificación de los suelos, que tanto por los materiales erosionados como por los nutrientes transportados, hacen que estos modifiquen o mantengan sus características esenciales.

#### *1.1.5. Diversidad Florística y tipos de ecosistemas*

##### *1.1.5.1. Diversidad Florística*

La diversidad de suelos del país, aunado a sus distintos climas y relieves, ha dado como resultado una gran biodiversidad, siendo el Ecuador uno de los países más biodiversos del mundo. Una muestra de ello está en su riqueza florística, que en los últimos 13 años ha reportado 2433 especies nuevas, de las cuales 1663 son también nuevas para la ciencia.

El país registra un total de 18.198 especies de flora, de las cuales 17.748 son nativas (Neill y Ulloa-Ulloa, 2011) y 4.500 endémicas (León-Yáñez et al., 2011). Esta biodiversidad vegetal representa el 7,68% de las plantas vasculares del planeta (Bisby et al., 2011; Neill y Ulloa-Ulloa, 2011).

Esta riqueza florística se distribuye en varios ecosistemas. Un ecosistema es un conjunto de organismos vivos (plantas, animales, hongos, etc.) con interdependencia entre ellos y que comparten un mismo medio físico donde se relacionan (Christopherson, 1994). El Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental para fines de representación cartográfica y considerando que la vegetación es el elemento más visible de un ecosistema, conceptualizó a éste, como un grupo de comunidades de vegetación a escala local que tienden a coexistir dentro de paisajes con variables biofísicas, gradientes ambientales y procesos dinámicos similares (Comer et al. 2003).

##### *1.1.5.2. Tipos de ecosistemas*

Con el objetivo de explicar la relación entre la diversidad florística y los factores diagnósticos del medio físico con los cuales ésta interactúa, se realizó un proceso de búsqueda al sobreponer un mapa de variación florística con seis factores diagnósticos (por ejemplo: bioclima, biogeografía, geomorfología), en un sistema de clasificación que permite agrupar ecosistemas a diferentes escalas espaciales, que son utilizados de forma anidada para definir y proyectar geográficamente los ecosistemas del Ecuador continental y al mismo tiempo usa criterios de clasificación homologables con otras iniciativas generadas en la región. Esta propuesta de clasificación de ecosistemas para el Ecuador Continental se establecen seis niveles de clasificación, en base a un orden jerárquico, basado en los conceptos del International Vegetation Classification (IVC), y en siete factores diagnósticos que definen las unidades ambientales a diferentes escalas espaciales.

Cuadro 1. Factores diagnósticos y clasificadores prescriptivos

	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Nivel V	Nivel VI
<b>Fisonomía</b>	Fisonomía					Fisonomía Particular*
<b>Bioclima</b>		Macrobioclima	Bioclima	Ombrotipo		
<b>Biogeografía</b>			Región Biogeográfica	Provincia Biogeográfica	Sector Biogeográfico	Composición Florística
<b>Factores diagnósticos</b>	<b>Geoforma</b>		Relieve General	Macrorelieve	Mesorelieve	Sustrato particular*
	<b>Inundabilidad general</b>			Régimen de Inundación	Origen de las aguas de Inundación*	Tipo de agua*
	<b>Fenología</b>			Fenología		
<b>Pisos Bioclimáticos</b>					Termotipo	Piso florístico

Bajo este Sistema de Clasificación se han definido 91 ecosistemas para el Ecuador Continental (Cuadro 1), que para su representación cartográfica se agrupan principalmente dentro del factor diagnóstico biogeografía, en cuatro clasificadores que de menor a mayor escala son región, provincia, sector biogeográfico y composición florística local, que caracteriza a los ecosistemas y representa el nivel VI de clasificación.

Así, la región biogeográfica Litoral está caracterizada por la presencia de elementos estructurales como la cordillera costera, y por condiciones climáticas otorgadas por las corrientes marinas que permiten una diferenciación de la vegetación, en una zona norte predominantemente húmeda y una sur seca dentro de un gradiente altitudinal comprendido entre 0 y 300 msnm, presenta un total 24 ecosistemas.

La región biogeográfica Andes, cubre los dos ramales de la cordillera occidental y oriental, con un gradiente altitudinal que va desde los 300 a 400 msnm hasta los 6310 msnm en el volcán Chimborazo, presenta 45 ecosistemas e incluye los valles que son producto de la conexión entre ramales por medio de volcanes y montañas.

La región biogeográfica Amazonía cubre aproximadamente el 30% del territorio nacional, incluye planicies de inundación y las cordilleras amazónicas tiene un gradiente altitudinal comprendido entre 150 a 3.100 msnm, la vegetación muestra patrones de variación derivado de la distancia hacia la base de los Andes. De acuerdo a estudios de Vriesendorp et al. (2008) y Guevara et al. (2009), que permite diferenciar a 22 ecosistemas (MAE 2013b).

#### 1.1.6. Otros: geología, geomorfología, pedología/suelos

##### 1.1.6.1. Geología

El relieve del Ecuador ha sido modelado principalmente por el levantamiento de la Cordillera de los Andes. La influencia orogénica conlleva otros procesos estructurales como fallas tectónicas, vulcanismo y litología (suelos); éstos, en conjunto con el tiempo (factor evolutivo que define el estado de sus formas) han generado un complejo sistema geográfico.

Cuando la placa de Nazca se empezó a subducir por debajo de la Placa Sudamericana, liberó una gran cantidad de energía y grietas que permitieron que el magma ascendiera y generara un fuerte vulcanismo, presente aún hasta hoy. Este ascenso hizo que muchas aguas que drenaban hacia el Pacífico cambiaran de rumbo hacia el Atlántico, conformando la Amazonía actual en el este y dejando un pequeño corredor antes del Océano Pacífico al oeste. La Cordillera de los Andes supone una enorme barrera natural que modifica los factores climáticos que inciden sobre toda esta parte del continente.

Hacia ambos lados de Los Andes tenemos formaciones sedimentarias, producto de las diferentes depositaciones de los materiales expulsados por la acción volcánica en primer lugar, y posteriormente por la acción de los elementos como avalanchas, transporte de ríos, terrazas aluviales, conos de deyección, erosión y conglomerados. Esto ocurrió mayormente entre el Plioceno y Pleistoceno, dejando para los tiempos más recientes las grandes llanuras fluviales del río Guayas y otras más pequeñas en la desembocadura del río Santiago, al norte de Esmeraldas. Asimismo, las llanuras aluviales de la Amazonía, en las márgenes de los ríos San Miguel, Aguarico, Napo, Curaray, Pastaza y sus respectivos afluentes.

La presencia de la Cordillera de los Andes creó tres zonas que se diferencian en hábitats específicos para la flora y la fauna (MAE 2013a). El relieve general se refiere a todas las estructuras orogénicas que definen áreas a escalas espaciales de región, así en el Ecuador los relieves: Costa, Sierra y Oriente definen a las regiones Litoral, Andes y Amazonía, respectivamente.

Resumiendo, los diferentes paisajes y relieves del país se han generado gracias a procesos endógenos como exógenos. Entre los primeros tenemos movimientos tectónicos, vulcanismo, etc., mientras que de manera exógena lo generan las condiciones climáticas, la vegetación, el tiempo, etc.

#### 1.1.6.2. Geomorfología

El relieve de la zona litoral está definido desde el piedemonte andino hasta el Océano Pacífico, con una anchura máxima de 180 km. y una mínima de 20 km. Los relieves altos y moderados se ubican al norte de Guayaquil, con un macizo con orientación norte-sur que se ubican sobre el complejo volcánico cretácico. Esta cordillera está bordeada por relieves sedimentarios sobre rocas compuestas por areniscas, conglomerados, arenas, limolitas y arcillas (Winckfll 1982).

En el centro-este y el sur, al pie de la cordillera se ubican las llanuras costeras. Las que se encuentran al centro de la región costa son sedimentos detríticos (arenas, areniscas y conglomerados) con presencia de elementos volcánicos provenientes de la sierra, los cuales constituyeron el primer relleno de estas áreas. Conforme se avanza hacia el suroeste se inicia una llanura aluvial actual, baja y plana que se inunda de manera parcial en la época lluviosa por los ríos y sus meandros que conforman un relleno que llega hasta el delta del río Guayas. Hacia el sur de Guayaquil esta llanura se reduce en ancho, limitada por manglares al oeste y conos de deyección al este (Winckfll 1982).

La cordillera andina cruza de norte a sur el territorio ecuatoriano, con una reducción progresiva de altitudes y masividad conforme se llega al sur del país. En el norte se ubican dos cordilleras paralelas con altitudes entre los 4.000 y 4.500 metros, separados por una depresión intra andina que varía entre los 1.600 a 3.000 metros. Estas cordilleras se caracterizan por tener dos filas paralelas de altos volcanes, que finalizan con el Cotopaxi y el Chimborazo, hacia el centro del país.

Este sector, debido a sus grandes altitudes, ha estado expuesto a fuertes acciones morfológicas glaciares, periglaciares y nivales, que han dejado huellas típicas como los valles en "U", entre otras. En el medio de estas cordilleras se encuentran las cuencas intra andinas, situadas entre los 1.600 a 3.000 m. Éstas son fosas de origen tectónico rellenas con sedimentos fluvio lacustres, fluvio glaciares y/o de origen volcánico (Winckfll 1982).

En el centro y sur del Ecuador (inciando aproximadamente en el poblado de Alausí) los edificios volcánicos desaparecen, asimismo con las cordilleras paralelas para llegar a formar un solo macizo con planicies altas y de 40 a 50 Km de ancho. Su origen son cientos de derrames lávicos que posteriormente sufrieron alteraciones por efectos glaciares o tectónicos. Después de la frontera entre Azuay y Loja, las altitudes son aún más bajas (no superan los 3.500 m) y la actividad volcánica reciente es nula. La mayoría de los valles en este último sector se encuentran tallados sobre líneas de fractura, con gargantas anchas en el sector occidental para drenan los ríos Puyango y Catamayo (Winckfill 1982).

El sector Amazónico constituye la terminación occidental de la gran llanura Amazónica, con una repartición limpia entre los conjuntos de relieve. Este sector es evidentemente sedimentario. Hacia el norte y centro existe una faja de unos 50 Km de ancho denominada domo del Napo, cordillera de Cucutú y del Cóndor, según su ubicación.

En el sector del Puyo se encuentra un enorme cono deyección y esparcimiento fluvial en forma de abanico a la salida de la garganta del río Pastaza. Más hacia el sur, los ríos Palora y Upano han generado conos similares, aunque más recientes y menos disectados. Hacia el este debajo de los 300 metros, y hasta la frontera con Perú, se extiende la llanura amazónica, que se constituye por una yuxtaposición infinita de colinas suaves convexas y convexo cóncavas y con desniveles entre 20 y 50 metros, las cuales se desarrollaron sobre materiales sedimentarios arcillosos meteorizados por el clima tropical húmedo (Winckfill 1982).

Estos relieves se generaron por el transporte y depositación de la extensa red hídrica del área. En una primera fase se transportó y esparció una gran cantidad de material rocoso y volcánico proveniente de las zonas altas y su actividad, previamente descrita. Posteriormente la depositación de estos materiales generó una gran cantidad de terrazas aluviales escalonadas con zonas pantanosas y cauces abandonados, producto de los meandros que aún se mantienen en actividad.

La costa está constituida por una cordillera longitudinal con relieves bastante fuertes y macizos. Este núcleo está cubierto por rocas volcánicas y sedimentarias. El macizo está bordeado por una serie de relieves sedimentarios. Los sectores más recientes y más alejadas de las montañas, están dispuestos hacia el exterior de las respectivas cuencas y ubicadas sobre sedimentos precedentes.

Morfológicamente, encontramos tres subregiones: La cuenca de Manabí, limitada por la cordillera al sur y por el río Esmeraldas al norte y rodeada por depresiones bajas con altitudes inferiores a los 150 a 200 m.s.n.m.; la cuenca de Esmeraldas - Santiago, con relieves colinados y bastante disectados que bajan suavemente desde el pie de la cordillera hasta el océano; finalmente, la península de Santa Elena, compuesta por relieves colinados bajos a moderados (100 a 200 metros), desarrollados sobre el relleno detrítico fino (Winckfill 1982).

El sector de las llanuras costeras se ubica hacia el centro-oeste y el sur de la región costera, al pie de la cordillera y describe dos sectores. El primero de ellos se encuentra entre Santo Domingo al norte y Babahoyo al sur en una gran llanura de aproximadamente 80 kilómetros de ancho, en una planicie desarrollada sobre sedimentos detríticos y volcánicos. El segundo se ubica al sur de Babahoyo, donde se genera una llanura actual baja, plana, inferior a los 20

metros e inundada en estación lluviosa por ríos meándricos que elaboran una serie de formaciones rellenadas por gran cantidad de sedimentos en la zona de Daule y que llega hasta el delta del río Guayas; al sur de este sitio, la llanura se reduce a unos 30 kilómetros de ancho, bordeada por manglares en la costa y conos deyección en la cordillera.

#### 1.1.6.3. Pedología / suelos

Debido a todos los factores explicados previamente, en el Ecuador continental se encuentran una gran diversidad de órdenes de suelos, los cuales condicionan o favorecen el desarrollo de especies vegetales, así como una gran cantidad de actividades económicas del país.

Casi la mitad de los suelos del país son de tipo inceptisol, es decir, que se encuentran aún en proceso de formación. Estos suelos son aptos para el aprovechamiento forestal, aunque también son utilizados en pastos y tierras de cultivos, siempre que tengan las condiciones climáticas adecuadas (Ibañez et al., 2011a). Se distribuyen mayormente en la región amazónica, de manera más uniforme, y costera, de manera más distribuida, aunque hay una pequeña concentración en el sector del Chocó.

Los andisoles abarcan casi un cuarto del territorio continental del país, son suelos desarrollados sobre materiales depositados por erupciones volcánicas. Éstos se desarrollan mucho más rápido en zonas tropicales que en zonas áridas; la precipitación y la temperatura ejercen un efecto directo en la meteorización de los materiales volcánicos sobre los que se desarrollan este tipo de suelos (Ibañez et al. 2011b). En el Ecuador se encuentran en las partes altas, así como ambas laderas al centro y norte de la cordillera andina, coincidiendo con los sectores donde el vulcanismo ha tenido un papel primordial en la formación del relieve, llegando incluso a algunas partes bajas de la costa.

Posterior a estos dos órdenes, hay siete más con distribuciones menores en el país. Destacan entre ellos los mollisoles y los histosoles. Los primeros son suelos sumamente productivos al ser profundos, con materia orgánica humidificada y generalmente están cubiertos por vegetación herbácea (Ibañez et al. 2011c). Los encontramos en gran parte de los páramos andinos del norte y centro del Ecuador, así como en la costa, al oeste de la cordillera Congón-Colonche.

Los Histosoles, si bien tienen poca superficie en relación al tamaño del país (poco más de un 1%), adquieren su importancia por la gran cantidad de materia orgánica que poseen, lo cual redundaría en una importante zona de captura de carbono. Estos suelos generalmente están saturados de agua, con lo cual se forman humedales y ecosistemas únicos que contienen una biodiversidad muy particular (Ibañez et al. 2011d); por esta razón son a su vez una de las áreas más vulnerables ante el cambio climático y la acción antrópica. Se encuentran en pequeñas depresiones del páramo andino, así como en sectores puntuales de la amazonia, siendo el más grande e importante los moretales que se encuentran en la provincia de Sucumbíos.

## **1.2. Programa Forestal Nacional y Estrategias Forestales**

En la década de 1960, la comunidad forestal internacional había establecido que la planificación de las políticas era una prioridad y había reconocido la importancia de contar con una política adecuada para guiar los esfuerzos encaminados a mejorar el desempeño del sector forestal en los países y proporcionar una orientación más estratégica con miras al

desarrollo forestal. En los años ochenta, en respuesta a las preocupaciones mundiales sobre la deforestación en las zonas tropicales, se puso en marcha el primer conjunto de planes de acción concertados a nivel internacional, incluidos los programas de acción forestal tropical (PAFT), los planes directores del sector forestal y los exámenes del sector forestal. Las enseñanzas extraídas de los PAFT y los otros marcos de planificación tuvieron notables repercusiones en el diálogo internacional sobre las políticas forestales entablado sucesivamente.

Hace casi dos decenios, el Grupo Intergubernamental sobre los Bosques (GIB) sirvió de escenario para que los países debatieran y reconocieran oficialmente la importancia de contar con un amplio marco de política forestal para lograr la ordenación forestal sostenible (OFS). A través del GIB, que estuvo en funcionamiento desde 1995 hasta 1997, los países llegaron a un acuerdo acerca de un enfoque común denominado “programa forestal nacional” (pfn) y adoptaron una serie de principios para orientar la elaboración y la ejecución de estos programas. Hoy en día, hay procesos de pfn en curso en más de 130 países.

La expresión “programa forestal nacional” no hace referencia a un programa específico. En realidad, esta expresión incorpora una amplia gama de enfoques que pueden contribuir a la formulación, planificación y aplicación de la política forestal a nivel nacional y subnacional. Como uno de los resultados más importantes del diálogo internacional sobre políticas forestales, esto significa que el pfn es aplicable a todos los países y a todos los tipos de bosques (FAO s.f.).

#### *1.2.1. Plan Nacional de Forestación Reforestación*

La forestación y reforestación fueron siempre consideradas como prioridades en los marcos jurídicos y de políticas del país. Sin embargo, los avances no han sido suficientes, no solamente para compensar la deforestación, sino para insertar al Ecuador en el rol de los países forestales emergentes en la América Latina.

La experiencia en actividades de forestación y reforestación en Ecuador, en el pasado fueron evidenciadas a través de planes y programas, como ejemplo se cita el PLAN BOSQUE, que entre 1985 y 1989 logró reforestar 13 mil ha (cerca de 2,6 mil ha al año), el PLANFOR, otro ejemplo de plan nacional forestal que ha reforestado alrededor de 65 mil ha entre 1993, cuando fue expedido, hasta 1996, siendo la meta inicial plantar 100 mil ha en cuatro años. Con el Proyecto BID 808, entre 1991 y 1996, se plantaron 17 mil ha. Tales iniciativas lograron establecer un total de 95 mil ha. Por otro lado, informaciones secundarias consideran que el país cuenta actualmente con un total de 164 mil ha de plantaciones forestales (MAE 2006)

Si se tiene la decisión política de implementar el Plan Nacional de Forestación y Reforestación por parte del gobierno nacional, en veinte años el Ecuador podrá contar con un millón de hectáreas reforestadas, lo que generará beneficios sociales (más de 100 mil plazas de trabajo directo y miles de plazas de trabajo indirecto), ambientales (reforestación de 150.000 ha. en cuencas hidrográficas para protección del agua y la biodiversidad, bajar la presión sobre el bosque nativo, captura de más de 6 millones de toneladas de carbono) y beneficios económicos (incremento del producto interno bruto nacional, incremento de exportaciones, recaudaciones del Estado por más de 250 millones de dólares anuales, entre otros) (ECUADOR FORESTAL s.f.)

### **1.3. Revisión de inventarios forestales realizados en Ecuador**

La finalidad de un inventario forestal nacional (IFN) es evaluar los recursos forestales, proporcionando información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, utilización, ordenación y tendencias de estos recursos. Pero sobre todo, la información generada será útil para planificar, diseñar y aplicar políticas y estrategias nacionales para la utilización sostenible y la conservación de los ecosistemas forestales, y para comprender las relaciones entre los recursos y los usuarios del bosque.

En el Ecuador existe poca experiencia en inventarios forestales. Pero además no se ha descrito ni ha evaluado en forma específica la totalidad de los recursos forestales disponibles (León 2006), solo existen estudios parciales, que han sido realizado en sectores determinados, orientados a objetivos puntuales y sin metodologías estandarizadas.

Una de las acciones pioneras en inventariar recursos forestales se realizó en el año 1963, en la provincia de Esmeraldas. Esta iniciativa estuvo apoyada por el programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (Fondo Especial) y su objetivo era promover el desarrollo de las industrias forestales, tenía un enfoque extractivo de madera desde una visión de explotación forestal empresarial.

Más tarde en el año 1975 se llevó a cabo un Inventario forestal en los bosques de la zona Sur del Ecuador, el que comprendió las provincias de El Oro, Loja, Zamora Chinchipe y Morona Santiago, y fue impulsado por el Centro Internacional Tropical de Francia (SCET) y AGROFOR de Ecuador (AGROFOR et al. 1978).

El último inventario desarrollado en país se realizó hace más de dos décadas, como una iniciativa conjunta del CLIRSEN y la Dirección Nacional Forestal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). En una primera instancia se realizó la evaluación de los recursos forestales en el Sector Central de la Amazonía ecuatoriana, y luego se completó con el inventario forestal de la provincia de Napo (MAGAP y CLIRSEN 1985). Este proceso fue realizado para complementar la información generada en el primer inventario del año 1975, mediante técnicas de percepción remota, interpretación de imágenes Lansat y Radar, y fotografías aéreas de zonas de muestreo.

Reconociendo la necesidad de información sólida y actualizada de los recursos forestales, como herramienta indispensable para alcanzar el desarrollo forestal del país; a partir de mayo del 2006 la Dirección Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador inició un proceso nacional para desarrollar una evaluación completa de estos recursos, la que incluía el inventario nacional forestal.

Más adelante, en el año 2008 con la asistencia técnica y soporte financiero de FAO se generó la primera metodología para evaluar estos recursos. En octubre del 2010 se desarrolla la fase de campo para el levantamiento de información (piloto en los estratos Bosque Seco Andino y Amazónico). Y finalmente, en el año 2012 se desarrolla el levantamiento del inventario forestal con base en un muestreo de todos los tipos de bosque del territorio nacional.

### **1.4. Evaluaciones puntuales previas sobre medios de vida y pobreza**

La pobreza conduce a la deforestación, por el poco uso de la madera y de otros recursos necesarios para la cocina, la calefacción, la construcción de viviendas y la fabricación de

objetos. La deforestación priva de recursos vitales a los más vulnerables y acelera el proceso que relaciona pobreza y degradación del medio ambiente.

El manejo de los recursos forestales debe incluir criterios de sostenibilidad social, económica y ecológica. En el ámbito social, se entiende el mantenimiento a largo plazo de los medios de vida de las comunidades rurales colonas e indígenas que viven en zonas de bosque y que dependen de los recursos forestales para su subsistencia. La sostenibilidad económica está definida por la eficiencia en la generación de ingresos por concepto de la actividad forestal, la generación de productos con valor agregado, incluyendo la distribución equitativa de los beneficios entre todos los actores que participan dentro de la cadena productiva forestal (MAE 2011).

Los pequeños productores campesinos implementan un conjunto de estrategias orientadas a asegurar la sobrevivencia del grupo familiar. Las unidades productivas campesinas se caracterizan por tener poca tierra de mala calidad y abundante fuerza de trabajo. En estas condiciones, el objetivo principal no es maximizar las ganancias sino simplemente sobrevivir, lo que implica aprovechar al máximo los escasos recursos disponibles. Dado que estos son de muy baja productividad y alta fragilidad, la fuerte presión a que son sometidos determina que sea sobrepasada la capacidad normal de recuperación de los suelos y de la cubierta vegetal (Morales y Parada 2005)

La deforestación en el Ecuador es un fenómeno complejo de analizar debido a la multiplicidad de factores que la producen. Entre ellos se pueden citar los asentamientos agrícolas y pecuarios (alrededor del 60% de la superficie talada de bosque cada año), en segundo lugar por la demanda de madera para uso generalizado de la población y en procesos industriales, en tercer lugar por la falta de planificación en la ejecución de obras de infraestructura (petróleo, electricidad, caminos, etc.).

La deforestación puede contribuir al crecimiento económico a corto plazo y al alivio de la pobreza, pero con frecuencia a costo del deterioro ambiental y social que se debe valorar. Algunos de los costos del deterioro ambiental afectan al país y otros a la comunidad internacional (MAE 2006).

A pesar de que reportes oficiales de Ecuador culpan a la colonización y expansión agrícola la extracción de madera, los monocultivos, programas débiles de legalización de la tierra y pobreza como los causantes de la deforestación, estudios más detallados indican que la deforestación se produce en fincas con hogares que tienen mayor capital humano (miembros de la familia que trabajan), duración del asentamiento, calidad de la tierra, accesibilidad (cercanía a vías) y nivel de educación.

### **1.5. Marco Legal Vigente Para Aprovechamiento Sustentable De Bosque Nativo**

La Constitución de la República del Ecuador establece en su artículo 261 numeral 11, como una de las competencias exclusivas del Estado central a los recursos forestales, de igual forma el artículo 406 señala que: “El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos...”.

La Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre en su artículo 36 señala que el aprovechamiento de los bosques productores cultivados y naturales de propiedad privada, se realizará con autorización del Ministerio del Ambiente, en concordancia con el artículo 43 de la misma ley señala que el Ministerio supervigilará todas las etapas primarias de producción, tenencia, aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales.

El Libro III del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente TULSMA en su artículo 97 recoge criterios generales para realizar la elaboración de planes y programas de aprovechamiento forestal en bosques naturales como es la sustentabilidad de la producción, el mantenimiento de la cobertura boscosa, conservación de la biodiversidad, corresponsabilidad en el manejo y la reducción de impactos ambientales y sociales negativos.

Al amparo de la legislación forestal mencionada el Ecuador a través del Ministerio del Ambiente ha promocionado políticas y normativa técnica respecto del aprovechamiento sustentable de los bosques conforme a lo siguiente:

- Acuerdo Ministerial No. 139 publicado mediante Registro Oficial Suplemento No 164 del 5 de abril del 2010, mediante el cual se establecen los *“Procedimientos Administrativos para Autorizar el Aprovechamiento de Corta de Madera”*, que tiene como objeto establecer los procedimientos administrativos para autorizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables de los bosques naturales húmedo, andino y seco; de los bosques cultivados: plantaciones forestales, árboles plantados, árboles de la regeneración natural en cultivos; las formaciones pioneras; de los árboles en sistemas agroforestales; y, los productos forestales diferentes de la madera;
- Acuerdo Ministerial 039 publicado mediante Registro Oficial No 399 del 16 de agosto del 2004, mediante el cual se establecen las *“Normas para el Manejo Sustentable para Aprovechamiento de Madera en Bosque Húmedo”*, referente a regular el aprovechamiento de madera de bosque nativo húmedo para lo cual se entregan Licencias de Aprovechamiento Forestal Maderero con las consideraciones técnicas allí establecidas;
- Acuerdo Ministerial 040 publicado mediante Registro Oficial No 401 del 18 de agosto del 2004 mediante el cual se establecen las *“Normas para el Aprovechamiento de Madera en Bosques Cultivados y Árboles en Sistemas Agroforestales”*, que tiene por objeto regular el aprovechamiento de madera y fomentar el manejo de bosques cultivados, de árboles en sistemas agroforestales y de árboles en las formaciones pioneras.
- Acuerdo Ministerial No. 128, publicado mediante Registro Oficial No. 416 del 13 de diciembre del 2006, mediante el cual se establecen las *“Normas para el manejo sustentable de los bosques andinos”*, frente a regular el aprovechamiento de madera en bosques andinos a que se desarrolla arriba de la cota de los 900 metros sobre el nivel del mar en las estribaciones de la Cordillera Occidental y, arriba de la cota de los 1.300 metros sobre el nivel del mar, en las estribaciones de la Cordillera Oriental. Se incluyen también los bosques nativos ubicados dentro de los callejones interandinos.
- Acuerdo Ministerial No. 244, publicado mediante Registro Oficial No.157 de 28 de agosto del 2007, mediante el cual se establecen las *“Normas para el manejo forestal*

*sustentable del bosque seco*”, estableciendo las regulaciones para el manejo y aprovechamiento forestal sustentable de bosques secos, las técnicas recomendables, compromisos y responsabilidades en la ejecución de planes, manejo, aprovechamiento forestal y la conservación de sus servicios ambientales.

## **1.6. El proyecto “Evaluación Nacional Forestal”**

### *1.6.1. Necesidades de información*

La información relacionada con los recursos forestales en el Ecuador, así como en muchos países del Neotrópico, ha demostrado problemas de confiabilidad, especialmente por la incongruencia de los datos, pero sobre todo, por el uso de metodologías diferentes. El sector forestal del Ecuador, al igual que el resto de países de Latinoamérica, presenta poca información relacionada a sus bosques, con normativas técnicas de aprovechamiento que no han regulado la tala indiscriminada, ausencia de estrategias de financiamiento forestal, sistemas de información poco confiables y la carencia de normativas técnicas para evaluación forestal, ha provocado paulatinamente el deterioro y desaparición de los bosques trayendo como consecuencia la pérdida de diversidad biológica en todos sus niveles. Sin embargo, conocer la cantidad exacta de bosques que posee el país, es un problema y a la vez un reto que el Ecuador se ha propuesto, debido a que la demanda actual de información del sector forestal exige un alto nivel técnico y estadístico, que permitan generar información de los bosques así como de otros sistemas asociados a este.

Bajo este contexto, la Evaluación Nacional Forestal (ENF) es un instrumento de evaluación sobre la ejecución y funcionamiento de las políticas y leyes actuales, así como también, permite la detección de nuevas tendencias que debe dirigir el futuro del sub-sector forestal. Está orientada al servicio de los planificadores, gerentes, legisladores, directores de proyectos, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, además indirectamente a municipalidades y dirigentes locales. La ENF en conjunto con el proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático (MFSCC) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y enmarcado dentro de uno de los ejes principales de la Gobernanza Forestal relacionado con la “generación de Información Forestal” (MAE 2011) pretende generar información actualizada de la situación actual de los bosques, su composición florística, volumen de madera aprovechable y no aprovechable y el aporte económico de los bosques a la sociedad, que permitan mejorar las decisiones a nivel político y fortalecer las estrategias para el desarrollo forestal sustentable del país, así como responder a los requerimientos para acceder a los mercados internacionales de carbono bajo el mecanismo REDD+.

Es la primera vez que el Ecuador ejecuta una evaluación forestal de escala nacional, en donde el papel y la decisión política que el MAE fue sustancial. Este accionar permitió posicionar al país como uno de los países de vanguardia en temas de esta naturaleza en la región. El proceso levanta más de 50 variables de información en donde se incluyen datos de suelo, de especies arbóreas (taxonomía, diámetros, alturas, etc.), productos forestales no maderables, estado y conservación de ecosistemas, entre otras más. Asimismo, la ENF recoge los requerimientos internacionales para cuantificar los depósitos de carbono que existen actualmente en el país y

sus resultados son de gran importancia para la planificación, la toma de decisiones, y para futuras negociaciones en los mercados de carbono.

## 1.6.2. *Objetivos*

### 1.6.2.1. *Objetivo General*

Fortalecer la capacidad del país para la generación, procesamiento y manejo de información forestal objetiva.

### 1.6.2.2. *Objetivos Específicos*

- *Crear* capacidad técnica y organizativa para el levantamiento, procesamiento, análisis y control de la calidad de la información relacionada con los bienes y servicios ambientales de los recursos forestales del Ecuador.
- Generar información de los bienes y servicios ambientales de los recursos forestales, para fortalecer procesos de ordenamiento territorial, generación de estrategias nacionales y demás instrumentos que fomenten un desarrollo sostenible forestal.
- Diseñar procesos de organización, procesamiento, manejo y monitoreo de información de tal manera que pueda ser actualizada periódicamente, y esté disponible para todos los actores del ámbito forestal.

### 1.6.3. *Apoyo de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).*

Desde la fundación de la FAO, en el año 1943, la esencia de las actividades ha sido la de alcanzar la seguridad alimentaria para todos y asegurar que las personas tengan acceso a alimentos de buena calidad que les permitan llevar una vida activa y saludable (<http://www.fao.org/about/es/>). Con los cinco objetivos estratégicos definidos de la FAO y sobre los cuales gira su trabajo, la ayuda hacia los países en desarrollo de América Latina se ha centrado en varios ámbitos siendo uno de los últimos la gestión forestal sostenible de sus bosques, que representa un escenario eficaz para las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Las operaciones en Ecuador se dieron a partir del año 1952, siendo el inicio de un arduo trabajo en cooperación conjunta con diferentes instituciones públicas y privadas, comunidades, ONG's, empresas, entre otras. Dentro del contexto del cambio climático, y bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en el año 2010 los países en desarrollo acordaron un mecanismo para la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques (REDD+), es por esta razón que la ayuda de la FAO se ha centrado en fortalecer la gestión forestal del Ecuador, aumentar la extensión de sus bosques como reservas de carbono, cuantificar los ecosistemas forestales, promover buenas prácticas forestales con miras a adaptación y mitigación al cambio climático.

A nivel mundial, varios países en vías de desarrollo como Costa Rica, Filipinas, Guatemala, Camerún, Líbano, Perú, Nicaragua, Honduras, Zambia y Bangladesh han realizado sus evaluaciones o inventarios nacionales forestales con el apoyo de la FAO. En Ecuador, a partir del año 2009, la FAO ha participado en procesos de planificación y organización de la ENF,

directamente con apoyo técnico, capacitación y supervisión de personal en el levantamiento de inventario forestal, mapeo forestal, almacenamiento, procesamiento, análisis de información, análisis de las políticas forestales, comunicación social y política de los conocimientos adquiridos; y, algunos gastos operativos, materiales, equipos e instrumentos.

#### 1.6.4. *Socios nacionales e internacionales*

La ENF ha tenido el soporte institucional de:

- Gobierno Nacional de la República del Ecuador.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades)

Además, del soporte técnico y financiero de:

- Ministerio de Relaciones Exteriores de Finlandia.
- Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático (MFSCC) a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación del Bosque en los Países en Desarrollo. ONU – REDD.
- Bank Aus Verantwortung (Kfw).
- SilvaCarbon.
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

### 1.7. Literatura citada

Christopherson, R.W. 1994. Geosystems: An Introduction to Physical Geography. Prentice Hall Inc.

ECUADOR FORESTAL. s.f. Plan Nacional de Forestación y Reforestación (en línea). Consultado 23 may. 2014. Disponible en <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/p-n-f-r/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). s.f. (Información acerca de la FAO y objetivos estratégicos) (en línea). Consultado 8 may. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/about/es/>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). s.f. Programa Forestal Nacional (PFN) (en línea). Consultado 8 may. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/about/es/>

González, C., Galindo, G., Robles, M., Rosero, E., Sarango, O., Velasco, C. 2011. Gobernanza Forestal del Ecuador. MAE – ITTO – Proyecto PD 406/06 Rev.1 (M): “Establecimiento de un Sistema Nacional de Estadísticas Forestales y Comercialización de la Madera”. 15 p.

Granda, V., Carchi, X. 2009. Cuencas hidrográficas: Hacia un desarrollo sostenible. Presentación del MAE. Quito, EC.

Ibañez, S., Gisbert, J., Moreno, H. 2011a. Inceptisoles. Folleto del Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia. 8 p.

\_\_\_\_\_. 2011b. Andisoles. Folleto del Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia. 8 p.

\_\_\_\_\_. 2011c. Mollisoles. Folleto del Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia. 8 p.

\_\_\_\_\_. 2011d. Histosoles. Folleto del Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Valencia. 8 p.

INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, EC). 2011. Boletín Climatológico Anual año 2011. Redactado por Palacios, J. y Otoneda, G. Quito, EC.

Köppen, WP. 1936. Das Geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie (eds W. Köppen & R. Geiger). Gebrüder Bornträger, Berlin. 44 p.

León, H. 2006. Caracterización del bosque de Eucalyptus globulus de la hacienda el Prado. Tesis. Ing. Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. 122 p.

MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2011. Manual de Campo. Evaluación Nacional Forestal. MAE – FAO – MFSCC (Proyecto FAO Finlandia Ecuador). Quito, EC. 90 p.

\_\_\_\_\_. 2013a. Modelo de Unidades Geomorfológicas para la representación Cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Proyecto Mapa de Vegetación. Quito, EC. 57 p.

\_\_\_\_\_. 2013b. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, EC. 235 p.

\_\_\_\_\_, 2013c. Sistematización de la experiencia. Evaluación Nacional Forestal. MAE – FAO –MFSCC (Proyecto FAO Finlandia Ecuador). Quito, EC. 76 p.

\_\_\_\_\_, 2006. Plan Nacional de Forestación y Reforestación (en línea). Ministerio del Ambiente, Subsecretaría de Capital Natural, Dirección Nacional Forestal. Consultado 23 may. 2014. Disponible en [http://chmecuador.ambiente.gob.ec/userfiles/37/file/PLAN\\_NACIONAL\\_DE\\_FORESTACION\\_Y\\_REFORESTACION/ Plan Nacional de Forestacion y Reforestacion.pdf](http://chmecuador.ambiente.gob.ec/userfiles/37/file/PLAN_NACIONAL_DE_FORESTACION_Y_REFORESTACION/Plan_Nacional_de_Forestacion_y_Reforestacion.pdf)

Morales, C.; Parada, S. 2005. Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales (en línea). Consultado 23 may. 2014. Disponible en [http://books.google.com.ec/books?id=rkZCjcpI5ToC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=rkZCjcpI5ToC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Pourrut, P. 1983. Los climas del Ecuador: Fundamentos Explicativos. CEDIG (4). Quito, EC. 31 p.

\_\_\_\_\_. 1994. L'eau en Equateur. Principaux acquis en hydroclimatologie. ORSTOM Editions, Paris, 146p.

SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua, EC). 2011. Oferta y demanda hídrica en Ecuador. Presentación del proyecto Estado situacional del Ecuador en cuanto al manejo de los recursos hídricos. Quito, EC.

Thornthwaite, C.W. 1948. An approach towards a rational classification of climate. *Geography. Review* 38:55–94

Vriesendorp, C., Alverson, W., Dávila, N., Descanse, S., Foster, R., López, J., Lucitante, L.C., Palacios, W., Vásquez, O. 2008. Flora y Vegetación. En: Ecuador-Perú: Cuyabeno-Güepí. Rapid Biological and Social Inventories Report 20. Eds Alverson W.S. The Field Museum, Chicago, US.

Winckfll, A. 1982. Relieve y Morfología del Ecuador. Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica, Documentos de investigación no. 1. CEDIG-IPAT. Quito, EC. 20 p.

## **2. INVENTARIO NACIONAL FORESTAL MULTIPROPÓSITO**

*Autor: Fernando Casanoves*

*Revisión Técnica: Christopher Klein, Miguel Angel Chinchero y Juan Iglesias*

## 2.1. Introducción

Con el fin de conocer el estado y dinámica general de los bosques presentes en Ecuador, y poder orientar así las estrategias de conservación y gestión integral de los ecosistemas forestales y su aporte al desarrollo del país, es necesario tener información actualizada y confiable de estos. Por ello, el Ministerio del Ambiente, en colaboración con el Proyecto Manejo Forestal Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), con el soporte financiero del Gobierno de Finlandia y otras entidades de cooperación internacional, desarrollaron el proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF) del Ecuador (MAE 2012). Una de las principales etapas de la ENF comprende el cálculo, estimación y análisis de la información del Inventario Nacional Forestal piloto (INF), con el que se pretende conocer el estado del bosque, su capacidad de producción de madera y las existencias de carbono que almacena. En relación con esta información, es de interés realizar una evaluación de las políticas forestales del país (MAE 2012).

Dado que los ecosistemas forestales del Ecuador presentan gran diversidad y heterogeneidad en su entorno, estructura y funcionalidad, resulta clave la definición de categorías de zonas o tipos de bosque con base en la cual se organice la recolección y análisis de la información del inventario forestal (MAE 2012). Con este informe se pretende brindar un aporte al proceso de la Evaluación Nacional Forestal en términos del análisis de resultados del primer INF. Incluye recomendaciones sobre la metodología de inventario así como observaciones sobre las principales implicaciones de la información recopilada para efectos de orientar esfuerzos y políticas para la gestión de los bosques.

En la primera fase del inventario forestal se realizó un muestreo preliminar para evaluar la variabilidad en el bosque y definir los estratos en que fue dividido para desarrollar el muestreo piloto. Con la información obtenida del inventario preliminar, el mapa histórico de deforestación de 1990, 2000 y 2008, y los datos preliminares de mapa de vegetación de Ecuador, se realizó la estratificación, que se basó en la metodología para identificar ecosistemas amenazados de Suramérica (Jarvis et al. 2009 citado por MAE 2012).

Una vez definidos los nueve estratos en los que se dividieron los bosques del Ecuador, y tomando en cuenta su tamaño y la variabilidad interna, se distribuyeron dentro de ellos de manera sistemática, con arranque aleatorio, los conglomerados de parcelas. Cada conglomerado está constituido por tres parcelas organizadas en forma de "L", como se describe en el manual publicado sobre el inventario (MAE 2012).

Para asegurar una implementación óptima y fidedigna del INF las brigadas de campo recibieron capacitación por parte de la UT-ENF sobre procesos metodológicos, capacidades técnicas para el levantamiento de la información, manejo de GPS, utilización de guías dendrológicas, manejo de herramientas y equipos para medición de árboles y muestreo de suelos, curso de primeros auxilios, ingreso a la base de datos OFC, entre otros.

De manera adicional, se complementó el proceso con una fase de supervisión y control de calidad, culminando así el levantamiento de la información. Para cumplir este propósito se construyó una metodología para la revisión técnica de la información generada en campo, la verificación y

corrección de los formularios físicos y digitales de los datos ingresados, incluido la normalización de la Base de Datos (BDD) mediante paquetes estadísticos.

## **2.2. Conceptos y métodos básicos utilizados para el Inventario Nacional Forestal**

### *2.2.1. Normativas forestales de Ecuador*

La Normativa Forestal de Ecuador reconoce tres tipos de bosque: bosque seco, bosque andino y bosque húmedo, clasificados por ubicación y altura sobre el nivel del mar. El Inventario Forestal de Ecuador se dividió en 9 estratos, definidos sobre la base de criterios bioclimáticos y por recomendación de expertos nacionales; se asociaron las áreas más homogéneas en términos de biomasa y vegetación. Para la clasificación de los estratos y para determinar a qué tipo de bosque pertenecían según la Normativa Forestal se tomó la información de la descripción, ubicación de los estratos, y las alturas sobre el nivel del mar, tomadas en las parcelas. Observando la información altitudinal medida en cada parcela, había estratos que pertenecían a más de un tipo de bosque, por ello y para facilitar el manejo de la información se decidió realizar la distribución de los 9 estratos en los tres tipos de bosque de la normativa forestal, analizando la información a nivel de conglomerado.

La normativa forestal de Ecuador, define como:

- Bosque andino a la vegetación que se desarrolla arriba de la cota de los 900 m sobre el nivel del mar en las estribaciones de la cordillera occidental y, arriba de la cota de los 1300 m sobre el nivel del mar, en las estribaciones de la cordillera oriental.
- La clasificación de bosque seco y húmedo se realizó descartando las parcelas que no entraban en bosque andino y de acuerdo a la descripción y ubicación del estrato.

Para identificar las posibles áreas de aprovechamiento es necesario estimar el volumen comercial, y eliminar las áreas o parcelas que no puedan ser aprovechadas por tener especies amenazadas o en veda, o por tener pendientes que la normativa forestal clasifica como críticas.

### *2.2.2. Árboles Amenazados o en Veda*

Para identificar las especies y árboles amenazados o en veda se utilizó el libro rojo de especies amenazadas, el libro de la UICN aportado por el MAE, y la lista de especies condicionadas según las normativas de aprovechamiento forestal de Ecuador. Las especies encontradas fueron clasificadas en siete categorías (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución de árboles vivos según las categorías de amenaza consideradas en el INF del Ecuador

<b>Categoría</b>	<b>Número de individuos</b>
Amenazado	499
Peligro critic	3
Peligro	63
Casi amenazado	144
Vulnerable	608
Casi amenazado	144
Preocupación menor	60
Sin amenaza	93437

### 2.2.3. Áreas prohibidas de aprovechamiento

Tomando en cuenta la información de las especies amenazadas y o en veda se procedió a buscar estas entre las especies inventariadas anotadas en la base de datos. En caso que alguna parcela o conglomerado tuviera entre sus individuos una especie de estas, esta área se definió como área de no aprovechamiento, de acuerdo con la normativa forestal de Ecuador.

Una vez descartadas las parcelas que presentaron entre sus individuos una especie con categoría especial de amenazada o en veda, se realizó la selección de parcelas con pendiente crítica según la normativa forestal, ya que estas tampoco pueden ser aprovechadas. De esta manera se arribó al número total de parcelas o área, y volumen que puede ser aprovechado.

## 2.3. Metodología

### 2.3.1. Bosque y el sistema de clasificación de uso de la tierra (IPCC, MV, MHD)

Para el INF se utilizó un sistema de clasificación de uso de la tierra y tipos de bosque, con base en la experiencia de la FAO y el MAE y los criterios requeridos por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Entendiéndose como clasificación a la representación abstracta de la situación en el campo, utilizando criterios definidos, y descripciones sistemáticas de clases de uso. La clasificación usada presenta las siguientes características:

- a. Jerárquica: se divide en niveles, los cuales son independientes en escala y están definidos según los siguientes criterios:

- Nivel 1, clases globales del IPCC<sup>1</sup>
  - Nivel 2, clases de tierras forestales según criterios biogeográficos, fisiográficos, y para cultivos según temporalidad.
  - Nivel 3, clases según estratos de bosque con diferente contenido de carbono
  - Nivel 4, clases según aprovechamiento del bosque (aprovechado, y no aprovechado).
- b. Independiente: las clases son independientes de los significados utilizados según los recursos de colección de datos, es decir, imágenes de satélite, fotos aéreas, datos de campo o combinaciones.
- c. Categórica: las clases deben ser claramente definidas, así como sus posibles confusiones según el recurso para coleccionar los datos.
- d. Flexible: pueden utilizarse combinados con información auxiliar para formar nuevas clases que permita agrupar clases de niveles específicos en clases de otros niveles globales como FRA (Evaluación de Recursos Forestales Mundiales).
- e. Constituye la base para la diseño de la estratificación y para la definición de las leyendas de los mapas que se produzcan.

La clasificación resultante se presenta en el Cuadro 3, donde se observa la existencia de cuatro niveles:

- Nivel 1: diferenciándose seis clases: bosques, cultivos, pasturas, cuerpos de agua, infraestructura y otras tierras.
- Nivel 2: con 17 clases de uso en total, por ejemplo en el estrato bosque se tiene: bosque natural y plantaciones forestales.
- Nivel 3: con treinta y cuatro categorías, destacándose nueve para el estrato bosque.
- Nivel 4: aplica solo para el estrato bosques, donde se puede tener aprovechado y no aprovechado

Cuadro 3. Clasificación de uso de la tierra y tipos de bosques para la ENF organizada según las clases globales del IPCC.

Nivel I (IPCC)	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	Código
Bosque	Bosque Nativo	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía	Aprovechado	BSVTBA-a
			No aprovechado	BSVTBA-na
		Bosque siempre verde de tierras bajas de Chocó	Aprovechado	BSVTBC-a
			No aprovechado	BSVTBC-na
		Bosque seco pluvioestacional	Aprovechado	BSP-a
			No aprovechado	BSP-na
		Bosque siempre verde andino pie de monte	Aprovechado	BSVAP-a
			No aprovechado	BSVAP-na
		Bosque siempre verde andino montano	Aprovechado	BSVAM-a
			No aprovechado	BSVAM-na

<sup>1</sup> Según el IPCC (2006). Las seis categorías de uso del suelo son: 1) tierras forestales, 2) tierras de cultivo, 3) pastizales, 4) humedales, 5) asentamientos, y 6) otras tierras.

		Bosque siempre verde andino ceja andina	Aprovechado	BSVAC-a
			No aprovechado	BSVAC-na
		Bosque seco andino	Aprovechado	BSA-a
			No aprovechado	BSA-na
		Manglar	Aprovechado	Mg-a
			No aprovechado	Mg-na
		Moretales	Aprovechado	Mo-a
			No aprovechado	Mo-na
Plantación forestal		Aprovechado	PF-a	
		No aprovechado	PF-na	
Cultivos	Agroforestería			Af
	Cultivos anuales			Ca
	Cultivos semipermanentes			Csp
	Cultivos permanentes			Cp
	Mosaico agropecuario			Ma
Pasturas	Pasto cultivado			Pc
	Vegetación arbustiva	Húmeda		Vah
		Seca		Vas
	Vegetación herbácea			Vh
Páramos			P	
Cuerpos de agua	Natural			An
	Artificial			Aa
Infraestructura	Zonas pobladas			Zp
	Infraestructura	Agroindustrial		Ia
		Social		Is
Transporte y comunicación			Itc	
Otras tierras	Glaciares			G
	Área sin cobertura vegetal	Área erosionada		Ae
		Gravas		Gr
		Salina industrial		Si
		Salina natural		Sn
		Playa		Pl
		Banco de arena		Ba
Afloramientos rocosos		Ar		

Es importante destacar que las guías del IPCC sugieren dividir el país en áreas gestionadas y no gestionadas, sin embargo para el caso de Ecuador se concluyó que la superficie total del país es gestionada.

En la fase inicial, la estratificación del diseño de muestreo utilizó como base los nueve estratos de bosque definidos en el Nivel II del sistema de clasificación de uso de la tierra y tipos de bosque (Figura 1. Mapa de estratos definidos para el nivel II del IPCC, correspondiente a la categoría de bosque nativo del Ecuador.)

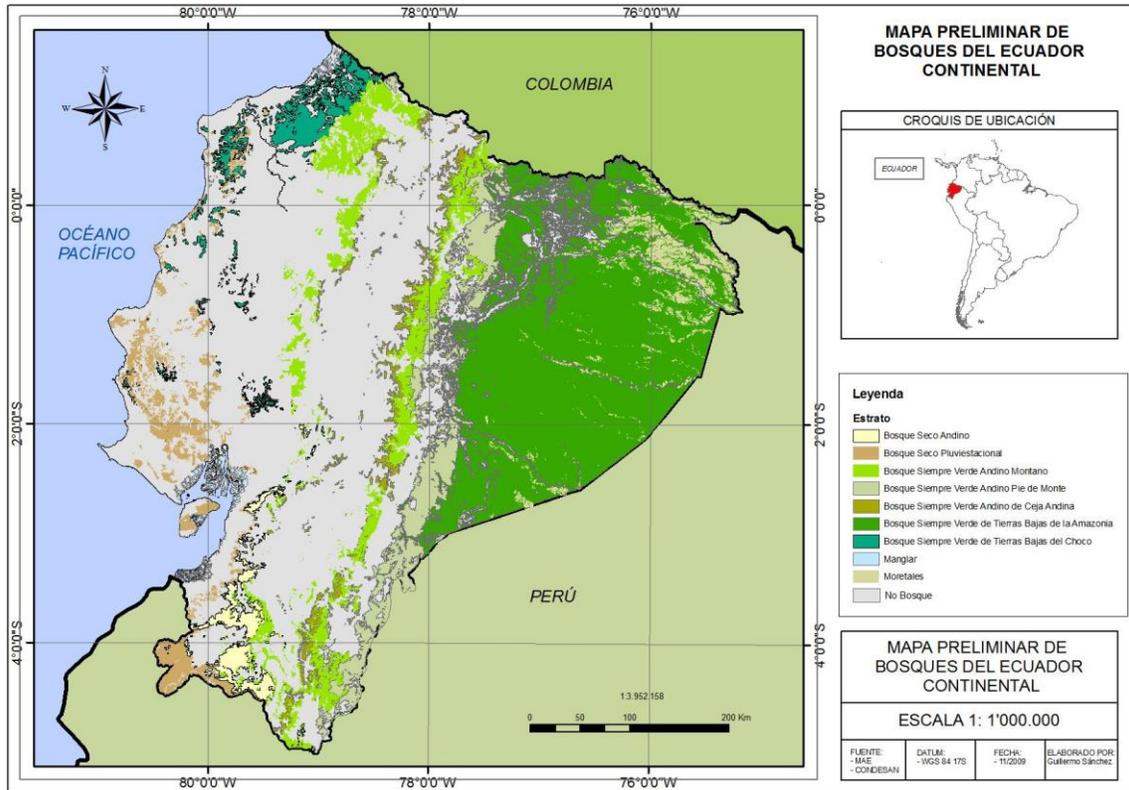


Figura 1. Mapa de estratos definidos para el nivel II del IPCC, correspondiente a la categoría de bosque nativo del Ecuador.

### 2.3.2. El muestreo

El INF se realizó bajo un esquema de muestreo estratificado con nueve estratos y conglomerados dentro de cada estrato. Se definió una rejilla de puntos de 1 km x 1 km. En cada punto se estableció un conglomerado de parcelas. La rejilla se sobrepuso sobre el mapa de estratificación y cada conglomerado fue asignado a un estrato, basado en el estrato dominante dentro de las parcelas.

En cada estrato se realizó a su vez un muestreo sistemático. Este muestreo sistemático produce estimaciones iguales a los de un muestro aleatorio simple, pero las varianzas de estas estimaciones cambian según un parámetro de correlación intraclase que indica cómo es la asociación espacial de las unidades de muestreo (también conocida como correlación espacial). Cuando no hay correlación espacial las estimaciones bajo un muestreo sistemático poseen las mismas varianzas que bajo el muestreo aleatorio simple. Si existe algún gradiente dentro de cada estrato, la correlación entre las unidades de muestreo no es cero, y en este caso el muestreo sistemático es mejor que el muestreo aleatorio simple, i.e. las varianzas de las estimaciones son menores. Esto tiene implicancias a la hora de cumplir con los porcentajes de incertidumbre sugeridos por el IPCC (2003, 2006). El único caso en donde el muestreo sistemático no es recomendado es cuando las unidades de muestreo están ordenadas espacialmente (o

temporalmente) con un patrón cíclico. En este caso las varianzas de las estimaciones aumentan y como consecuencia aumenta la incertidumbre.

En el INF, las unidades de muestreo fueron conglomerados. Esta técnica se utiliza cuando hay variabilidad entre el conjunto de unidades elementales que están dentro del conglomerado, como es el caso de árboles dentro de una parcela. Se facilita además la toma de la información ya que no hace falta enumerar las unidades elementales (árboles) dentro de la parcela. Así, la técnica de conglomerados en un inventario forestal consiste en tomar una parcela y evaluar todos los árboles de la misma.

En primera instancia se realizó un inventario forestal pre-piloto en el que se levantaron, 40 unidades de muestreo (UM) distribuidas en el Bosque Seco Andino (20 UM) y, Bosque Seco Pluvioestacional (20 UM). Con la información obtenida de este primer esfuerzo, se estimó un número aproximado de parcelas a inventariarse por cada estrato calculando una media y una varianza.

### 2.3.2.1. Muestreo Estratificado

Se denomina muestreo aleatorio estratificado a un plan de muestreo en el que la población es dividida en L estratos y una muestra aleatoria simple (o sistemática) de tamaño  $n_h$  es tomada de cada h-ésimo estrato. Se supone que las unidades de muestreo dentro de un conglomerado son homogéneas. Las estimaciones más comunes son la de la media y los totales por estrato (Balzarini et al. 2008):

$$\text{Total} \quad x'_h = \frac{N_h}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} x_{ih} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\text{Media} \quad \bar{x}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} x_{ih} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde  $N_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato (en el caso del INF del Ecuador, el número de conglomerados posibles que tiene el estrato),  $n_h$  es el tamaño de la muestra obtenida en este estrato y  $x_{ih}$  es el valor de la variable obtenida en cada unidad de muestreo (conglomerado).

A partir de los estimadores por estrato se obtienen los estimadores para toda la población:

$$\text{Total} \quad x'_{me} = \sum_{h=1}^L x'_h \quad \text{Ecuación 3}$$

$$\text{Media} \quad \bar{x}_{me} = \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L N_h \bar{x}_h \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde  $N$  es el tamaño de la población (en el caso del INF del Ecuador, el número de conglomerados en todos los estratos). Los nueve estratos considerados en el inventario forestal de Ecuador fueron inicialmente definidos con base en criterios bioclimáticos e información secundaria (MAE 2012).

Los nueve estratos identificados fueron:

- Estrato ENF-01: Bosque Seco Andino.
- Estrato ENF-02: Bosque Seco Pluvioestacional.
- Estrato ENF-03: Bosque Siempre Verde Andino Montano.
- Estrato ENF-04: Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte.
- Estrato ENF-05: Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina.
- Estrato ENF-06: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.
- Estrato ENF-07: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó.
- Estrato ENF-08: Manglar.
- Estrato ENF-09: Moretal.

Estos representan aproximadamente once millones de hectáreas de bosque nativo para el Ecuador continental ( Cuadro 4).

Cuadro 4. Área de los estratos de bosque del Ecuador considerados en el INF

<b>Estrato</b>	<b>Área Total (ha)</b>
1-Bosque Seco Andino	162.962,91
2-Bosque Seco Pluvioestacional	399.322,53
3-Bosque Siempre Verde Andino Montano	1'888.674,12
4-Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte	1'079.697,24
5-Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina	502.770,24
6-Bosque Siempre Verde de tierras bajas en la Amazonía	6'293.513,34
7-Bosque Siempre Verde de tierras bajas del Choco	465.706,17
8-Manglar	104.572,17
9-Moretal	466.068,87

### 2.3.2.2. Incertidumbre

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

$$I = \frac{LS - \hat{\theta}}{\hat{\theta}} 100 \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

LS es el límite superior del intervalo de confianza

$\hat{\theta}$  es la estimación del parámetro evaluado

Para el cálculo de los tamaños de muestra requeridos para obtener una determinada incertidumbre bajo el supuesto de distribución normal para la variable se puede usar la siguiente ecuación:

$$n \geq \left( \frac{Z_{(1-\alpha/2)} \hat{\sigma}}{d} \right)^2 \quad \text{Ecuación 6.}$$

Donde:

n es el tamaño de muestra necesario

Z es el cuantil de la distribución normal estándar

$\alpha$  es el nivel de confianza

$\hat{\sigma}$  es la desviación estándar estimada

d es el semirrecorrido del intervalo de confianza, usualmente obtenido como un porcentaje de la media estimada (si se quiere tener una incertidumbre del 10% entonces d es el 10% de la media estimada)

Este cálculo de las incertidumbres y tamaños de muestra se realiza generalmente usando una confianza del 95%, *i.e.* el 95% de las estimaciones los límites inferior y superior del intervalo de confianza contendrán al verdadero valor del parámetro estimado. Generalmente se obtienen los límites de confianza a partir de cuantiles de una distribución normal, pero se puede usar cuantiles de la distribución t de Student si la estimación de la varianza se realizó con un tamaño de muestra menor a 30 datos.

### 2.3.3. Forma del conglomerado

Las unidades muestrales del inventario forestal fueron los conglomerados, *i.e.* estos fueron seleccionados por muestreo sistemático dentro de cada estrato. Debido a que se requería tomar la máxima variabilidad sin incrementar demasiado los costos, en cada conglomerado, a su vez, se tomaron tres subparcelas ubicadas sistemáticamente dentro del conglomerado. Estas subparcelas fueron dispuestas en forma de L (Figura 2) con un área de medición de 60 x 60 m y de 60 x 40 m dependiendo del estrato.

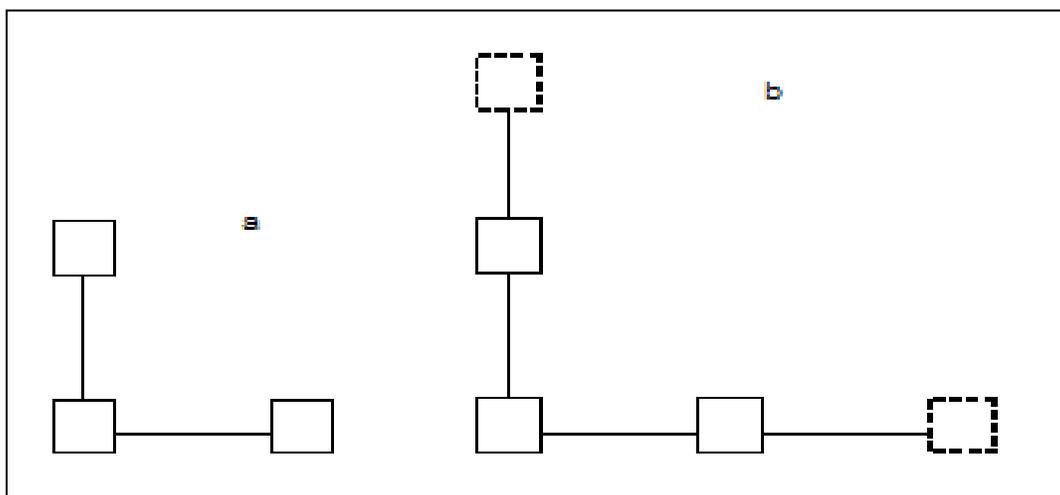


Figura 2. Forma y distribución de las parcelas dentro del conglomerado: a) tres parcelas para la fase piloto, b) hasta cinco parcelas cuadradas para el futuro si fuese necesario. Se debe iniciar en el punto inferior derecho y luego formar la L.

Las parcelas fueron de forma cuadrada para siete estratos y de forma rectangular para el estrato Manglar y Moretal (Cuadro 5). El diseño de la ubicación de las parcelas se definió con la idea de poder acceder y desplazarse fácilmente entre las ellas, ofrecer flexibilidad al momento de elegir los vértices del conglomerado en los cuales se iba a establecer la parcela, y presentar facilidad para el trazado y establecimiento en áreas de ladera y montaña (MAE 2012). En total se midieron 1639 parcelas, en 711 conglomerados de los 9 estratos identificados.

Cuadro 5. Descripción del área medida en las subparcelas de cada conglomerado y la distancia entre estas, en cada uno de los estratos inventariados

Estrato	Medida Parcela de subparcela (m)	Distancia entre subparcelas (m)	Área efectiva subparcelas (m <sup>2</sup> )	Área conglomerado (m <sup>2</sup> )
1	60x60	250	3600	136.900
2	60x60	250	3600	136.900
3	60x60	150	3600	72.900

4	60x60	250	3600	136.900
5	60x60	150	3600	72.900
6	60x60	250	3600	136.900
7	60x60	250	3600	136.900
8	60x40	150	2400	62.100
9	60x40	150	2400	62.100

1: Bosque Seco Andino; 2: Bosque Seco Pluvioestacional; 3: Bosque Siempre Verde Andino Montano; 4: Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Dentro de las subparcelas, también se establecieron parcelas anidadas para la medición y captura de la información de: hojarasca, madera caída, suelo, soto bosque (Figura 3. Diseño, distribución y tamaños de las parcelas anidadas donde se realizaron las diferentes mediciones.)

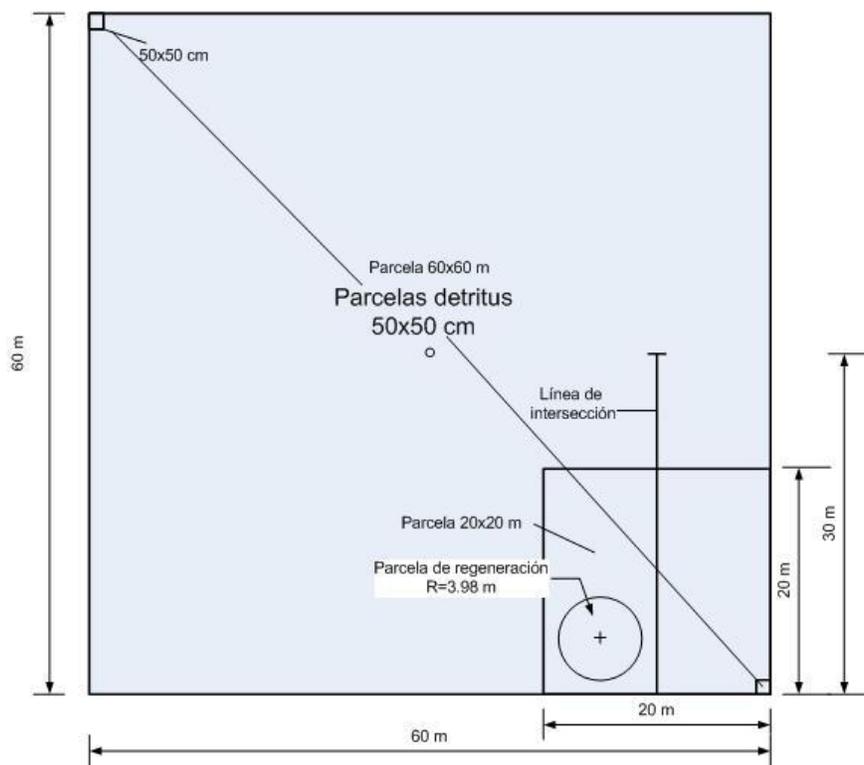


Figura 3. Diseño, distribución y tamaños de las parcelas anidadas donde se realizaron las diferentes mediciones.

#### 2.3.4. *Variables e instrumentos de medición*

Las variables medidas en el INF fueron las siguientes:

- Medición de Desechos de Madera Muerta. Madera caída con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$  cm.
- Medición de hojarasca y detritus no vivo. Material orgánico caído en el suelo inferior a 10 cm y mayor de 2 mm de diámetro.
- Observaciones y muestras de suelo. Color, textura, estructura, pedregosidad, contenido de carbono, densidad aparente, profundidad horizonte orgánico.
- Medición de árboles en regeneración. Árboles jóvenes de especies arbóreas mayores a 30 cm de altura y menores 5 cm de DAP (brinzales y latizales bajos).
- Medición de biomasa viva menor a 5 cm de DAP. Sotobosque en plantación; arbustos y frutales leñosos; hierbas, cultivos y pastos cultivados y naturales, en la parcela de 2 x 2 m, por el método destructivo.
- Agroforestería. Sistemas y tecnologías/prácticas agroforestales, silvopastoriles, agrosilvopastoriles y otros sistemas, distribución de los árboles, origen, manejo, edad del sistema, aprovechamiento y destino de la producción.
- Medición de árboles vivos, muertos en pie y tocones. Ubicación, identificación de los árboles, DAP, altura total (HT), altura comercial (HC), estado fitosanitario, cobertura de copas, fenología, usos y diámetro y estado de tocones.
- Información de Plantaciones. Identificación de especies, tipo de plantación, edad, área, manejo silvicultural, marco de plantación, origen, estado y aprovechamiento.
- Productos Forestales no Maderables. Uso, hábito de crecimiento, estado fenológico, aprovechamiento, valor socio-cultural, época de floración y fructificación; además, según sea la parte aprovechada, número de flores o frutos, peso de muestra, grosor de corteza, biomasa de hojas.
- Evaluación de guaduales y surales; sub-parcela de 5 x 5 m localizada a la derecha del punto de inicio para guaduales y de 2 x 2 m a la izquierda para surales. Número de tallos, DAP y altura total (HT) de las cañas, área en la sub-parcela.

Los instrumentos y materiales utilizados para las mediciones en campo fueron de alta precisión, para mayor detalle referirse a los Manuales de Campo del INF (2011, 2012).

#### 2.3.5. *Preparación para el levantamiento de información en campo*

El proceso de generación de información es esquemático, y contempla las distintas etapas desde la planificación hasta el almacenamiento en las bases de datos. Para cumplir con las diversas etapas se estructuró una unidad técnica de trabajo (UT), liderada por un Coordinador Nacional y con el acompañamiento permanente del Proyecto FAO-Finlandia “Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático”, el Componente uno del Programa Nacional Conjunto ONU-REDD, así como también con el asesoramiento técnico del Sistema Nacional de Monitoreo Forestal de FAO-Roma

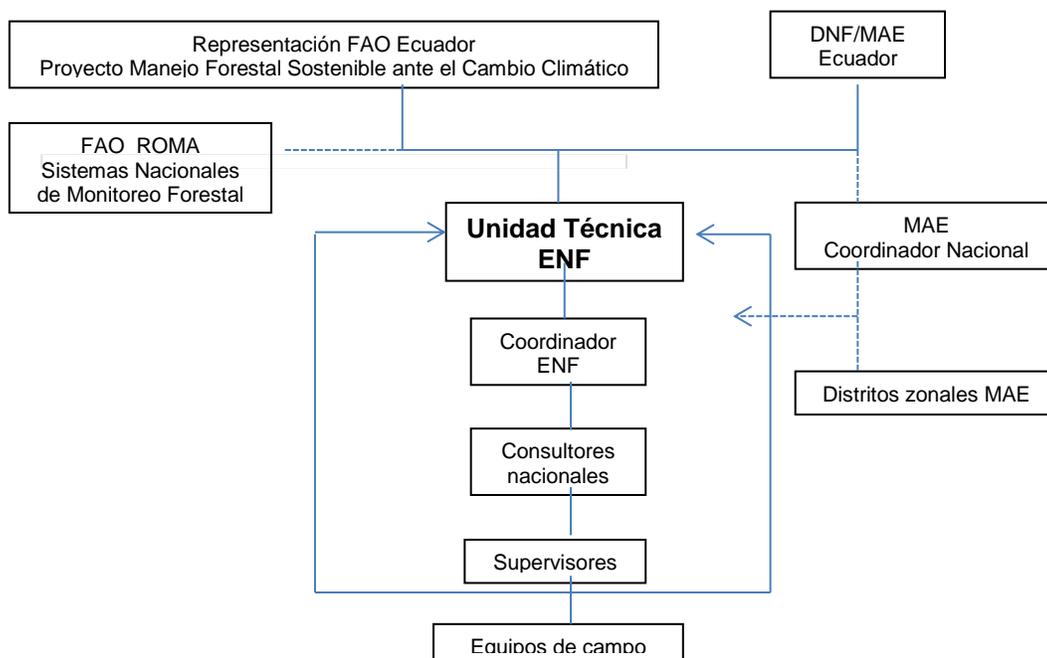


Figura 4. Organigrama para ejecución del Inventario Nacional Forestal

El levantamiento de información empezó con la conformación de equipos de trabajo con experiencia en levantamiento de información forestal en territorio. Previo al ingreso a campo, se realizaron entrevistas con informantes clave, tales como: personal regional del MAE, líderes de juntas parroquiales, comunidades, territorios indígenas, propietarios y guías locales, así también, se establecieron contactos, se identificaron accesos, apoyo local y se gestionaron permisos con propietarios de los lugares en donde se establecerían las parcelas para el muestreo (Figura 5).

#### 2.3.5.1. Conformación de equipos de trabajo

Los equipos técnicos de campo estuvieron conformados por un mínimo de cinco (5) personas:

- 1 líder de equipo
- 1 asistente
- 1 encuestador
- 2 guías locales

La identificación de especies fue una de las actividades más importantes de la evaluación, la misma que fue realizada por los guías locales, en especial por aquellos con conocimientos en etnobotánica y especies forestales. Además, para facilitar el trabajo de identificación con principios básicos se construyó una guía dendrológica de especies arbóreas del Ecuador, y otra para bosques secos.

Según la complejidad de las unidades de muestreo, personal de apoyo se incorporó al equipo: conductores, cocinero, acarreadores, etc. El líder del equipo fue el responsable de organizar todas las fases del trabajo de campo, desde la planificación de acceso a las UM hasta la aceptación final de la información.

#### 2.3.5.2. Accesibilidad

Los equipos de trabajo contaron con mapas con las respectivas ubicaciones de las UM. También, se les proporcionó la ubicación geográfica de los puntos de inicio de las parcelas tanto en coordenadas geográficas y UTM. Como complemento a las actividades antes mencionadas, los equipos de trabajo consideraron los siguientes aspectos:

- Información geográfica adicional que apoye el acceso a cada conglomerado.
- Planificación del levantamiento de la información.
- Organización del transporte, alimentación, sitios para establecer campamentos o alojamiento.
- Comunicación permanente con la UT para recibir apoyo logístico y de seguridad.

#### 2.3.5.3. Apoyo local

La cooperación y el apoyo de la población local fueron procesos fundamentales para realizar el trabajo de campo. En toda la etapa de planificación se identificaron a las personas e instituciones clave que pudieran apoyar en el acercamiento y confianza con los dueños de los sitios en donde se ubicaron las áreas de muestreo.

La UT fue la encargada de colaborar en esta actividad, a través de gestiones relacionadas a temas comunicacionales, por ejemplo se informó a la población a través de la radio y se establecieron vínculos con diferentes actores, entre los que podemos citar:

- Oficinas regionales del MAE. Primer contacto para el INF facilitando a los equipos de trabajo información relacionada con,
  - acceso a los conglomerados,
  - tenencia de la tierra y ocupantes,
  - eventuales problemas en las áreas a ingresar,
  - organizaciones o instituciones del Estado que están realizando algún trabajo en el área y que puede apoyar con logística e información,
  - organizaciones no gubernamentales con influencia en las áreas de interés.
- Gobiernos autónomos descentralizados (provinciales y municipales), se constituyeron en oficinas estratégicas a nivel local. La información proporcionada por estos abarcó temas de, acceso, tenencia de la tierra, permisos de acceso con propietarios/ocupantes, conflictos, etc.
- Oficinas de la Policía y Ejército Nacional, brindaron información sobre áreas minadas o de delincuencia. Dado el caso, la UT fue la encargada de la toma de decisiones y definición de estrategias de operación.

- Proyectos y ONG's, proporcionaron información sobre el área y las estrategias de acceso y contacto a propietarios u ocupantes.
- Líderes de juntas parroquiales, asociaciones y comunidades indígenas, fueron el contacto clave para el acercamiento con los propietarios u ocupantes, como facilitadores para generar confianza.

El líder del equipo brindó información sobre la ENF mediante una presentación del proyecto a cada instancia que así lo requería.

Como otro elemento adicional antes del ingreso a las UM y posterior a la consecución de apoyo local y socialización de la ENF, el equipo mantuvo reuniones con los propietarios u ocupantes de los sitios de muestreo, quienes se convirtieron en un elemento clave para la consecución de información relevante sobre algunas de las variables planteadas como, tenencia de la tierra, cambios de CUT a través del tiempo, accesibilidad, datos de perturbaciones, aprovechamiento, gestión en el manejo y estados de conservación; así, como el uso de árboles y productos forestales no maderables en la zona.

### 2.3.6. *Supervisión y control de calidad*

#### 2.3.6.1. *En campo*

Para la supervisión y control de la calidad de la información obtenida en el campo, la UT-ENF generó un sistema para la recepción, seguimiento y validación de la información.

El equipo supervisor estuvo conformado por: un integrante de la UT, un dendrólogo, el consultor responsable de la brigada de campo; y, en lo posible los mismos guías locales que acompañaron durante el levantamiento de información.

La supervisión de campo se realizó bajo el siguiente proceso (Figura 5):

- Hoja de control y recepción de formularios físicos. El consultor entregó un registro de las UM y parcelas con la siguiente información: coordenadas, provincia, cantón, parroquia y lugar donde se realizó el inventario; así como, el nombre de los responsables de las brigadas. Además, el consultor comunicó a la UT-ENF la culminación del inventario bajo su responsabilidad y un resumen con el número de parcelas por conglomerados medidos y no medidos. Toda la información fue solicitada por la UT-ENF, para realizar un control interno y programar la supervisión.
- Control y recepción de muestras de material vegetal y suelos. En esta etapa el técnico de la ENF solicitó las muestras colectadas por las brigadas que incluye, hojas informativas con toda la información levantada y la que no se pudo generar; separación de las muestras por componente (Detritus no vivo, sotobosque, suelo), unidad de muestreo y parcela, con su respectiva información básica; contenido, ruta de envío, medio de transporte y fecha. Toda esta información sirvió para que la UT-ENF planificará la recepción de las muestras y sus posteriores análisis en los laboratorios (INIAP y AGROCALIDAD).
- Selección y tamaño de la muestra para la supervisión de campo. Se realizó cuando el equipo consultor finalizó el levantamiento de todas las UM. La población estuvo

representada por el número total de parcelas levantadas en el campo y por cada tipo de estrato. El tamaño de la muestra constituyó el 10% del total de parcelas establecidas. El consultor entregó a la UT-ENF las coordenadas reales de las parcelas para planificar la respectiva supervisión.

- Análisis de ingreso para la verificación en campo. La supervisión de campo fue planificada por el equipo de la UT-ENF y el consultor, para estimar tiempos de visita a las parcelas seleccionadas. La información entregada por el consultor abarcó, coordenadas geográficas de las parcelas a ser verificadas, código de parcelas, conglomerado, sistemas de coordenadas inicial, coordenadas homologadas al sistema UTM Zona 17 Sur, ubicación política y observaciones. Con la ayuda de SIG, se analizaron las rutas de acceso, predios, condiciones de terreno, estacionalidad, condiciones climáticas, fisiografía del lugar, estacionalidad, condiciones climáticas, impedimentos por comunidades y otros elementos que dificulten el proceso de supervisión.
- Variables a evaluarse en el campo: Son las mismas que se consideraron en los 10 formularios del INF (MAE 2011). Acceso al conglomerado; datos generales de las parcelas; madera caída, DNV y cobertura; datos de suelo; regeneración, sotobosque y árboles fuera de bosque; medición de árboles vivos, árboles muertos en pie y tocones; remanentes de guadales; áreas dominadas por surales, productos forestales no maderables, datos de los integrantes del equipo de campo.

Para toda la parcela se registra la información de los formularios No.1 al 5 y del No.7 al 10 (considerados como formularios de supervisión A); mientras que, las variables del formulario No. 6 (conocido como formulario de supervisión B) se evalúan a través de un muestreo sistemático del 10 % del total de individuos registrados en la parcela (MAE 2011).

Las especies de flora registradas en el inventario, y aquellas que no han sido identificadas, son evaluadas por un experto en botánica que forma parte del equipo supervisor de la UT-ENF. Aquellas, cuya identificación no se ha podido realizar, se colecta una muestra botánica para su posterior identificación en los principales Herbarios del país.

Para la evaluación de las variables, la UT-ENF previamente ha definido ciertos criterios de calificación, los mismos que representan los distintos escenarios que se han encontrado al momento de levantar la información en las parcelas. En el Cuadro 6, se presentan los criterios con su respectiva calificación.

Cuadro 6. Criterios de calificación de las variables a verificarse en campo.

<b>Criterio</b>	<b>Calificación</b>
No Aplica (no existe información para ser registrada)	0
Variable registrada de forma adecuada y completa	1
Variable registrada de forma incompleta (falta registrar información)	2
Variable corregida parcial o totalmente	3
Variable registrada de forma inconsistente o incoherente (con la realidad)	4

Fuente: Manual de supervisión y control de la calidad (MAE-FAO 2014).

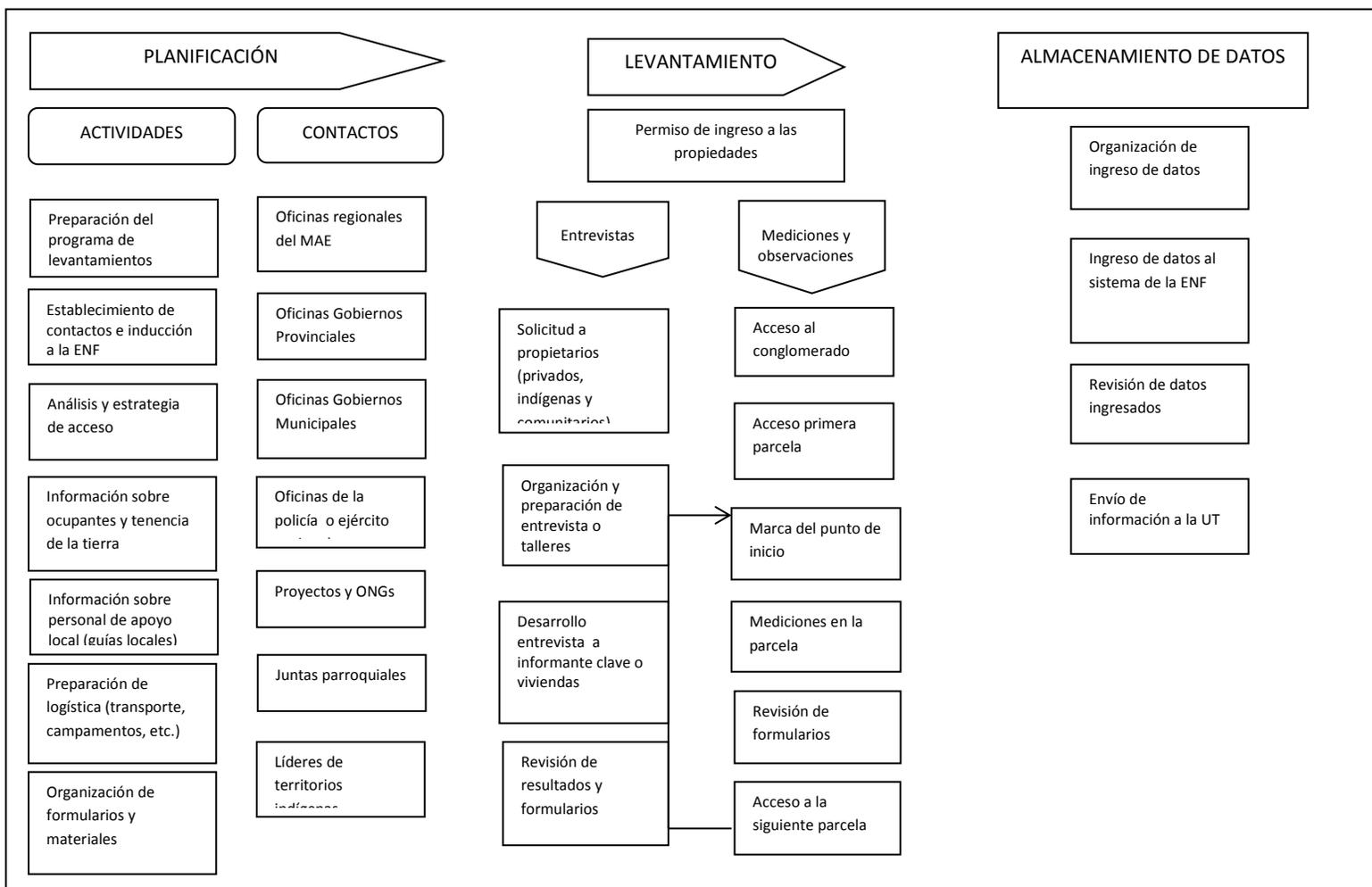


Figura 5. Esquema de las actividades para la planificación, levantamiento y almacenamiento de datos de una unidad de muestreo en L.

### 2.3.6.2. *En oficina*

La supervisión en oficina se realiza con el propósito de corregir datos con errores de digitalización, completar información y revisar datos que pudiesen estar alterados del inventario nacional forestal. Toda la información generada por el INF es almacenada en una base de datos en el Sistema Open Foris Collect (OFC). Para realizar la supervisión en oficina la UT-ENF definió el siguiente procedimiento.

- Recepción y verificación de la información de los formularios. El consultor entrega al equipo supervisor de la UT-ENF los formularios físicos, bases de datos y archivos digitales (fotografías con sus respectivos códigos); y, una plantilla de avance de supervisión. Toda la información (formularios y los campos de la OFC) son revisados uno por uno, constatando que la información esté completa y correcta.
- Revisión y corrección de formularios. Cuando es necesario corregir los formularios se requiere la participación de un integrante de las brigadas de campo para que la corrección sea más eficiente. Para algunos casos puntuales (por ejemplo, formularios digitales), se crearon nuevas categorías de calificación para representar aquellos escenarios en los que una variable del formulario de campo no ha sido implementada en el diseño de la base de datos del sistema OFC2, con el fin de su actualización.
- Matriz de supervisión para el formulario 6. En esta etapa, el equipo informático de la UT-ENF diseñó una matriz de supervisión para encontrar errores en el INF, de esta manera se compara los datos errados con los valores escritos en los formularios físicos. Los errores más comunes encontrados incluyen, nombre científico mal digitalizado, diámetros a la altura del pecho, alturas totales y comerciales, con valores diferentes.
- Supervisión de registros DNV, SOTB y Suelos. En esta etapa se controla la información de los análisis del material vegetal y de suelos entregados por los laboratorios. Para esto la UT-ENF ha diseñado un procedimiento, el mismo que se explica con mayor detalle en el Manual de Supervisión y Control de la Calidad (MAE-FAO 2014).
- Aprobación de los formularios físicos y digitales. En esta etapa, el equipo supervisor de la UT-ENF genera un informe con los resultados de la verificación de la información.
- Entrega de formularios. El proceso de supervisión en oficina finaliza con la entrega de los formularios corregidos, respaldos finales, entrega de registros digitales en los diferentes tipos de archivos (Data, Version y Validation), y una lista con el total de conglomerados y parcelas revisadas.

### 2.3.7. *Procesamiento de datos*

El procesamiento de datos incluye una serie de pasos desde el ingreso de la información y depuración de las bases de datos, hasta el procesamiento y análisis de la información.

#### 2.3.7.1. *Ingreso de información a las bases de datos*

Finalizada la supervisión tanto en campo como en oficina, el equipo de la UT-ENF evaluó las BDD, donde se corrigieron la mayor cantidad de errores a través de validadores. Los pasos a seguir para este proceso son:

- Recopilación de información por estrato. El equipo Informático de la UT- ENF recibió todos los respaldos de las bases de datos entregados en formato OFC2. Luego pasaron por un proceso de codificación, la misma que permite al equipo informático agregar la información a la BDD correcta, creada para cada estrato. Con esto se obtiene un control de los registros nuevos ingresados y la actualización de los registros existentes.
- Generación de base de datos total. Compilación de la información en una sola BDD general, denominada Base Total por Estrato (1 al 9).
- Validación de coordenadas geográficas. Se dividió en dos etapas, la primera consistió en verificar si las coordenadas Este y Norte fueron ingresadas correctamente, y si éstas coincidieron con las zonas geográficas ingresadas en las bases de datos; en la segunda etapa, se comprobó que las coordenadas estén localizadas dentro de la provincia y cantón descritos en los formularios. Para más detalle en la validación de las coordenadas geográficas revisar el manual “Supervisión y Control de la Calidad (MAE-FAO 2014).

#### 2.3.7.2. Calidad de las bases de datos

Se deben cumplir pasos importantes para garantizar la calidad de los datos que dan origen a las estimaciones de biomasa. El primero de ellos es la unificación de criterios para bases de datos, que implica fijar criterios para la identificación de las variables categóricas y de respuesta que se encuentran en las bases. Para poder concatenar o unir bases de datos provenientes de distintas fuentes, como es el caso de una estimación a nivel nacional, en primer lugar los nombres de las variables deben ser los mismos. La codificación de las especies es muy importante, ya que de su correcta identificación depende el uso adecuado de los modelos alométricos.

Antes de concatenar información de diferentes bases de datos hay que hacer un control de unidades de medida. Si estas no han sido estandarizadas y fijadas por los protocolos, deberán estandarizarse antes de la unión de las bases de datos.

Cuando se usa información existente de inventarios forestales, esta puede provenir de distintos tamaños de parcela. Previo al cálculo de la biomasa total por hectárea, se deben considerar estos posibles distintos tamaños en la estimación.

Una vez estandarizados los nombres de las variables se procede al control de calidad de la base de datos. El proceso denominado curación de la base de datos requiere el uso de diversos estadísticos que permitan identificar los errores de ingreso de registros o los valores atípicos, para ser corregidos o eliminados. Los estadísticos más usados para hacer este control son la media, máximo, mínimo, mediana, cuantiles y CV.

En el caso del INF los procesos de verificación de las bases de datos permitieron detectar y corregir diversos errores cometidos en el manejo de la información.

#### 2.3.7.3. Depuración de las bases de datos

La actividad de depuración o curado de la base de datos es una de las más importantes y relevantes del proceso. Las bases de datos fueron generadas por distintos operarios y el error

humano en la incorporación es un factor a considerar. Casos como encontrar un dígito de más en los valores del DAP de un árbol puede generar un incremento muy grande de las varianzas de las biomásas y por ende afectar significativamente las incertidumbres de las estimaciones.

La curación de la base de datos del INF se realizó por el equipo de la UT-ENF<sup>2</sup> bajo la guía y acompañamiento del Jefe de Biometría del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Fue la actividad de oficina que más tiempo demandó, ya que cuando se encontraban valores incorrectos se revisaban las planillas originales (en físico) para su corrección.

Para detectar posibles errores se generó un protocolo, el que incluye los pasos que se detallan a continuación.

- Detección de valores fuera de rango. Se utilizan para cada variable los valores máximos y mínimos. Por ejemplo, árboles en parcelas donde se midió individuos mayores a 20 cm de DAP, se encuentran valores menores a 20 cm. Otro caso es cuando se encuentran valores cero para un DAP o para una altura.
- Detección de valores a través de revisiones lógicas. El caso que mejor ejemplifica este procedimiento es el de depuración de alturas totales y alturas comerciales de árboles. En este caso se realizó la resta de altura total menos altura comercial, y donde resultaron valores negativos indicaba errores de transcripción o de medición.
- Detección de valores atípicos para una relación. Se realizaron técnicas graficas como los diagramas de dispersión entre DAP y altura total para determinar los árboles que presentaban problemas en la relación, y por ende en el dato de alguna de estas variables. Por ejemplo, un *Ceiba pentandra* puede tener 30 m de altura, pero no un DAP de 15 cm.
- Identificación única de una especie. Los nombres científicos fueron revisados para encontrar sinonimias y problemas de escritura de género y especie. Esto es indispensable para los análisis de, biodiversidad, especies con valor comercial, especies amenazadas, etc.
- Identificación de valores atípicos. Para esto se estandarizaron los valores de las variables DAP, altura total y comercial por especie. Se consideraron valores atípicos, y por ende se revisaron, todos aquellos valores estandarizados superiores a 3.5 en valor absoluto. Por ejemplo, una valor de DAP de 270 cm es posible en una *Ceiba pentandra*, por lo tanto su valor no debiera superar los 3.5 desvíos; en cambio si se trata de un DAP de 270 cm en *Tabebuia rosea*, este mostrará un valor de la variable DAP estandarizada muy superior a 3.5.

#### 2.3.7.4. Migración de la información

Para más detalle del procesamiento dado a la migración de datos se puede revisar el manual de “Supervisión y Control de la Calidad” (MAE-FAO 2014). Esta fase consistió en la migración total de

---

<sup>2</sup> La UT-ENF incluye técnicos de la FAO

la información del Paquete Estadístico Infostat a la BDD en el Sistema OFC y se la realizó de la siguiente manera:

- Información Geográfica. En esta etapa se generó un archivo de validación, con la información actualizada y aceptada por el UT-ENF.
- Información de Sotobosque, DNV (Detritus No Vivo) y Suelos. Se realizó en dos fases, en la primera se realizó una validación total de la información entregada por los laboratorios y se generó un archivo que permitió actualizar la información almacenada en la BDD de OFC; en la segunda, se realizó un proceso de comprobación entre la información almacenada en la BDD de OFC y la información validada con Infostat. Finalmente, se generó un archivo total de migración de la información.
- Información de Árboles Vivos. Para la migración de la información de árboles vivos se realizó en primera instancia una validación del posicionamiento de los árboles para luego importarlos a la BDD de OFC. La información de árboles vivos es muy extensa y pesada, por lo que se crean dos archivos de migración para el mejor rendimiento de la BDD.

### 2.3.8. Consideraciones para reducción de incertidumbres

La Estimación de carbono total secuestrado en un ecosistema requiere de cinco estimaciones puntuales: biomasa aérea, biomasa de raíces, biomasa de madera muerta, biomasa de hojarasca y carbono almacenado en suelos (IPCC 2003). Cada uno de estos componentes se estima con error; así, la estimación del carbono total requiere contemplar los errores de estimación de cada componente.

En ecosistemas de bosques tropicales, la biomasa aérea suele ser la reserva de carbono más importante (lo que implica que las actividades humanas producen cambios en las cantidades de carbono de biomasa fácilmente). La biomasa además requiere de más pasos para su estimación que con otros componentes del ecosistema que reservan carbono. Además, la estimación de la biomasa de raíces depende directamente de la estimación de biomasa aérea ya que se calcula como una proporción de ésta. Sin embargo las consideraciones estadísticas para la correcta estimación de carbono en cada uno de los cinco componentes son similares. Como en cada una de estas estimaciones se pueden cometer errores, la calidad final de la estimación del carbono total acumulado dependerá de la magnitud de los errores cometidos en cada etapa.

Disminuir los distintos componentes del error implica una serie de consideraciones particulares, entre las cuales están la correcta identificación de los estratos y su tamaño, la técnica de muestreo, el tipo y tamaño de parcelas de muestreo, la correcta identificación de especies en el inventario forestal, el uso de protocolos y unidades de medida estandarizados, y por último la identificación de errores en las bases de datos resultantes.

Considerando que la estimación de biomasa aérea es la más importante por su magnitud y que los criterios estadísticos para su estimación son también usados en los otros cuatro componentes, se detallan a continuación las consideraciones necesarias para garantizar que los intervalos de confianza resultantes sean confiables, y que fueron tomadas en cuenta para el caso de la ENF.

#### 2.3.8.1. Determinación de los estratos con los diferentes tipos de vegetación

Este trabajo radicó en el análisis de mapas de vegetación e imágenes satelitales para determinar los estratos a considerar. Luego se realizó una comprobación de campo para verificar que el estrato identificado con las imágenes correspondía al estrato vegetativo existente. En el INF de Ecuador, posteriormente a la definición de los estratos para el muestreo de los bosques, se finalizó un nuevo mapa de vegetación. Por este motivo, hubo que cambiar el estrato asignado a muchos conglomerados y algunas parcelas dentro de conglomerados.

#### 2.3.8.2. Determinación del tamaño de cada estrato

Esta tarea también se realizó por medio de las imágenes satelitales una vez que estas fueron validadas con las comprobaciones de campo. Un mismo tipo de vegetación puede estar presente en varios lugares, pero todos ellos aportan al tamaño total de ese estrato.

#### 2.3.8.3. Identificación de las especies dominantes de cada estrato

Usando la información de las parcelas permanentes o temporales existentes en cada uno de los estratos, se determinó, mediante el uso de los inventarios forestales, las especies de mayor frecuencia en cada parcela. Se consideraron las más importantes aquellas que representan el 80% de la biomasa total por parcela. Luego se hizo una lista de las más importantes para cada parcela en un estrato particular. De esta lista lo ideal es obtener los modelos alométricos para cada especie o eventualmente construirlos. Para las especies poco frecuentes se pueden usar modelos alométricos genéricos. En el caso de Ecuador, al no contar con modelos alométricos específicos, se usaron los modelos generales por tipo de bosque (Chave et al. 2005). Estas ecuaciones generales son una mejor alternativa a la fórmula volumétrica con expansión para copa ya que no requieren la altura comercial ni máxima, teniendo en cuenta que solo el 10% de los árboles contaban con la medida de altura y los restantes con una estimación visual.

Para el caso de las palmas se usaron ecuaciones específicas por género para siete géneros y una de familia para los restantes.

#### 2.3.8.4. Estimación del tamaño de muestra para cada estrato

Con los datos de biomasa total estimada de los conglomerados pertenecientes a un estrato dado se calculó una media y una varianza. Estas fueron usadas para calcular el tamaño de muestra en cada estrato, para lograr un intervalo de confianza del 95%. La amplitud total del intervalo para este cálculo es como máximo el 20% de la media estimada, lo que representa una incertidumbre del 10%.

En un muestreo estratificado el tamaño de la muestra puede ser una función del tamaño del estrato, de las varianzas del estrato, de los costos que tiene el relevamiento de la unidad de muestreo en cada estrato o de la combinación de algunos de estos factores. La elección de alguna de estas funciones depende del objetivo del muestreo y de la cantidad de información disponible. En el caso del INF de Ecuador se contó a partir de la primera medición con toda esta información, por lo que para el cálculo del tamaño de muestra en la segunda medición, tendiente a cumplir con

las incertidumbres previstas, se pudo utilizar todos los escenarios de muestreo. A continuación se presentan las distintas formas de obtención del tamaño de muestra por estrato.

#### 2.3.8.5. Asignación igualitaria

Cuando las varianzas dentro de los estratos son iguales y el objetivo de la investigación es probar hipótesis sobre las diferencias entre los estratos entonces la asignación igualitaria es el método de elección.

$$n_h = \frac{n}{L} \quad \text{Ecuación 7}$$

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

#### 2.3.8.6. Asignación proporcional a las desviaciones típicas

Cuando el objetivo del estudio es la prueba de hipótesis sobre las diferencias entre estratos pero las varianzas no son homogéneas entonces la asignación óptima es la proporcional a las desviaciones típicas.

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

$\hat{\sigma}_h$  es la estimación de la desviación estándar del h-ésimo estrato

#### 2.3.8.7. Asignación proporcional al tamaño del estrato

Si se quiere distribuir el esfuerzo de muestreo, para estimar con mayor precisión los parámetros de los estratos más grandes, esta asignación es el criterio de elección si las varianzas dentro de los estratos son igual para todos ellos.

$$n_h = \frac{N_h}{N} n \quad \text{Ecuación 8}$$

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

$N_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

#### 2.3.8.8. Asignación óptima

La asignación óptima tiene por objeto estimar con mayor precisión los parámetros de los estratos más grandes, teniendo en cuenta simultáneamente las eventuales diferencias de variabilidad.

$$n_h = \frac{\hat{\sigma}_h N_h}{\sum_{h=1}^L \hat{\sigma}_h N_h} n \quad \text{Ecuación 9}$$

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

$\sigma_h$  es la desviación estándar del h-ésimo estrato

$N_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

#### 2.3.8.9. Asignación óptima teniendo en cuenta los costos (n fijo)

Cuando el costo  $C_h$  de obtener una observación en el estrato h-ésimo es diferente para cada estrato, entonces la forma de distribuir el esfuerzo muestral ( $n$ ) de tal manera que se obtenga la mayor precisión con mínimo costo, la regla de asignación está dada por:

$$n_h = \frac{\frac{\hat{\sigma}_h N_h}{\sqrt{C_h}}}{\sum_{h=1}^L \frac{\hat{\sigma}_h N_h}{\sqrt{C_h}}} n \quad \text{Ecuación 10}$$

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

$\sigma_h$  es la desviación estándar del h-ésimo estrato

$N_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$C_h$  es el costo promedio de relevamiento de una unidad de muestreo en el h-ésimo estrato

#### 2.3.8.10. Asignación óptima teniendo en cuenta los costos (costo total fijo)

Cuando el costo  $C_h$  de obtener una observación en el estrato h-ésimo es diferente para cada estrato, entonces la forma de distribuir los recursos económicos disponibles ( $C$ ) para el muestreo, de tal manera que se obtenga la mayor precisión; la regla de asignación está dada por:

$$n_h = \frac{\frac{\hat{\sigma}_h N_h}{\sqrt{C_h}}}{\sum_{h=1}^L \frac{\hat{\sigma}_h N_h}{\sqrt{C_h}}} C \quad \text{Ecuación 11}$$

donde  $n_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$n$  es el tamaño de muestra total

$\sigma_h$  es la desviación estándar del h-ésimo estrato

$N_h$  es el tamaño del h-ésimo estrato

$C$  es el monto total disponible

### 2.3.8.11. Estimación de los errores de muestreo de las parcelas y de la estimación de la biomasa

El intervalo de confianza del total de carbono por parcela incluye dos estimaciones, la de biomasa individual de un árbol y la del total de la parcela. Cada una de estas estimaciones tiene un error, el de la estimación de biomasa mediante un modelo alométrico y el de muestreo asociado a la selección aleatoria o sistemática de las parcelas. La construcción de los intervalos de confianza para el total acumulado por hectárea incluyó estos dos errores de estimación.

El error de muestreo en el caso de un inventario es una suma de los errores de cada una de las fases de muestreo, i.e. la correcta identificación de cada estrato, la selección de los conglomerados mediante un muestreo sistemático, la ubicación de las subparcelas dentro de cada conglomerado, y las subunidades de muestreo para los distintos sumideros de carbono.

### 2.3.9. *Estimación del total de biomasa*

Los intervalos de confianza del total de carbono acumulado en cada sumidero fueron los correspondientes a un muestreo estratificado, considerando el tamaño y la varianza de las estimaciones de biomasa de cada estrato. El intervalo resultante ponderó las estimaciones del total por el tamaño y la varianza estimada en cada estrato usando la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} LI &= x' - Z_{(1-\alpha/2)} \sqrt{N^2 \frac{\hat{\sigma}^2}{n}} \\ LS &= x' + Z_{(1-\alpha/2)} \sqrt{N^2 \frac{\hat{\sigma}^2}{n}} \end{aligned} \quad \text{Ecuación 12}$$

donde  $LI$  y  $LS$  son los límites inferior y superior del intervalo de confianza

$x'$  es el total estimado en el estrato

$Z_{(1-\alpha/2)}$  es el cuantil de la distribución normal para un  $\alpha$  dado

$\hat{\sigma}^2$  es la varianza estimada

$n$  es el tamaño de la muestra en el estrato

#### *2.3.10. Parcelas de muestreo temporales*

Una vez definido el tamaño de muestra para cada estrato se realizaron inventarios en parcelas temporales. Para ello se definieron protocolos estandarizados para evitar errores en la estimación de la biomasa total, que incluyeron la medición de cada árbol hasta la identificación de especies no identificables en campo.

Al haber obtenido las estimaciones de carbono de los conglomerados de cada estrato, se identificaron los sitios donde hubo posibles errores de estimación. Para esto se consideró como valores extraños a aquellas biomاسas totales estandarizadas que superaron 3.5 desvíos en valor absoluto.

#### *2.3.11. Procedimientos para la estimación de biomasa y carbono en los distintos componentes del bosque*

La biomasa se calculó de diferentes formas para comparar los resultados finales y elegir el método de mejor ajuste. Entre los métodos utilizados hay dos cálculos volumétricos, uno usa la densidad de madera general que es el promedio general de las densidades de madera de las especies de la lista de la FAO (Zanne et al. 2009) que están presentes en el bosque, la cual fue  $0,568 \text{ g cm}^{-3}$ ; el otro usa una densidad específica para cada especie, un promedio para los géneros, un promedio para las familias, y un promedio ponderado para los demás individuos que no registraban identificación o que no aparecían en la lista de especies de la FAO.

##### *2.3.11.1. Densidad de madera*

Al momento de asignar las densidades para cada individuo, primero se seleccionaron los individuos que fueron identificados hasta especie y se les asignó el promedio de la densidad de madera reportada en el documento de la FAO. En caso de que el individuo no estuviese identificado hasta especie, o que la especie no apareciera en la lista de especies de la FAO, se le asignó la densidad de madera promedio obtenida de las especies de su mismo género de la lista de la FAO. A los individuos que solo fueron identificados hasta familia, o que sus especies o géneros no se reportan en la lista de la FAO se les asignó según la familia, la densidad promedio obtenida de los géneros de la misma familia de la lista de especies de la FAO. Por último, los individuos que no estaban identificados o que sus familias no se encontraban en la lista de la FAO, se les asignó una densidad de madera promedio ponderado de todos los demás individuos que ya tenían una densidad de madera asignada, la cual fue de  $(0,52 \text{ g cm}^{-3})$ .

Una vez obtenidas las densidades de madera se procedió a calcular la biomasa con la fórmula general de volumen total, multiplicado por el factor de forma y la densidad de madera.

Para usar las ecuaciones alométricas de Chave (Chave et al. 2005) se clasificaron los estratos identificados en el inventario asignándolos a los tipos de bosque que define Chave, con base en precipitación y número de meses secos en el año.

### 2.3.11.2. Ecuaciones Alométricas de Chave

Los estratos considerados para el INF fueron clasificados según los tipos de bosque identificados por Chave (Chave et al. 2005), bosque húmedo, bosque muy húmedo, bosque seco y manglares. Chave los clasificó de acuerdo a la precipitación anual y al número de meses secos en el año, así:

- Bosque Seco: precipitación igual o menor a  $1500 \text{ mm año}^{-1}$ , con más de 5 meses secos.
- Bosque Húmedo: precipitación entre  $1500$  y  $3500 \text{ mm año}^{-1}$ , con 1 a 5 meses secos.
- Bosque muy húmedo: precipitación igual o mayor a  $3500$ , sin meses secos.

En el Cuadro 7 se describe como se clasificaron los estratos del INF dentro de las categorías de tipos de bosque identificados por Chave y la ecuación alométrica para estimación de biomasa que les correspondió.

El porcentaje de conglomerados por tipo bosque según las categorías de Chave fue:

BH	54,57%
BMH	27,84%
BS	13,36%
M	4,21%

Cuadro 7. Ecuaciones alométricas utilizadas según tipos de ecosistemas para estimar la biomasa aérea en los árboles vivos según estratos de bosque identificados como parte de la ENF del Ecuador

Estrato ENF	Condiciones climáticas		Zona de vida según Chave <i>et al.</i> 2005	Ecuación* DAP=diámetro a la altura de pecho, ρ= densidad de la madera
	Altura m s.n.m.	Precipitación promedio (mm)		
Bosque Seco Andino (BSA)	800 - 2600	<1500 Con más de 5 meses secos	Bosque Seco (1200-1700 mm precipitación y con más de 5 meses secos)	$\text{Biomasa} = (\rho * \exp(-0,667 + (1,784 * \ln(\text{dap})) + (0,207 * (\ln(\text{dap}))^2) - 0,0281 * (\ln(\text{dap}))^3)) /$
Bosque Seco Pluvioestacional (BSP)	0 – 700	<1600 Con 5 ó 6 meses secos	Bosque Seco (1200-1700 mm precipitación y con más de 5 meses secos)	
Bosque Siempre Verde Andino Montano (BSVAM)	1300 - 1800	±2450	Bosque Húmedo (1800-6000 mm precipitación con 1 a 5 meses secos)	$\text{Biomasa} = (\rho * \exp(-1,499 + (2,148 * \ln(\text{dap})) + (0,207 * (\ln(\text{dap}))^2) - 0,0281 * (\ln(\text{dap}))^3))$
Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM)	300 - 1500	±3406	Bosque Muy Húmedo (2335 - 3936 mm precipitación y sin meses secos)	$\text{Biomasa} = (\rho * \exp(-1,239 + (1,98 * \ln(\text{dap})) + (0,207 * (\ln(\text{dap}))^2) - 0,0281 * (\ln(\text{dap}))^3))$
Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)	1500 - 4000	>2500	Bosque Húmedo (1800-6000 mm precipitación con 1 a 5 meses secos)	$\text{Biomasa} = (\rho * \exp(-1,499 + (2,148 * \ln(\text{dap})) + (0,207 * (\ln(\text{dap}))^2) - 0,0281 * (\ln(\text{dap}))^3))$

Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA)	1300 (por debajo esta altitud)	±2835	Bosque Húmedo (1800-6000 mm precipitación con 1 a 5 meses secos)	$Biomasa=(\rho*\exp(-1,499+(2,148*\ln(dap)))+(0,207*(\ln(dap))^2)-0,0281*(\ln(dap))^3))$
Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco (BSVTB)	300 (altitud promedio)	>3500	Bosque Húmedo (1800-6000 mm precipitación con 1 a 5 meses secos)	$Biomasa=(\rho*\exp(-1,499+(2,148*\ln(dap)))+(0,207*(\ln(dap))^2)-0,0281*(\ln(dap))^3))$
Manglar (M)	-	-	Bosque de Manglar 1800 – 3200 mm precipitación	$Biomasa=(\rho*\exp(-1,349+(1,98*\ln(dap)))+(0,207*(\ln(dap))^2)-0,0281*(\ln(dap))^3))$
Moretales (Mo)	-	>3500	Bosque Muy Húmedo (2335 - 3936 mm precipitación y sin meses secos)	$Biomasa=(\rho*\exp(-1,239+(1,98*\ln(dap)))+(0,207*(\ln(dap))^2)-0,0281*(\ln(dap))^3))$

\*Las ecuaciones alométricas utilizadas generan información de biomasa en Kg, por ello se dividió en 1000 para llevar la biomasa a toneladas.

### 2.3.11.3. Estimación de la biomasa en árboles vivos

Para determinar el carbono en la biomasa de los árboles vivos con DAP mayores a 10 cm, primero se estimó la biomasa seca de cada individuo registrado en cada una de las parcelas mediante la aplicación de ecuaciones alométricas. Para ello se sumó la biomasa de todos los individuos pertenecientes a una parcela. A partir de esto, se calculó la media de la biomasa por conglomerado, y posteriormente se calculó la media de la biomasa por estrato de bosque, para tener un valor representativo de este.

Debido a que el Ecuador aún no cuenta con ecuaciones alométricas nacionales por tipo de bosque, se utilizaron ecuaciones desarrolladas por Chave et al. (2005)<sup>3</sup>. Para seleccionar las ecuaciones alométricas que mejor se ajustaban para este estudio, como antes se indicó, se clasificaron los

<sup>3</sup> Durante la realización del análisis de datos de la ENF de Ecuador, un proyecto de ONU REDD preparaba Ecuaciones alométricas locales. Futuros reportes ya estarían usando ecuaciones locales para el Ecuador para la estimación de biomasa en árboles en bosque.

estratos de la ENF entre los tipos de bosque definidos por Chave et al. (2005). El Cuadro 7 muestra las ecuaciones utilizadas según ecosistemas de bosque adjudicadas a cada estrato. Con esto se obtuvo que un 46% de los bosques de la evaluación nacional de Ecuador correspondieron, según Chave et al. (2005) a bosques húmedos, 42% a bosques muy húmedos, 9% a bosques secos y 3% a manglares.

Las ecuaciones seleccionadas requirieron las variables DAP (en cm) y densidad específica de la madera ( $\rho$ , en  $\text{g cm}^{-3}$ ). La variable altura fue descartada debido a la presencia de registros inconsistentes en la base de datos (ej. algunos individuos presentaban alturas muy por encima de lo normal, o incluso algunos tenían cero metros de altura). La densidad de la madera ( $\rho$ ) fue obtenida de FAO (Zanne et al. 2009). Se otorgó un valor de densidad de madera a cada individuo según su especie, lo cual se dio para 301 especies. Para los individuos de cuyas especies no se poseía valor de  $\rho$  especie-específico de la base de FAO, se utilizó el promedio del valor  $\rho$  por género (para 328 especies) o el valor promedio  $\rho$  por familia (para 63 especies), según correspondiera. Para los individuos cuyos valores de  $\rho$  por especie, género o familia no se encontraron o no estaban identificados, se utilizó el valor de  $0,52 \text{ g cm}^{-3}$  que fue el valor promedio ponderado calculado en base al valor  $\rho$  de todas las especies presentes en este estudio. En términos de individuo, al aplicarse los diferentes filtros para la asignación de la densidad de madera, el número y porcentaje de individuos por filtro fue el siguiente: Por especie 23658 individuos (24,96% del total), por género 54,397 individuos (57,39%) y por familia 13363 individuos (14,10%); los individuos para los que se utilizó el promedio general de densidad de madera fueron 3355 (3,5%).

#### 2.3.11.4. Estimación aérea de biomasa en palmas

Para la estimación de la biomasa aérea de las palmas se utilizaron siete ecuaciones de Goodman et al. (2013), diferentes, una general para la familia, y las otras seis ecuaciones utilizadas son específicas para los géneros (Cuadro 8).

Cuadro 8. Ecuaciones para el cálculo de la biomasa aérea en palmas por género

Genero	Ecuación
<b><i>Astrocaryum</i></b>	$AGB = 21,302 * Hc$
<b><i>Attalea</i></b>	$\ln(AGB) = 3,2579 + 1,1249 * \ln(Hc + 1)$
<b><i>Euterpe</i></b>	$AGB = -108,81 + 13,598 * Hc$
<b><i>Iriartea</i></b>	$\ln(AGB) = -3,483 + 0,94371 * \ln(dap^2 * Hc)$
<b><i>Mauritia</i></b>	$\ln(AGB) = 2,4647 + 1,3777 * \ln(Hc)$
<b><i>Mauritiella</i></b>	$AGB = 2,8662 * Hc$
<b><i>Oenocarpus</i></b>	$\ln(AGB) = 4,5496 + 0,1387 * Hc$

Biomasa aérea para la Familia Arecaceae (palmas):

$$\ln(\text{AGB}) = -3,3488 + 2,7483 * \ln(\text{dap}) \quad \text{Ecuación 13.}$$

*Biomasa en raíces de palmas:*

$$\ln(\text{BGB}) = -0,3688 + 2,0106 * \ln(\text{Hc}) \quad \text{Ecuación 14.}$$

#### 2.3.11.5. Estimación de la biomasa en árboles muertos en pie

La biomasa seca de los árboles muertos en pie, se estimó primeramente utilizando las ecuaciones alométricas de Chave et al. (2005) según estrato. Se asumió que todos los árboles en pie registrados en la base de datos como muertos, se encontraban en descomposición, por lo que se procedió a aplicar un descuento. **Primero se utilizó para las ecuaciones de Chave el promedio de densidad de madera de las especies utilizadas en este estudio (0,52 g cm<sup>-3</sup>)** y seguidamente se identificaron los árboles muertos con ramas pero sin hojas (total de individuos 744) y los árboles muertos sin ramas (total de individuos 6848). Según varios autores (Brown et al. 1995; Saldarriaga et al. 1998 citados por Sarmiento et al. 2005) en bosques amazónicos el porcentaje de biomasa en ramas y hojas puede rondar entre 25 y 50% del total, **por eso se procedió a descontar un 50% del peso de los árboles muertos sin ramas y un 25% a los árboles muertos con ramas.**

#### 2.3.11.6. Estimación de biomasa muerta caída (trozas de madera muerta)

La madera muerta caída son restos o trozas de madera sobre el suelo con DAP  $\geq$  10 cm. Para el levantamiento de la información de madera caída se utilizó el diseño de muestreo por intersección de líneas de Böhl y Brändli del 2000 (MAE 2012). Para estimar el carbono en la biomasa, en campo se anotó el diámetro y largo de la troza de árboles caídos dentro de las parcelas de muestreo (MAE, 2012). Una vez obtenida esta información se estimó el volumen utilizando la ecuación propuesta por Brown y Roussopoulos (1974) para cada troza, y seguidamente se calculó la biomasa multiplicando por el valor promedio de todas las especies de densidad de madera (0,52 g cm<sup>-3</sup>). Una vez obtenida esta información se estimó la biomasa utilizando la ecuación para calcular volumen de madera caída (Cuadro 9). Primero se calculó el volumen de la pieza de madera caída, posteriormente se multiplico el volumen por la densidad de madera. Los valores fueron expandidos a hectárea.

Se asumió que toda la madera caída está en proceso de descomposición, por lo que se aplicó un factor de descuento (o factor de reducción de densidad) de 0,9 para madera en estado sólido, 0,5 para madera no sólida, es decir que está en proceso avanzado de descomposición y de 0,15 para material descompuesto cuya madera se rompía con facilidad (MAE 2012). Para otorgar los factores anteriores según estado de descomposición se llevaron a cabo discusiones con expertos locales y se usó como guía la herramienta metodológica para proyectos MDL (MDL AR-TOOL12) que basa su trabajo en Harmon y Sexton (1996).

### 2.3.11.7. Estimación de la biomasa arriba de suelo en tocones

Para el cálculo de la biomasa aérea en tocones (total de 282 tocones), se utilizaron las variables diámetro y altura del tocón (MAE 2012). Para estimar la biomasa del tocón se aplicó una ecuación volumétrica (Cuadro 9. Fórmulas matemáticas aplicadas para los cálculos de volumen y biomasa en distintos componente del ecosistema\*), dado que las ecuaciones de Chave et al. (2005) no permiten estimar biomasa en tocones. A la ecuación volumétrica se aplicó un factor de forma de uno (1), asumiendo que el tocón era un cilindro perfecto, medida que permite sub-estimar en cierta medida la cantidad de biomasa del tocón.

### 2.3.11.8. Estimación en hojarasca y detritus (hojarasca y madera muerta)

Se definió como hojarasca y detritus a todo el material orgánico caído en el suelo inferior a 10 cm y mayor de 2 mm de diámetro, tales como, hojas, tallos, flores, frutos, hierbas muertas, cortezas. También se consideró el material orgánico existente en el horizonte orgánico del suelo, el cual se ubica sobre el horizonte mineral (mayor a 2 mm) (MAE 2012). En campo se pesó todo el material fresco encontrado en las parcelas y se colectaron muestras de hojarasca de 0,5 kg en cada parcela, que fue enviada a laboratorio para estimar peso seco de la biomasa.

### 2.3.11.9. Estimación biomasa en sotobosque (árboles en regeneración)

Se consideró como regeneración natural a todos aquellos árboles jóvenes mayores a 30 cm de altura y con DAP < 10 cm (MAE 2012). En campo se cortó y pesó toda la biomasa presente en la parcela y se determinó su peso fresco. Seguidamente se colectaron muestras de la vegetación de 1 kg en cada parcela, que fue enviada a laboratorio para estimar peso seco.

### 2.3.11.10. Estimación de biomasa en las raíces

Para el cálculo de la biomasa de las raíces de los individuos vivos y muertos, se multiplicó la biomasa aérea obtenida para árboles vivos y muertos mediante las ecuaciones de Chave et al. (2005), por un factor de 0,24 (Cairns et al. 1997) para bosques tropicales.

Para el caso de los tocones, se asumió que estos aún conservan la totalidad de las raíces como si fuese un árbol vivo en pie. Partiendo de esto, se aplicaron las ecuaciones alométricas de Chave et al. (2005) para obtener la biomasa en pie. Posteriormente, se aplicó el factor 0,24 para estimar biomasa en las raíces.

Cuadro 9. Fórmulas matemáticas aplicadas para los cálculos de volumen y biomasa en distintos componente del ecosistema\*

Componente	Fórmula	Significado de variables
Volumen de madera caída	$V = \frac{\pi^2 \sum d^2}{8l}$	V: volumen (m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup> ) d: diámetro (m) l: longitud horizontal del transecto (m)

---

Biomasa en madera muerta caída	$B = V * frd * p$	<p><math>B</math>: biomasa (kg)</p> <p><math>V</math>: volumen de madera caída</p> <p><math>frd</math>: factor de reducción de densidad de la madera</p> <p><math>p</math>: densidad de la madera</p>
<hr/>		
Biomasa en tocones	$B = \left(\frac{\pi}{4}\right) * ([dap] * 0,001)^2 * [H] * p * Fft$	<p><math>B</math>: biomasa (kg)</p> <p><math>dap</math>: diámetro del tocón (cm)</p> <p><math>H</math>: altura del tocón (m)</p> <p><math>Fft</math>: Factor de forma altura total (1).</p> <p><math>p</math>: Densidad de madera (0,52 g cm<sup>-3</sup>)</p>
<hr/>		
Biomasa en hojarasca y detritus y en sotobosque	$B = ps * \left(\frac{pf}{psl}\right)$	<p><math>B</math>: biomasa (kg)</p> <p><math>ps</math>: peso seco de la submuestra (kg)</p> <p><math>pf</math>: peso fresco total muestra obtenida en parcelas (kg)</p> <p><math>psl</math>: peso fresco de la submuestra</p>
<hr/>		
Biomasa en raíces	$Braíces = Ba * (fer)$	<p><math>Braíces</math>: biomasa en raíces (kg)</p> <p><math>Ba</math>: biomasa aérea seca estimada por árbol según ecuación alométrica por Chave <i>et al.</i> (2005) (kg)</p> <p><math>fer</math>: factor relación biomasa aérea biomasa raíces (0,24 utilizado para todas las especies)</p>

---

\* Todos los valores fueron llevados a Mg ha<sup>-1</sup>

#### 2.3.11.11. Tocones

Para el cálculo de la biomasa aérea y de raíces se eliminaron los individuos pertenecientes a tocones, ya que estos deben tener un tratamiento de la información diferente. Se debe calcular primero la biomasa con la ecuaciones de Chave para realizar con esta la expansión de la

información a raíces, utilizando la proporción de raíces respecto del total de la biomasa (0,24). Luego se recalculó la biomasa aérea utilizando la ecuación volumétrica para cambiarla con la estimación de la biomasa aérea de Chave. Esto debido a que la ecuación de Chave no requiere de altura del individuos ya que contempla dentro de sí una relación DAP – altura, pero los individuos tocones no tienen una altura mayor a 1,30 m, no tienen la altura total que supondría la ecuación de Chave y esto estaría sobreestimando la información de biomasa, es por ello que es recomendable utilizar la ecuación de biomasa volumétrica la cual sí tiene en cuenta la altura del individuo. Pero aunque los tocones no tengan la altura total normal según su DAP las raíces sí están completas, y la estimación de Chave nos proporciona una estimación de biomasa aérea más confiable con la que después se puede calcular la de las raíces. Para el uso de la ecuación volumétrica para calcular la biomasa aérea, no se utilizó el factor de forma (0,5) como se utilizó en los demás individuos (Vivos y Muertos), este factor fue eliminado, suponiendo que los tocones son cilíndricos.

#### 2.3.11.12. Estimaciones de Carbono

Los sumideros de carbono que se estimaron en el inventario nacional forestal son cinco: árboles vivos, muertos en pie, tocones, hojarasca, sotobosque, madera caída y raíces. En este inventario los sumideros mejor representados son los de árboles vivos, muertos en pie y tocones, ya que su evaluación se realizó en todas las parcelas (Cuadro 10). El cálculo de la cantidad de carbono se realizó utilizando el coeficiente indicado por el IPCC (*i.e.* 0,5). En el caso de hojarasca, el coeficiente sugerido por IPCC (2006) es 0,44. En el caso de madera caída la biomasa y por ende el contenido de carbono está afectada por otros coeficientes que dependen del grado de descomposición de la madera (0,9 para troncos sin descomponer, 0,5 para descomposición intermedia, y 0,15 para madera descompuesta).

Para realizar las estimaciones por estrato para cada uno de estos sumideros, en primer lugar se calculó el carbono almacenado por parcela, y la respectiva estimación por hectárea. Debido a que los conglomerados contaban con distinto número de parcelas (Cuadro 10), primero se estimó el promedio por hectárea y por conglomerado; a partir de estos promedios se calcularon las estimaciones por estrato y sus respectivos límites de confianza e incertidumbres.

Estas estimaciones de biomasa por sumidero fueron calculadas con distinto esfuerzo de muestreo, salvo para árboles vivos, muertos sin hojas, muertos sin ramas, raíces y tocones donde se cuenta con toda la información de las parcelas. Los demás sumideros tienen solo relevamientos en algunas de las parcelas (Cuadro 10. Número de subparcelas por sumidero de carbono en cada estrato del INF del Ecuador). Como procedimiento general, a nivel de parcela, se estimó el total de la biomasa en peso seco de cada componente del bosque (árboles vivos, árboles muertos en pie, madera caída, hojarasca y detritus, tocones, sotobosque y raíces vivas y muertas). La cantidad de biomasa en las parcelas se estimó en toneladas o mega gramos de carbono y se extrapolaron a una hectárea ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ).

Los estratos con mayor información para los sumideros sotobosque, madera caída y detritus son el 3 y el 6. En el caso del manglar no se registró hojarasca.

Cuadro 10. Número de subparcelas por sumidero de carbono en cada estrato del INF del Ecuador

Estrato	Vivo	Muerto sin Hojas	Muerto sin Ramas	Tocón	Sotobosque	Detritus u Hojarasca	Madera caída
1	105	105	105	105	31	80	7
2	151	151	151	151	108	108	13
3	312	312	312	312	274	249	129
4	175	175	175	175	142	114	60
5	118	118	118	118	106	106	36
6	432	432	432	432	285	270	217
7	207	207	207	207	147	151	87
8	87	87	87	87	55	0	11
9	52	52	52	52	45	4	17

1: Bosque Seco Andino; 2: Bosque Seco Pluvioestacional; 3: Bosque Siempre Verde Andino Montano; 4: Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: Bosque Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

### 2.3.12. Expansión de la información de los diferentes sumideros

Debido a la gran variación de las áreas medidas de las parcelas, se decidió expandir la información del nivel de individuo directamente a hectáreas para facilitar el manejo de la información de cada sumidero. Para la expansión de la información de las subparcelas se debe tener en cuenta los diferentes tamaños de subparcelas que existen, y los diferentes tipos de subparcela para cada variable. Se realizaron dos tipos de expansiones, la primera fue utilizada únicamente en la base de datos de árboles, en la que se generó inicialmente un identificador de expansión, el cual indicaba si el árbol pertenecía a la parcela principal (de 60 x 60 o 60 x 40 m dependiendo del estrato), o a la parcela de 20 x 20 m. Además se consideró que no todas las parcelas de tamaño grande fueron evaluadas por completo (por ejemplo cuando había cambio de uso, solo se evaluaba la porción de uso bosque). Al contar con este identificador, se procedió a generar un multiplicador por hectárea; cuando el árbol pertenecía a la parcela pequeña su multiplicador era directamente 25, y cuando pertenecía a la parcela principal su multiplicador dependía del área efectiva medida en la parcela. Ya generado el multiplicador por hectárea, el siguiente paso consistió en multiplicar los valores (volumen, biomasa, área basal) por su multiplicador correspondiente, y así obtener la información en valores por hectárea.

Para las bases de datos de hojarasca, madera caída y sotobosque se realizaron expansiones a hectárea utilizando diferentes coeficientes dependiendo del tamaño de las parcelas de muestreo (Cuadro 11). Para cada uno de los sumideros se utilizó una fórmula específica para la obtención de los valores de biomasa y carbono.

Cuadro 11. Descripción de los coeficientes utilizados para expandir la información a hectáreas

<b>Base de datos</b>	<b>Tamaño de la subparcela o área medida</b>	<b>Coefficiente de Expansión</b>
<b>Hojarasca</b>	50x50 cm	40000
<b>Soto bosque</b>	5x5 m y 2x2 m	400 y 2500 respectivamente
<b>Árboles subparcela grande</b>	60x60 m,	2,77
<b>Árboles subparcela grande</b>	60x60 m	4,16
<b>Árboles subparcela grande</b>	Otros tamaños	10000 área de la parcela <sup>-1</sup>
<b>Árboles subparcela pequeña</b>	20x20 m	25

### *2.3.13. Análisis e interpretación de los principales resultados de la Evaluación Nacional Forestal*

#### *2.3.13.1. Descripción general de las bases de datos*

Las bases de datos usadas para el cálculo y estimación de volumen, biomasa y carbono del inventario forestal de Ecuador son:

Base de datos por árboles

Base de datos de información por parcela

Base de datos de detritos

Base de datos de madera caída

Base de datos de soto bosque

#### *2.3.13.2. Base de datos de árboles*

La información presente en esta base de datos, fue obtenida de las tres parcelas principales de cada conglomerado, en las cuales se midieron todos los árboles vivos, muertos y tocones con un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 20 cm, y la información obtenida de la parcela de 20 x 20 m, donde fueron medidos los árboles vivos y muertos en pie con un DAP entre 10 – 20 cm. (a excepción del estrato 5, Ceja Andina, en el cual se midieron los individuos con DAP entre 5 – 20 cm).

La base de datos de árboles contiene la información de 102.647 registros, en esta se identifica, para cada individuo, a qué estrato, conglomerado y parcela pertenece; adicional a esta información, se cuenta con 45 variables más que nos describen el estado del árbol (vivo, muerto sin hojas, muerto sin ramas, tocones), el DAP en cm, la altura comercial y total medida y estimada, (para el 10% de los individuos se le realizó la medición de altura comercial y total, en el resto fue estimada), la identificación de los individuos (por especie, género o familia, según el máximo nivel al que se logró identificar), la ubicación de la parcela, el uso de la madera, la condición fitosanitaria, entre otras.

Cada uno de los estratos en los que fueron medidas las variables de la base de árboles contenía distinto número de conglomerados. Este número es importante porque indica la cantidad de unidades de muestreo por estrato, y es usado para el cálculo de las incertidumbres. Cada conglomerado dentro de los estratos, idealmente tenía tres subparcelas para medición, pero por diferentes motivos no siempre se pudieron realizar todas las evaluaciones; así, el número de parcelas por conglomerado en promedio fue diferente en todos los estratos (Cuadro 12). El promedio general fue de 2,31 parcelas por conglomerado; los conglomerados con mayor esfuerzo de muestreo corresponden a los del estrato 8, muy cerca del ideal de tres, mientras que el Estrato 9 no alcanzó al promedio de 2 subparcelas por conglomerado.

Cuadro 12. Descripción de los diferentes esfuerzos de muestreo por estrato

Estrato	Conglomerados	Subparcelas	Promedio
1	41	105	2,56
2	54	151	2,80
3	154	312	2,03
4	84	175	2,08
5	60	118	1,97
6	174	432	2,48
7	87	207	2,38
8	30	87	2,90
9	27	52	1,93
Total	711	1639	2,31

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Durante el proceso de análisis de la información del INF se reclasificaron algunas parcelas dentro de conglomerados para ubicarlas dentro de otro estrato. Respecto al total de los conglomerados de todo el inventario, el 69% contaba con las 3 subparcelas medidas y solo el 7% contaba con una sola parcela (Cuadro 13) antes de la reclasificación. Luego de la reclasificación aumentó el número de conglomerados pero disminuyó el número de parcelas dentro de algunos conglomerados, encontrándose el 20% de los nuevos conglomerados con una sola parcela (Cuadro 14).

Cuadro 13. Proporción de conglomerados completos e incompletos (Estratificación anterior)

Cantidad de parcelas	Número de conglomerados	Porcentaje
1	44	7,08%
2	146	23,51%
3	431	69,40%

Cuadro 14. Proporción de conglomerados completos e incompletos (Estratificación nueva)

Cantidad de parcelas	Número de conglomerados	Porcentaje
1	146	20,53%
2	202	28,41%
3	363	51,05%

En el inventario forestal fueron medidos un total de 102647 individuos, de los cuales los árboles vivos representaron más del 92%. Los porcentajes de tocones y árboles muertos sin hojas fueron casi despreciables (Cuadro 15).

Cuadro 15. Distribución de los individuos registrados en el Inventario Forestal, de acuerdo a su estado

Estado	Número de individuos	Porcentaje
Vivos	94773	92,32%
Tocón	282	0,27%
Muerto sin hojas	744	0,72%
Muerto sin ramas	6848	6,67%

### 2.3.13.3. Base de datos por subparcela

Esta base de datos contiene principalmente la información descriptiva del área en la que fue ubicada la parcela, variables cualitativas y cuantitativas. Cuenta con 1841 registros, a los cuales se les identificó a que estrato y conglomerado pertenece cada parcela. Además contiene información sobre las clases de uso de la tierra (CUT), la altura sobre el nivel del mar de la parcela, la pendiente, la función asignada, la información de tenencia de la tierra, entre otras. En total tiene 55 variables descriptoras para cada una de las parcelas.

#### 2.3.13.4. Base de datos hojarasca

La base de datos tiene 1629 registros, pero solo 1085 están completos. La información de esta base de datos fue obtenida mediante el muestreo de dos cuadrantes de 50 x 50 cm, ubicados en diferentes esquinas de la parcela principal; en estos cuadrantes se registró el peso de la hojarasca y detritus no vivo, menor a 10 cm de diámetro (MAE 2012). De estos 1085 registros, después de realizarse la depuración y cálculo de la biomasa, se obtuvo el resultado para 965 parcelas.

#### 2.3.13.5. Base de datos sotobosque

La base de datos de Sotobosque tiene 1840 registros, de los cuales solo 1264 se encuentran completos; en esta base se encuentra la información registrada en las parcelas de 5 x 5 m, pertenecientes a los estratos 1 y 2, y de 2 x 2 m, para los estratos restantes, ubicados dentro de la parcela principal. Se cortó y peso todo el material vegetal vivo con un DAP <10 cm, con excepción del estrato de la Ceja Andina, que se tomó un DAP <5 cm. Posteriormente se tomó una submuestra del material vegetal de aproximadamente 1000 g, la cual se llevó al laboratorio para obtener el peso seco (MAE 2012). Del total de 1264 registros completos, después de realizarse la depuración se calculó la biomasa para 1185 registros.

#### 2.3.13.6. Base de datos madera caída

Esta base de datos cuenta con 1152 registros completos, y 32 variables, las cuales describen a que estrato, conglomerado y parcela pertenece cada registro, también se encuentra el diámetro, longitud y estado de descomposición de cada una de las piezas de madera.

#### 2.3.13.7. Aspectos sobre las existencias de carbono y la mitigación del cambio climático

##### 2.3.13.8. Almacenamiento de carbono por componente

*Los resultados de la ENF estiman que existe un gradiente en el almacenamiento de carbono en los bosques del Ecuador, donde los bosques secos son los que almacenan menos carbono y los bosques amazónicos almacenan mayores cantidades de carbono (en  $Mg\ ha^{-1}$ , Cuadro 16).*

*Incluyendo el almacén de carbono en biomasa viva y muerta arriba abajo del suelo, el carbono total en los bosques del Ecuador ronda entre  $47,91\ Mg\ ha^{-1}$  en bosque Seco Andino, y  $108,12\ Mg\ ha^{-1}$  en bosques Siempre Verdes de tierras bajas de la Amazonía (sin incluir carbono orgánico del suelo). Valores intermedios entre el rango mencionado, se encuentran presentes en Bosque Seco Pluvioestacional, bosques siempre verde andinos, bosques de tierras bajas del Chocó y bosques de Moretal y Manglares.*

*Comparando solo la reserva de carbono en los árboles vivos con  $DAP \geq 10\ cm$  con otros sitios de países neotropicales y con sitios en el Ecuador encontramos que las reservas de carbono en Bosque Seco Andino y Pluvioestacional se encuentran muy por debajo del rango sugerido por el IPCC (2006) que ronda entre  $100$  y  $205\ Mg\ ha^{-1}$ , pero se asemeja a bosques secos secundarios jóvenes de Costa Rica ( $51,1\ Mg\ ha^{-1}$ , Cifuentes-Jara 2008). El carbono de los bosques húmedos, Andino Montano, Ceja Andina, y Tierras Bajas de amazonas, se encontró dentro del rango  $60$  y  $200\ Mg\ ha^{-1}$  sugerido por el IPCC para bosque húmedo tropical lluvioso. Mientras que el carbono en los bosques Siempre Verde de Tierras bajas del Choco y Moretales, clasificados como muy húmedos presentó valores más bajos que el rango sugerido por el IPCC mencionado anteriormente, con excepción del bosque*

*Andino de Pie de Monte. Por su parte el carbono estimado en la biomasa de árboles de bosques de manglar por parte de la ENF, concuerda con lo encontrado en otros sitios del Ecuador donde se han reportado datos de 19,5 a 96,5 Mg ha<sup>-1</sup> para manglares primarios y de 12 a 46,6 para manglares restaurados (Del Vechia et al. 2013). A modo de ejemplo, en bosques de la Cuenca Amazónica se han reportado valores de 127,2 Mg ha<sup>-1</sup> de carbono y en bosques secundarios de 26,4 (Saatchi et al. 2007), el Cuadro 17 muestra datos de carbono en diferentes ubicaciones en países tropicales.*

*En cuanto al carbono almacenado en la biomasa de palmas los hallazgos de la ENF parecen bajos en relación con bosques de condiciones similares de Sur América. Existen estudios que han reportado valores de 4,45 Mg ha<sup>-1</sup> de carbono en bosques de los andes colombianos (Sierra et al. 2007), de 5 Mg ha<sup>-1</sup> (Russel 1983 citado por Nogueira et al. 2008) y 1,2 Mg ha<sup>-1</sup> en bosques húmedos de Brasil (Alves et al. 2010), mientras que en el amazonas peruano se ha reportado entre 2 y 21,5 Mg ha<sup>-1</sup> (Goodman et al. 2013). Quizás la aparente baja cantidad de carbono reportado las palmas de los bosques de Ecuador se deba a la alta presencia de bosques secundarios dentro de las parcelas de muestro, en los andes colombianos por ejemplo, se ha reportado que las palmas de bosques primarios representa 6% de la biomasa total arriba de suelo, mientras que los bosques secundarios solo 0,6% (Sierra et al. 2007).*

Cuadro 16. Reservas de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) en la biomasa en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador

Tipo de bosque según Chave <i>et al.</i> (2005)	Tipo de bosque según la ENF de Ecuador	Viva arriba del suelo	Muerta arriba del suelo	Raíces	Total							
		Árboles vivos*	Sotobosque	Palmas	Árboles muertos en pie con ramas y sin hojas	Árboles muertos en pie sin ramas no hojas	Tocones	Madera caída	Detritus (hojarasca)	Raíces árboles vivos*	Raíces (árboles muertos, tocones)	
Bosque seco	Bosque Seco Andino (BSA)	28,80	1,59	0,00	0,22	0,35	0,01	5,55	4,22	6,91	0,26	<b>47,91</b>
Bosque seco	Bosque Seco Pluvioestacionales (BSP)	25,00	1,49	0,00	0,08	0,32	0,01	2,07	1,86	6,00	0,21	<b>37,04</b>
Bosque Húmedo	Bosque Siempre Verde Andino Montano (BSVAM)	80,89	4,06	0,10	0,68	5,10	0,02	7,67	2,42	19,41	2,76	<b>123,10</b>
Bosque muy Húmedo	Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM)	72,94	3,24	0,01	0,54	3,66	0,01	20,73	2,16	17,51	1,97	<b>122,77</b>
Bosque Húmedo	Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)	61,22	7,62	0,07	0,46	3,56	0,01	12,88	2,69	14,69	1,90	<b>105,10</b>
Bosque Húmedo	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas	108,12	3,24	0,49	0,39	3,79	0,02	13,32	3,07	25,95	2,02	<b>160,40</b>

	de la Amazonía (BSVTBA)											
Bosque muy Húmedo	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco (BSVTB)	52,41	3,02	0,05	0,39	1,77	0,12	9,36	2,32	12,58	1,32	<b>83,34</b>
Manglar	Manglar (M)	50,12	19,18	0,00	0,23	0,70	0,00	3,96		12,03	0,41	<b>86,63</b>
Bosque muy húmedo	Moretales (Mo)	49,44	1,16	1,42	0,15	1,01	0,08	6,62	3,47	11,87	0,59	<b>75,80</b>

El carbono en las raíces y en el detritus u hojarasca encontrada en los bosques del Ecuador es cercano a lo reportado en otros sitios de Ecuador y otras regiones de Centro América y Sur América tanto para bosques primarios como secundarios. En Reserva de la Biosfera Sumaco en condiciones de bosque húmedo se ha encontrado hasta  $4 \text{ Mg ha}^{-1}$  de carbono en detritus (Jadán 2011), mientras que zonas de los Andes ecuatorianos se ha reportado que el carbono en detritus puede ser de  $0,99$  a  $3060 \text{ m s.n.m.}$  y de  $3,91$  a  $1050 \text{ m s.n.m}$  (Leuschner *et al.* 2013, Moser *et al.* 2011). Fuera del Ecuador, se han reportado valores de carbono en hojarasca de  $1,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  en bosques húmedos de Guatemala (Arreaga 2002) y de  $2,45$  a  $3 \text{ Mg ha}^{-1}$  en bosques de los andes de Colombia (Sierra *et al.* 2007) y en bosques húmedos de Brasil hasta  $9,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Russel 1983 citado por Nogueira *et al.* 2008).

En cuanto al carbono en las raíces, en bosques húmedos de la Reserva de la Biosfera Sumaco se han determinado hasta  $58 \text{ Mg ha}^{-1}$  de carbono (Jadán 2011), mientras que en los Andes ecuatorianos se han determinado valores de entre  $16,05$  a  $31,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  a  $1050$  y  $3060 \text{ m.s.n.m.}$  respectivamente (Moser *et al.* 2010). Fuera de Ecuador, en bosques primarios de Brasil se reporta un almacén de carbono de  $51,7 \text{ Mg ha}^{-1}$  (Russel 1983 citado por Nogueira *et al.* 2008). En la región de los andes colombianos, específicamente la región de Porce, se han reportado entre  $23,2$  y  $41,8 \text{ Mg ha}^{-1}$  en bosque primarios (Sierra *et al.* 2007) mientras que otras regiones andinas pero en bosques secundarios, se han reportado entre  $6,4$  a  $151 \text{ Mg ha}^{-1}$  en bosques de  $9$  y  $30$  años respectivamente (De Valle *et al.* 2011). En Costa Rica para bosques secundarios húmedos se ha determinado valores de entre  $7,1$  y  $10,4 \text{ Mg ha}^{-1}$  en edades de  $9$  y  $40$  años respectivamente, para bosques secundarios muy húmedos de  $8,4$  y  $31,3 \text{ Mg ha}^{-1}$  para edades de entre  $9$  y  $60$  años respectivamente, y para bosques secundarios secos de  $1,5$  y  $18,5 \text{ Mg ha}^{-1}$  para edades de  $9$  y  $82$  años respectivamente (Cifuentes-Jara 2008).

Cuadro 17. Reservas de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) en biomasa aérea de árboles en diferentes tipos de bosques

Tipo de bosque ajustado para comparar con la ENF	País	Lugar y detalles	Carbono biomasa aérea	Fuente
Bosque andino	Global	Supuesto permitido por IPCC en caso de no existir datos para sistema montañoso IPCC	30-115	IPCC 2006 (TABLE 4.1 )
Bosque húmedo	Brasil	Amazonas bosque primario	189	Sist <i>et al.</i> 2014
Bosque húmedo	Brasil	Amazonas bosque bajo aprovechamiento	141	Sist <i>et al.</i> 2014
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 3450 m s.n.m.	43	Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 1855 m s.n.m.	55,575	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 2720 m s.n.m.	65,935	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 1000 m s.n.m.	79,45	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 3020 m s.n.m.	94,06	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> , 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 201 m s.n.m.	123,495	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 2380 m s.n.m.	123,5	Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 2020 m s.n.m.	38,62	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et</i>

<i>al. 2013a</i>				
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 1500 m s.n.m.	102,825	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 3025 m s.n.m.	118,52	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> 2013a
Bosque húmedo	Ecuador	Andes Ecuatorianos (Zamora-Chinchipe y Loja) 1050 m s.n.m.	137,6	Leuschner <i>et al.</i> 2013, Moser <i>et al.</i> , 2011
Bosque húmedo	Ecuador	Andes Ecuatorianos (Zamora-Chinchipe y Loja) 1540 msnsn	80,8	Leuschner <i>et al.</i> , 2013, Moser <i>et al.</i> , 2011
Bosque húmedo	Ecuador	Andes Ecuatorianos (Zamora-Chinchipe y Loja) 1890 m s.n.m.	82,5	Leuschner <i>et al.</i> 2013, Moser <i>et al.</i> , 2011
Bosque húmedo	Ecuador	Andes Ecuatorianos 2380 m s.n.m.	48,6	Leuschner <i>et al.</i> , 2013, Moser <i>et al.</i> , 2011
Bosque húmedo	Ecuador	Andes Ecuatorianos (Zamora-Chinchipe and Loja) 3060 m s.n.m.	54,1	Leuschner <i>et al.</i> 2013, Moser <i>et al.</i> , 2011
Bosque húmedo	Global	Supuesto permitido por IPCC en caso de no existir datos para bosque tropical lluvioso IPCC	150 (60-200)	IPCC 2006 (TABLE 4.1 )
Bosque húmedo	Perú	Andes Peruanos Bosque húmedo 194 m s.n.m.	64,9	Girardin <i>et al.</i> (2010) citado por Girardin <i>et al.</i> , 2013a
Bosque húmedo secundario	Ecuador	Noroccidental (Esmeraldas hacia sub montano) precipitación mayor 2500 Bosque Sub tropical secundario mayor 40 años	127,5	Fehse <i>et al.</i> 1999, citado por López <i>et al.</i> , 2002
Bosque húmedo secundario	Costa Rica	Edad 9 años	35,1	Cifuentes-Jara. 2008
Bosque húmedo secundario	Costa Rica	Edad 40 años	45,1	Cifuentes-Jara, 2008
Bosque húmedo	Ecuador	Noroccidental (Esmeraldas hacia sub	24-65	López <i>et al.</i> , 2002

secundario		montano) precipitación menor 2500		
Bosque húmedo secundario	Ecuador	Pichincha/Imbabura Bosque secundario 400 m s.n.m. (30años)	100,89	Bauters, 2013
Bosque húmedo secundario	Ecuador	Pichincha/Imbabura Bosque secundario 1950 m s.n.m. (30años)	118,2	Bauters, 2013

Cuadro 18. (continuación). Reservas de carbono (Mg ha<sup>-1</sup>) en biomasa aérea de árboles en diferentes tipos de bosques

Bosque húmedo secundario	Ecuador	Pichincha/Imbabura. Bosque secundario 1700 m s.n.m. (30años)	136,7	Bauters, 2013
Bosque muy húmedo	Ecuador	La Reserva de la Biosfera Sumaco	206,2	Jadan, 2011
Bosque muy húmedo	Brasil	Acre	160	Brown et al., 1992, citado por Sarmiento et al., 2005
Bosque muy húmedo	Ecuador	Región oeste del amazonas	100	Malhi et al., 2006
Bosque muy húmedo	Ecuador	Región oeste del amazonas	125	Malhi et al., 2006
Bosque muy húmedo	Ecuador	Napo	153	Unger et al., 2012
Bosque muy húmedo	Ecuador	Napo	185,5	Unger et al., 2012
Bosque muy húmedo secundario	Costa Rica	Edad 9 años	42,15	Cifuentes-Jara, 2008
Bosque muy húmedo secundario	Costa Rica	Edad 60 años	148,95	Cifuentes-Jara, 2008
Bosque muy húmedo secundario	Ecuador	Noroccidental (Esmeraldas hacia submontano) Precipitación mayor 2500	15-105	López et al., 2002
Bosque premontano secundario	Costa Rica	Edad 10 años	40,25	Cifuentes-Jara, 2008
Bosque premontano secundario	Costa Rica	Edad 50 años	116,15	Cifuentes-Jara, 2008

Bosque seco	Global	Supuesto permitido por IPCC en caso de no existir datos para bosque tropical seco IPCC	105 (100-205)	IPCC 2006 (TABLE 4.1 )
Bosque seco secundario	Costa Rica	Edad 82 años	79,35	Cifuentes-Jara, 2008
Bosque seco secundario	Costa Rica	Edad 9 años	6,1	Cifuentes-Jara, 2008
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques maduros región de Porce, Andes colombianos	21,95	Sierra et al., 2007
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques maduros región de Porce, Andes colombianos	114,45	Sierra et al., 2007
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques Secundario región de porce, Andes colombiano. Edad 9 años	25,45	del Valle et al., 2011
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques secundario región de porce, Andes colombianos. Edad 20 años	71	del Valle et al., 2011
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques secundario región de porce, Andes colombianos. Edad 30 años	94,7	del Valle et al., 2011
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques maduros región de Porce, Andes colombianos	21,95	Sierra et al., 2007
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques maduros región de Porce, Andes colombianos	114,45	Sierra et al., 2007
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques Secundario región de porce, Andes colombiano. Edad 9 años	25,45	del Valle et al., 2011
Bosques premontano	Colombia	Bosques secundario región de porce, Andes colombianos. Edad 20 años	71	del Valle et al., 2011

secundario				
Bosques premontano secundario	Colombia	Bosques secundario región de porce, Andes colombianos. Edad 30 años	94,7	del Valle et al., 2011
Manglar aforestado	Ecuador	Musine, Esmeraldas	46,65	DelVechia et al., 2013
Manglares primarios	Ecuador	Musine, Esmeraldas	19,5-96,5	DelVechia et al., 2013
Manglares restaurados	Ecuador	Musine, Esmeraldas	12-23	DelVechia et al., 2013

#### 2.3.13.9. Importancia de los componentes del bosque según almacenamiento de carbono

En los 9 tipos de bosques analizados dentro de la ENF, la mayoría del carbono se almacena en la biomasa de los árboles vivos (más del 57% del total). Mientras que la biomasa muerta y la biomasa de raíces son el segundo componente de importancia en términos de reservas de carbono seguidos por la biomasa en el sotobosque y en el detritus (Cuadro 18). Estos resultados se asemejan a lo reportado en otras regiones fuera de Ecuador. Para el caso de bosques amazónicos fuera de Ecuador, por ejemplo, una revisión realizada por Nogueira et al. (2008) muestran este tipo de particiones porcentuales, encontrándose que Cummings et al. (2002) reportaron que el carbono en distintos componentes del bosque era almacenado en un 4,6% en sotobosque, en un 9,9% en la madera muerta y en 2,7% en la hojarasca; Nascimento y Laurance (2002) reportaron almacenamientos de carbono de 6,5% en sotobosque, de 9,5% en madera muerta y de 3,2% en hojarasca; mientras que Russel (2002) reportó carbono almacenado en un 1,3% en palmas, 2,3% en sotobosque, 1,8% en madera muerta, 4,6% en hojarasca y 26,4% en raíces. Finalmente Nogueira et al. (2008) en su estudio reporta para bosques en Guyana rangos de carbono almacenado de 1,9 a 8,6% en palmas, de 3,9 a 4,3% en sotobosque, de 8,1 a 9,4% en madera muerta (caída y en pie), de 4,2 a 5,9% en detritus y de 10 a 31% en las raíces.

La ENF no midió el carbono en la biomasa de lianas y bejucos, por lo que las cantidades totales de carbono en la biomasa arriba del suelo serán más altas de lo reportado hasta ahora. Estudios en bosques tropicales estiman que el carbono almacenado en este componente podría representar 4,5% del carbono total (Putz 1983) y en Brasil se ha reportado entre 2,1 y 3,4% (Nogueira et al. 2008). En bosques secundarios de Costa Rica se ha estimado que la biomasa en lianas pueda estar en un rango de 1 y 18% de la biomasa total arriba de suelo, dependiendo de la zona de vida y de la edad de los bosques (Cifuentes 2008).

Cuadro 19. Distribución porcentual de las reservas de carbono en la biomasa en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador

Código Estrato	Nombre estrato	Viva arriba del suelo		Muerta arriba del suelo		Biomasa abajo del suelo	Total
		Árboles vivos	Sotobosque y palmas	Árboles muertos, tocones, madera caída	Detritus (hojarasca)	Raíces vivas y muertas	
1	Bosque Seco Andino (BSA)	60,1	3,3	12,8	8,81	15,0	100,0
2	Bosque Seco Pluvioestacionales (BSP)	67,5	4,0	6,7	5,02	16,8	100,0
3	Bosque Siempre Verde Andino Montano (BSVAM)	65,7	3,4	10,9	1,97	18,0	100,0
4	Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM)	59,4	2,6	20,3	1,76	15,9	100,0
5	Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)	58,3	7,3	16,1	2,56	15,8	100,0
6	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA)	67,4	2,3	10,9	1,91	17,4	100,0
7	Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco (BSVTB)	62,9	3,7	14,0	2,78	16,7	100,0
8	Manglar (M)	57,9	22,1	5,6	0,00	14,4	100,0
9	Moretales (Mo)	65,2	3,4	10,4	4,58	16,4	100,0

2.3.13.10. Distribución del carbono de la biomasa arriba del suelo en árboles vivos, área basal y número de individuos según clases diamétricas

El análisis de los datos proveídos por al ENF dan como resultado que la mayor cantidad de carbono se almacena en árboles de menor tamaño ( $DAP < 60$ ) mientras que los árboles de mayor tamaño ( $DAP \geq 60$ ) reportaron la menor cantidad de carbono. La Figura 6 muestra la distribución porcentual del número de árboles y de las cantidades de carbono por hectárea para los 9 tipos de bosques analizados dentro de la ENF según clases diamétrica. En todos los bosques la mayor cantidad de árboles se encontró en la clase diamétrica entre 10-20 cm, con excepción del bosque Siempre Verde Andino de Ceja de Selva, donde la mayor cantidad de árboles se encontraba en la clase diamétrica 20-40 cm. Además la figura muestra claramente como existe muy poco carbono reservado en las clases diamétrica de árboles con  $DAP \geq 60$  cm. De manera general, la cantidad de árboles en la clase diamétrica 10-60 cm DAP representó más del 94% del total de los árboles y almacenaron más del 73,8% del carbono en la biomasa viva de los árboles en todas los tipos de bosque analizados en este estudio (Cuadro 20). Por su parte, los árboles con  $DAP \geq 60$  cm representaron menos del 5% del total de los árboles y almacenaron carbono en la biomasa viva de los árboles en un rango de entre 4,9 y 40,2% en bosques de Manglar y Moretales respectivamente. Estos valores concuerdan con reportes provenientes de otras tropicales de América.

Cuadro 20. Porcentaje de la cantidad árboles y carbono en la biomasa según clases diamétricas presente en distintos tipos de bosques del Ecuador

Tipo de bosque	dap 10-59,9				dap ≥60			
	Árboles		Carbono		Árboles		Carbono	
	# ha <sup>-1</sup>	%	Mg ha <sup>-1</sup>	%	# ha <sup>-1</sup>	%	Mg ha <sup>-1</sup>	%
<b>Bosque Seco Andino</b>	305	99,2	24,46	84,9	3	0,8	4,34	15,1
<b>Bosque Seco Pluvioestacionales</b>	213	98,6	19,475	77,9	2	1,4	5,52	22,1
<b>Bosque Siempre Verde Andino Montano</b>	341	98,3	62,585	77,4	6	1,7	18,30	22,6
<b>Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte</b>	433	98,2	55,495	76,1	8	1,8	17,45	23,9
<b>Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina</b>	166	97,6	48,225	78,8	4	2,4	13,00	21,2
<b>Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía</b>	415	98,0	79,76	73,8	9	2,0	28,37	26,2
<b>Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco</b>	319	98,2	39,315	75,0	6	1,8	13,10	25,0
<b>Manglar</b>	298	99,7	47,675	95,1	1	0,4	2,44	4,9
<b>Moretales</b>	166	94,6	29,58	59,8	9	5,4	19,87	40,2

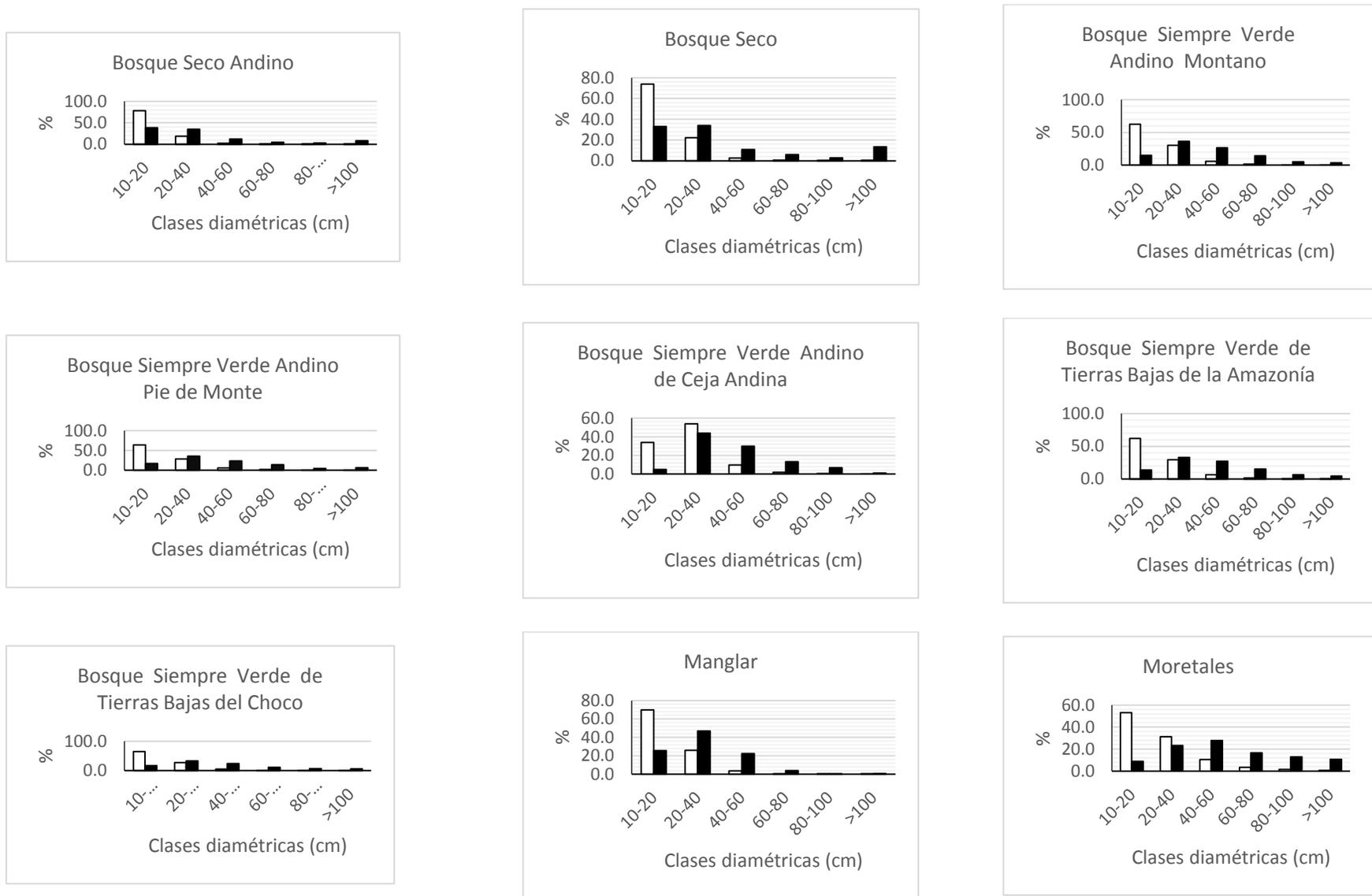


Figura 6. Distribución porcentual del número de árboles y reservas de carbono en árboles vivos, en diferentes tipos de bosques y por componente, Ecuador.

Un estudio realizado por Slik et al. (2013) señala que en bosques de América tropical el carbono puede rondar  $143,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ , y que un 25% de ese carbono está almacenado en arboles con DAP mayor igual a 70 cm., los cuales representan solo 1,5% de los arboles mayores a  $\geq 10$  cm de DAP. Para el caso de bosques primarios del Brasil se ha reportado que los árboles con  $\text{DAP} \geq 60$  representaron el 9,3% y conservaron el 49% del carbono de la biomasa arriba viva del suelo (Sist et al. 2014), otro estudio menciona la posibilidad de que estos árboles grandes representen un 2,3% del total de árboles y conserven un 19,7% del carbono (Vieira et al. 2005 citado por Sist et al. 2014). En Guyana Francesa se ha reportado que los árboles grandes pueden representar un 2,6% del total de árboles vivos y conservar un 17,8% de la biomasa (Rutishauser et al. 2011 citado por Sist et al. 2014).

#### 2.3.13.11. Relaciones carbono y área basal

Se encontró que existe una buena relación entre las reservas el área basal y el carbono en la biomasa arriba del suelo de los árboles vivos con  $\text{DAP} \geq 10$  ( $R^2=0,88$ ,  $p < 0.0001$ , Figura 7), pero no se determinó relación lineal entre la altitud y el carbono almacenado en los árboles. Es conocido que el área basal es buen predictor de la cantidad de carbono en la biomasa de árboles, y esto ha sido reportado en bosques primarios de Australia y México (Nightingale et al. 2008, Torres y Lovett 2012), en bosques secundarios de Costa Rica (Cifuentes 2008) y en árboles aislados en potreros de Centro América (Chacón y Harvey 2013). Con esto tenemos una ecuación que puede predecir el carbono en los bosques del Ecuador a partir de conocer el diámetro de los fustes sin tener que realizar inventarios de campo exhaustivos.

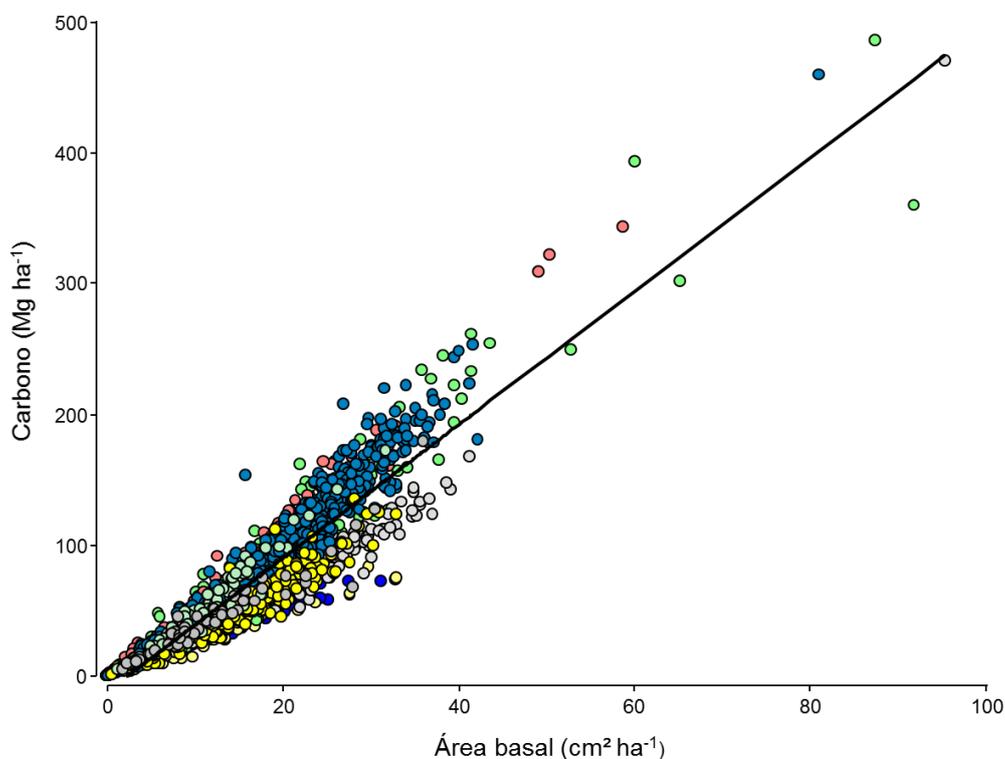


Figura 7. Regresión lineal entre área basal de los arboles vivos con  $\text{dap} \geq 10$  cm y el carbono en bosques del Ecuador ( $C=5,10+ 11,51AB$ ,  $R^2=0,88$ ).

Además, se encontró que existe similitud entre la relación área basal y carbono en los árboles con  $dap \geq 10$  cm y ciertos tipos de bosques, lo cual permite agrupar los bosques en Bosques seco Andino y Pluvioestacional; Siempre Verde Andino Pie de Monte, Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco y Moretal, que por su precipitación podrían considerarse como bosques muy húmedos; y Andino Montano, Andino de Ceja Andina, Tierras Bajas de la Amazonía que podrían considerarse bosques húmedos y los Manglares (Figura 8).

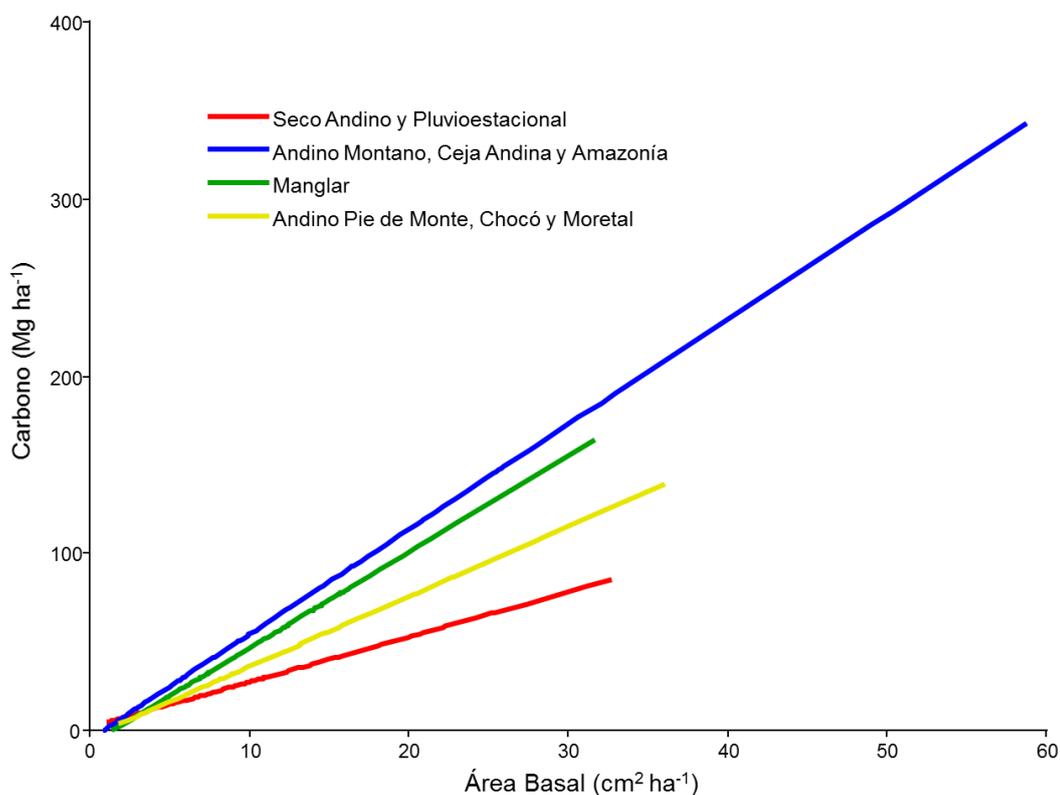


Figura 8. Regresiones lineales entre área basal de los arboles vivos con  $dap \geq 10$  cm y el carbono, agrupadas por tipos de bosques del Ecuador.

El que no se encontrará relación entre el carbono en la biomasa de los árboles y la altitud, es un caso que debe ser mejor analizado en futuras investigaciones en el Ecuador, puesto que 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., 2013a, Moser et al. 2011*).

#### 2.3.13.12. Incertidumbres por estrato para carbono aéreo en arboles vivos

Los estratos tres, seis y siete cumplen con los requisitos de tener una incertidumbre menor al 10% para árboles en vivos (Cuadro 21). El estrato cuatro con una incertidumbre del 10,61% está muy cerca de alcanzar este requerimiento (IPCC 2006); los estratos uno, dos, cinco, ocho y nueve, necesitan mayor cantidad de conglomerados para alcanzar la incertidumbre máxima permitida. Los estratos que logran el nivel de incertidumbre permitido son los que tienen mayor número de conglomerados en el inventario. Esta estimación se realizó a partir de los arboles mayores a 20 cm (parcelas grandes) con excepción del estrato cinco que fueron de 10

cm en adelante, y los arboles entre 10-20 cm (parcela de 20 x 20 m), con excepción del estrato cinco donde se consideraron en las parcelas pequeñas árboles de 5 a 10 cm de DAP.

Cuadro 21. Estimaciones de carbono aéreo (Mg ha<sup>-1</sup>) para arboles vivos y cálculo de la incertidumbre

Estrato	Estimación	E.E.	n <sub>h</sub>	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre (%)	$\hat{\sigma}$	
1	28,81	2,57	41	23,62	34,01	18,04	16,47	271,21
2	25,01	1,87	54	21,26	28,76	14,99	13,74	188,71
3	82,00	4,10	154	73,90	90,09	9,87	50,84	2584,81
4	73,01	3,89	84	65,26	80,75	10,61	35,69	1273,96
5	64,93	7,90	60	49,12	80,75	24,36	61,23	3748,76
6	108,69	3,34	174	102,11	115,28	6,06	44,01	1936,50
7	52,46	2,37	87	47,75	57,17	8,97	22,09	488,02
8	50,12	4,39	30	41,14	59,09	17,92	24,05	578,24
9	50,87	5,15	27	40,29	61,45	20,79	26,74	714,83

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

### 2.3.13.13. Carbono en detritus

Para el caso de los detritus se cumple el requerimiento de incertidumbre los estratos dos, tres, seis y siete, los estratos cuatro y cinco cuentan con una cantidad de conglomerados muy cercana a la necesaria, mientras que los estratos uno y nueve, requieren aumentar la cantidad de conglomerados evaluados. En el caso particular del estrato nueve, que son los Moretales, como son sistemas muy húmedos por lo que no se tomó material para hacer las recolecciones, en el caso del conglomerado ocho que son los Manglares no se registró hojarasca (Cuadro 22). Esto no implica errores sistemáticos de estimación, puesto que ese componente del ecosistema no sobrepasa el 0.05% del carbono total (BIOMARCC 2012).

Cuadro 22. Estimaciones de carbono en hojarasca ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) y cálculo de la incertidumbre

Estrato	Estimación	E.E.	$n_h$	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre (%)	$\hat{\sigma}$	$\hat{\sigma}^2$
1	4,22	0,30	31	3,62	4,83	14,33	1,65	2,72
2	1,86	0,09	38	1,68	2,04	9,86	0,56	0,31
3	2,42	0,11	126	2,20	2,65	9,12	1,25	1,57
4	2,16	0,12	56	1,91	2,41	11,53	0,93	0,86
5	2,69	0,16	54	2,37	3,00	11,80	1,16	1,35
6	3,07	0,11	110	2,84	3,30	7,36	1,20	1,43
7	2,32	0,08	67	2,16	2,47	6,89	0,65	0,43
9	3,47	0,29	3	2,21	4,73	36,24	0,51	0,26

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

#### 2.3.13.14. Carbono madera caída

El sumidero de carbono de madera caída fue el que contó con el menor esfuerzo de muestreo, con solo 577 parcelas correspondientes a 575 conglomerados. Debido a este bajo esfuerzo de muestreo y a la alta variabilidad de este sumidero, ninguno de los estratos alcanzó los niveles de incertidumbre requeridos,;el estrato cuatro en particular es el más problemático, ya que si bien cuenta con 45 conglomerados evaluados su varianza es excesivamente alta (Cuadro 23).

Cuadro 23. Estimaciones de carbono en madera caída ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) y cálculo de la incertidumbre

Estrato	Estimación	E.E.	$n_h$	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre (%)	$\hat{\sigma}$	$\hat{\sigma}^2$
1	5,55	1,45	6	1,82	9,27	67,20	3,55	12,62
2	2,06	0,72	10	0,43	3,70	79,09	2,28	5,21
3	7,67	0,92	87	5,84	9,50	23,86	8,58	73,70
4	20,73	8,74	45	3,12	38,33	84,96	58,61	3435,13
5	12,88	2,85	30	7,06	18,70	45,20	15,59	242,91
6	13,32	2,35	117	8,66	17,97	34,94	25,41	645,90
7	9,36	1,13	59	7,10	11,62	24,13	8,67	75,13
8	3,95	0,94	9	1,78	6,13	55,04	2,83	8,02
9	6,62	2,07	14	2,15	11,08	67,52	7,74	59,88

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

### 2.3.13.15. Carbono sotobosque

El sumidero de sotobosque tiene tamaño de muestra insuficiente y/o excesiva varianza para alcanzar el 10% de la incertidumbre (Cuadro 24). Los estratos uno, dos y nueve, no presentan coeficientes de variación muy altos, indicando que solo requieren aumentar el tamaño de muestra. En cambio, los estratos tres, cuatro, cinco, seis, siete y ocho, presentan coeficientes de variación más grandes, indicando que además de aumentar el tamaño de muestra, se requiere aumentar la cantidad de unidades de observación por cada parcela. Los estratos uno y dos contaron con unidades de muestreo de 5x5 mientras que en el resto fue de 2x2, haciendo que en estos dos primeros estratos la estimación fuera mejor, y por ende tiene menor coeficiente de variación.

Cuadro 24. Estimaciones de carbono en sotobosque ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) y cálculo de la incertidumbre a partir de datos del INF del Ecuador

Estrato	Estimación	E.E.	$n_h$	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre (%)	$\hat{\sigma}$	$\hat{\sigma}^2$
1	1,59	0,42	12	0,67	2,50	57,59	1,44	2,07
2	1,49	0,20	38	1,09	1,89	27,11	1,23	1,51
3	4,06	0,66	139	2,75	5,36	32,23	7,80	60,79
4	3,24	0,45	69	2,35	4,13	27,58	3,72	13,83
5	7,62	1,30	55	5,01	10,24	34,32	9,68	93,63
6	3,24	0,32	125	2,60	3,87	19,61	3,58	12,85
7	3,01	0,34	69	2,34	3,69	22,43	2,81	7,92
8	19,18	2,27	20	14,44	23,93	24,74	10,14	102,84
9	1,15	0,25	26	0,64	1,66	44,26	1,26	1,60

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

### 2.3.13.16. Carbono en raíces de árboles vivos

Las estimaciones de carbono en raíces se realizan a partir de la estimación del carbono aéreo, salvo en el caso de las palmas donde el carbono de raíces tiene un coeficiente menor que en el resto de los árboles, debido a que las estimaciones son una fracción de la parte aérea son prácticamente las mismas que las de carbono aéreo. Puede observarse que el estrato uno, que no contiene palmas tiene la misma incertidumbre que árboles vivos (Cuadro 25). En consecuencia, las recomendaciones de tamaño de muestra para raíces son idénticas a la de árboles vivos.

Cuadro 25. Estimaciones de carbono en raíces de árboles vivos ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) y cálculo de la incertidumbre

Estrato	Estimación	E.E.	$n_h$	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre (%)	$\hat{\sigma}$	$\hat{\sigma}^2$
1	6,91	0,62	41	5,66	8,16	18,04	3,95	15,60
2	6,00	0,45	54	5,10	6,90	15,00	3,30	10,87
3	19,42	1,00	154	17,45	21,40	10,17	12,41	154,10
4	17,55	0,94	84	15,69	19,41	10,60	8,57	73,50
5	14,69	1,92	60	10,85	18,54	26,18	14,89	221,73
6	26,01	0,80	174	24,43	27,59	6,09	10,58	111,94
7	12,62	0,57	87	11,49	13,76	8,99	5,32	28,35
8	12,03	1,05	30	9,87	14,18	17,92	5,77	33,31
9	12,01	1,23	27	9,48	14,54	21,07	6,40	40,91

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Los porcentajes de incertidumbre decrecen a medida que aumenta la cantidad de carbono estimado, por este motivo es conveniente para hacer recomendaciones sobre los futuros tamaño de muestra, realizar la estimación de la suma total del carbono en los sumideros que tienen igual esfuerzo de muestro (árboles vivos, muertos en pie, tocones y raíces).

### 2.3.13.17. Carbono aéreo y raíces con árboles vivos, muertos en pie y tocones

Esta estimación es la más confiable para el cálculo de las incertidumbres ya que se realiza con información en todas las parcelas evaluadas. Las incertidumbres son calculadas por cada estrato para conocer cuál de ellos cumple con los requerimientos del 10% y en cuales hay que aumentar el tamaño de muestra en futuras mediciones. Se calculó además el tamaño requerido para cada estrato con el fin de alcanzar los niveles de incertidumbre del 10%. Los estratos tres, cuatro, seis y siete, poseen suficiente tamaño de muestra como para alcanzar las incertidumbres del 10%. El estrato cinco es el que requiere mayor esfuerzo de muestreo para futuras mediciones (Cuadro 26).

Cuadro 26. Estimaciones y estadísticas para el cálculo del carbono aéreo y raíces ( $Mg\ ha^{-1}$ ) de los sumideros arboles vivos, árboles muertos en pie y tocones

Estrato	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)	Incertidumbre	$\hat{\sigma}^2$	$\bar{X}$	CV	UM necesarias
1	36,56	3,20	41	30,10	43,02	17,67	418,82	20,47	55,97	120
2	31,62	2,37	54	26,87	36,37	15,02	302,85	17,40	55,03	116
3	110,03	5,55	154	99,06	120,99	9,97	4745,87	68,89	62,61	151
4	96,74	5,05	84	86,70	106,79	10,38	2141,41	46,28	47,83	88
5	85,68	10,35	60	64,97	106,38	24,17	6424,73	80,15	93,55	336
6	140,93	4,26	174	132,51	149,34	5,97	3162,92	56,24	39,91	61
7	68,68	3,04	87	62,63	74,73	8,81	805,91	28,39	41,34	66
8	63,48	5,45	30	52,34	74,63	17,55	890,32	29,84	47,00	85
9	64,71	6,59	27	51,17	78,26	20,93	1171,95	34,23	52,90	108

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

El Cuadro 27 contiene un resumen de los estratos que cumplen o no con la incertidumbre en el cálculo de cada sumidero.

Cuadro 27. Estratos que cumplen con la incertidumbre según el sumidero

Estrato	C Aéreo	C en Raíces	C en Sotobosque	C en Madera caída	C en Hojarasca
1	No	No	No	No	No
2	No	No	No	No	Si
3	Si	~~	No	No	Si
4	~~	~~	No	No	No
5	No	No	No	No	No
6	Si	Si	No	No	Si
7	Si	Si	No	No	Si
8	No	No	No	No	--
9	No	No	No	No	No

(--) no aplica, (~~) cercano a cumplir con la incertidumbre.

2.3.13.18. Aspectos sobre manejo forestal y conservación

2.3.13.19. Caracterización de los tipos de bosque definidos de las normativas forestales

Mientras en el INF se han distinguido 9 estratos, solo existen 3 normativas forestales en el país: para bosques secos, húmedos y andinos. Es notable que sobre todo para el estrato 4 (Pie de Monte) y parcialmente para los estratos 3 (Bosque Montano) y 6 (Amazonía) existen dos normativas forestales correspondientes, quiere decir entre unidades florísticas a lo largo del gradiente altitudinal del lado occidental de la cordillera. Esto se debe a que la composición florística es el criterio más importante para la clasificación por estratos, mientras para las normativas forestales también influyen variables ambientales como la cuota altitudinal. Dada esta situación, sería recomendable para una mayor eficiencia de las actividades de monitoreo y eficacia de las decisiones políticas, un ajuste de las normativas o de la estratificación forestal para asegurar sincronía entre las unidades florísticas y las normativa forestales en el país.

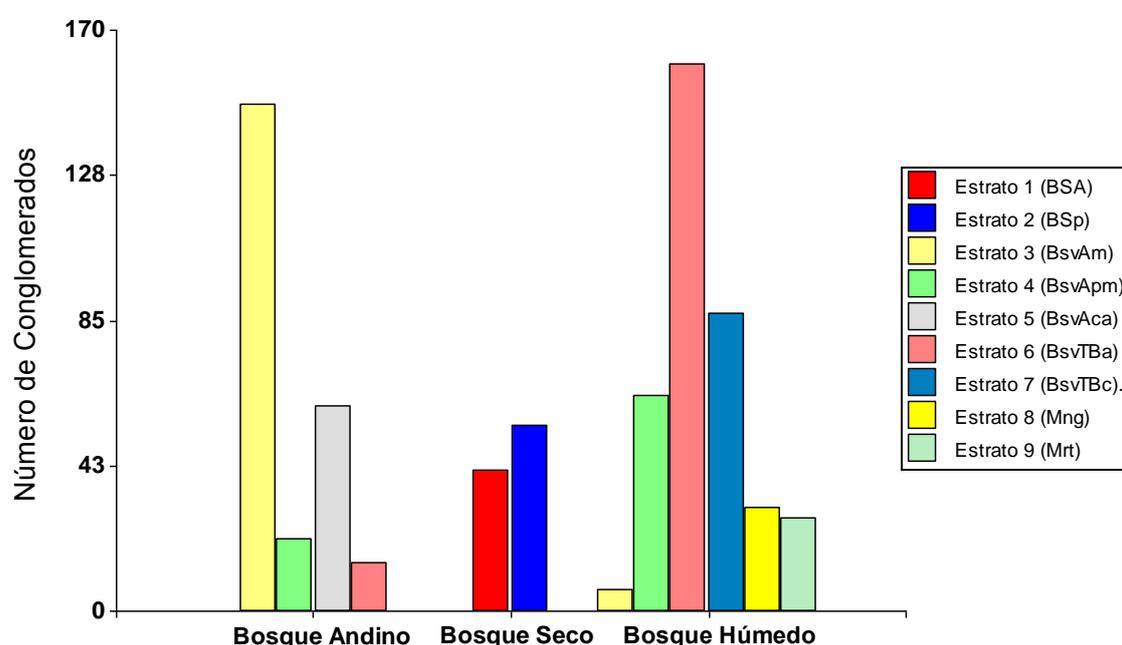


Figura 9. Distribución de conglomerados entre estratos por composición florística y entre las normativas forestales correspondientes.

En la Figura 9. Distribución de conglomerados entre estratos por composición florística y entre las normativas forestales correspondientes. Se puede observar la inconsistencia en la distribución de conglomerados según los estratos de las unidades florísticas entre los tipos de bosque indicados por la normativa forestal. El número final de los conglomerados no se debería calcular únicamente con base en el tamaño del estrato o la precisión de la estimación de carbono sino también con base en la precisión requerida para parámetros importantes para el manejo forestal y de conservación. Estos cálculos deberían ser implementados antes de tomar decisiones sobre remediciones de las parcelas establecidas en el INF o antes del establecimiento de una red de parcelas permanentes.

2.3.13.20. Resultados sobre volúmenes comerciales totales y aprovechables

El Cuadro 28 muestra la distribución de volúmenes comerciales de las categorías aprovechables (>DMC) y no aprovechables. Los mayores volúmenes comerciales totales por ha se encuentran en los estratos Moretal (9), Amazonía (6) y Pie de Monte (4), mientras los volúmenes menores se encuentran en Bosque seco (2), Bosque Seco Andino (1) y Ceja Andina (5). Un patrón muy similar se observa para los volúmenes aprovechables con excepción de los manglares, que demuestran volúmenes aprovechables muy bajos, de menos de 7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Asumiendo un ciclo de corta teórico de 15 años (según la normativa para bosque húmedo por arrastre mecánico) resultarían volúmenes aprovechables entre 0,45 m<sup>3</sup> para Manglares y 4,7 m<sup>3</sup> para la Amazonía, siempre y cuando se logre un aprovechamiento cuidadoso, sin daños a arboles remanentes y sin pérdidas en el proceso de aprovechamiento y extracción. En la práctica, cuando no se trabaja bien, estos daños y pérdidas pueden ser mucho mayores que los volúmenes aprovechados, resultando en volúmenes reales de aprovechamiento menores.

Cuadro 28. Volumen comercial promedio por hectárea

Estrato	Aprovechable (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	No Aprovechable (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Total	Aprovechable (%)
1 B. Seco Andino	39,3	21,6	60,9	64,6
2 B. Seco Pluvioestacional	37,8	15,8	53,6	70,6
3 B. Siempre Verde Andino Montano	56,2	68,2	124,5	45,2
4 B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	70,5	134,0	204,5	34,5
5 B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	31,2	33,4	64,6	48,3
6 B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	70,9	167,9	238,8	29,7
7 B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	47,7	97,9	145,6	32,7
8 Manglar	6,8	129,3	136,1	5,0
9 Moretal	71,6	215,1	286,7	25,0

*Aprovechables: se refiere a todos los individuos pertenecientes a especies mencionadas en la Normativa Forestal (NF), y los individuos de las especies no mencionadas por la NF o no identificados, que se encuentran por encima del Diámetro Mínimo de Corta (DMC).*

*No aprovechables: se refiere a todos los individuos mencionados y no mencionados en la NF, o no identificados que se encuentran por debajo del DMC.*

Es importante resaltar que sin datos sobre mortalidad, crecimiento y reclutamiento es difícil generar conclusiones sobre volúmenes aprovechables para un segundo ciclo de corta. De igual manera no se puede concluir fácilmente sobre impactos de los programas de aprovechamiento simplificado, dada la característica de aplicar reglas de distancias críticas entre árboles de aprovechamiento y árboles de reserva.

Es notable que, sobre todo en aquellos estratos con poco volumen absoluto, se observa un porcentaje alto de volumen aprovechable en relación con el volumen total, lo que puede implicar un cierto riesgo de sobreexplotación y por ende efectos fuertes a los rodales remanentes. De ahí la pertinencia de promover la rigurosidad en los criterios de aprovechamiento sostenible.

La distribución de los volúmenes aprovechables entre los pisos altitudinales se observa en el Cuadro 29. Para los bosques secos andinos es notable el porcentaje muy bajo en pisos altitudinales encima de 1000 m.s.n.m., en donde se esperaría un porcentaje más alto según su clasificación como “andino” mientras que en los bosques andinos húmedos (estratos 3-5) los porcentajes son mayores. De igual manera se encuentran volúmenes considerables del estrato 6 (Amazonía) encima de la cuota altitudinal de 1000 m. Un problema para el establecimiento de reglas precisas de aprovechamiento sostenible también podrían resultar de los altos valores para la categoría NA, sobre todo en los estratos 1 (Bosque Seco Andino) y 6 (Amazonía).

Cuadro 29. Volumen comercial por categorías de altitud

Estrato	Aprovechable	NA	0 - 1000	1000 - 2000	2000 - 3000	> 3000	Total
1	Si	10,4	25,4	3,2	0,3	0	39,3
	No	6,2	11,0	3,9	0,5	0	21,6
2	Si	0,4	37,4	0,1	0	0	37,8
	No	0,2	15,6	0	0	0	15,8
3	Si	0,8	0,26	31,0	19,5	4,7	56,2
	No	1,1	0,39	39,0	23,9	3,9	68,2
4	Si	0	47,6	22,9	0	0	70,5
	No	0	95,5	38,4	0	0,1	134,0
5	Si	0	0,1	0,9	10,7	19,5	31,2
	No	0	0,3	0,8	9,6	22,7	33,4
6	Si	7,8	50,2	11,9	1,1	0	70,9
	No	18,3	126,5	21,2	2,0	0	167,9
7	Si	0	47,0	0	0,6	0	47,7
	No	0	97,4	0	0,5	0,0	97,9
8	Si	0	6,8	0	0	0	6,8
	No	0	129,3	0	0	0	129,3
9	Si	0,3	71,3	0	0	0	71,6
	No	2,2	212,9	0	0	0	215,1

NA: No aplica o sin registros. Categorías de altitud m.s.n.m.

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

El Cuadro 30 muestra el volumen de madera comercial disponible por estrato, y el porcentaje correspondiente a calidad óptima, que va de 39,9% (Bosque Andino) a 82,2% (Chocó) para las dimensiones aprovechables, mientras árboles con diámetros menores en general presentan valores un poco menores, entre 17,1% (Bosque Andino) y un 87,5% para Moretales. Sobre todo para el estrato 1 (uno) se puede asumir que los valores bajos se deben al menos parcialmente a la previa explotación de madera con las mejores calidades, dado que también

se observan valores considerables para la categoría de tocón. La presencia de 0,5 m<sup>3</sup> de madera para tocones con diámetros debajo del DMC podría ser un indicador de que ha existido tala ilegal. El que árboles con diámetros menores presenten en general valores más bajos de calidades óptimas (en promedio solo 53,4%) permite sugerir el desarrollo de estrategias de mejoramiento de calidades a través de tratamientos silviculturales.

Cuadro 30. Volumen comercial por calidad de fuste

Estrato	Aprovechable	Óptimo	Medio	Bajo	Tocón	NA	Suma	Óptimo (% del total)
1	Si	15,7	15,1	7,3	1,00	0,2	39,3	39,9
	No	3,7	13,4	3,8	0,5	0,3	21,6	17,1
2	Si	22,9	14,7	0,2	0,0	0,1	37,8	60,6
	No	7,4	8,2	0,2	0,0	0,0	15,8	46,8
3	Si	26,6	28,6	1,0	0,0	0,0	56,2	47,3
	No	28,6	38,4	1,1	0,1	0,0	68,2	41,9
4	Si	46,0	23,1	1,4	0,0	0,0	70,5	65,2
	No	80,6	51,3	2,0	0,0	0,0	134,0	60,1
5	Si	12,2	17,9	0,6	0,0	0,5	31,2	39,1
	No	14,0	19,0	0,5	0,0	0,0	33,4	41,9
6	Si	44,6	24,6	1,7	0,0	0,1	70,9	62,9
	No	103,4	58,5	5,6	0,1	0,2	167,9	61,6
7	Si	39,2	8,3	0,2	0,0	0,0	47,7	82,2
	No	75,6	21,1	1,3	0,0	0,0	97,9	77,2
8	Si	4,8	2,0	0,0	0,0	0,0	6,8	70,6
	No	60,4	68,2	0,5	0,0	0,2	129,3	46,7
9	Si	51,6	18,1	1,8	0,0	0,0	71,6	72,1
	No	188,2	25,4	1,5	0,0	0,1	215,1	87,5

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Adicionalmente, se cuantificó el volumen comercial de especies consideradas como “clasificadas”, para cada estrato, tomando en cuenta el Diámetro Mínimo de Corta (DMC) de cada una de las especies según indica la normativa. En el Cuadro 31 se presentan los datos de volumen de especies especificadas encima del DMC (EE) y debajo del DMC (ED).

Para los árboles que no se encontraron en la lista de las especies maderables según las normativas, se asumió el DMC general indicado en la normativa respectiva, de modo que se pudieran cuantificar individuos de especies no especificadas encima del DMC (NE) y debajo del DMC (ND).

- Especificada encima del DMC (EE): tiene 6.394 individuos.
- Especificada debajo del DMC (ED): tiene 18.096 individuos.
- No Especificada encima del DMC (NE): tiene 7.014 individuos.
- No Especificada debajo del DMC (ND): tiene 63.269 Individuos.

Se estimó el volumen de cada uno de estos grupos por estrato, utilizando en el cálculo de volumen por individuo la altura comercial evaluada en el campo y un factor de forma de 0,7 como se aplica también según las normativas forestales.

Cuadro 31. Volumen comercial por estrato, en cada una de las categorías identificadas según la Normativa Forestal

<b>Estrato</b>	<b>NE (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>ND (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>NE (% del total no especificado)</b>	<b>ED (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>ED (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>EE (% del total especificado)</b>
<b>1</b>	10,3	8,6	54,5	29,1	13,0	69,1
<b>2</b>	9,1	3,0	75,2	28,8	12,8	69,2
<b>3</b>	37,0	51,7	41,7	19,3	16,5	53,9
<b>4</b>	44,8	104,7	30,0	25,7	29,3	46,7
<b>5</b>	16,5	22,0	42,9	14,6	11,4	56,2
<b>6</b>	34,6	134,7	20,4	36,3	33,2	52,2
<b>7</b>	28,0	79,7	26,0	19,6	18,3	51,7
<b>8</b>	6,8	128,7	5,0	0,0	0,7	0,0
<b>9</b>	34,3	188,7	15,4	37,3	26,4	58,6

*ND: no especificado debajo del DMC, NE: no especificado encima del DMC, EE: especificado encima del DMC, ED: especificado debajo del DMC*

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Estos cálculos permiten advertir sobre un efecto posible de sobre-explotación futura. En la mayoría de los estratos las especies priorizadas presentan porcentajes mayores a 50% de volumen aprovechable encima del DMC en relación del volumen comercial total, quiere decir que son susceptibles a una reducción considerable del volumen aprovechable en el primer ciclo de corte.

Es cuestionable si se puede esperar volúmenes similares para un segundo ciclo de corta. La recolección y estudio de datos de crecimiento, mortalidad y reclutamiento resulta entonces son de alta prioridad, sobre todo para especies valiosas para el manejo forestal.

Cuadro 32. Volumen comercial por función asignada

Estrato	Aprovechable	NA	Ener-gético	Conservación	No Determinado	Múltiple	Científico Educativo	Producción Forestal	Regulación Hídrica	Recolección Mariscos
1	Si	13,6	2,1	23,7	0	0	0	0	0	0
	No	11,9	1,4	8,3	0,1	0	0	0	0	0
2	Si	2,7	0	31,3	0	3,9	0	0	0	0
	No	0,9	0	13,9	0	1,0	0	0	0	0
3	Si	8,6	0	41,4	0,8	5,5	0	0	0	0
	No	7,4	0	52,6	1,9	6,3	0	0	0	0
4	Si	3,9	0	53,67	4,92	4,26	0	3,79	0	0
	No	4,10	0	106,4	7,5	10,6	0	5,4	0	0
5	Si	3,5	0	15,6	3,2	8,2	0	0	0,8	0
	No	4,7	0	15,9	3,5	9,0	0	0	0,4	0
6	Si	4,8	0	51,0	8,9	5,5	0	0,8	0	0
	No	16,7	0	121,8	17,9	9,3	0	2,2	0	0
7	Si	0,4	0	32,0	12,7	2,4	0	0,1	0	0
	No	4,3	0	55,9	30,6	7,1	0	0,1	0	0
8	Si	6,5	0	0,3	0	0	0	0	0	0
	No	117,4	0	7,4	0	0	0	0	0	4,5
9	Si	18,0	0	40,7	2,9	10,0	0	0	0	0
	No	39,0	0	149,3	5,2	21,66	0	0	0	0

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Es oportuno indicar que la lista de especies priorizadas en las normativas (Cuadro 33) no se basa en su valor comercial, pues también incluye especies de valor económico muy bajo (*Cecropia* spp. entre otras). Esto reduce el potencial del inventario forestal como herramienta de planificación. Es entonces importante recopilar y publicar información secundaria sobre valor económico y volúmenes aprovechados y comercializados de las especies prioritarias forestales en los diferentes estratos como adjunto a los resultados de la ENF.

Cuadro 33. Las diez especies priorizadas en las normativas forestal con mayor volumen aprovechable

Estrato	Las 10 especies priorizadas en normativa con más volumen aprovechable (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Suma (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	% del total
1	<i>Eriotheca ruizii</i> (6,4), <i>Cavanillesia platanifolia</i> (6,0), <i>Ceiba trichistandra</i> (5,9), <i>Cochlospermum vitifolium</i> (2,0), <i>Fulcaldea laurifolia</i> (1,5), <i>Pisonia aculeata</i> (1,3), <i>Erythrina velutina</i> (1,0), <i>Simira ecuadorensis</i> (0,6), <i>Salacia</i> spp.(0,6) <i>Bursera graveolens</i> (0,5)	25,8	65,7
2	<i>Ceiba trichistandra</i> (10,0), <i>Cavanillesia platanifolia</i> (3,0), <i>Eriotheca ruizii</i> (2,4), <i>Cochlospermum vitifolium</i> (2,2), <i>Piscidia carthagenensis</i> (1,5), <i>Guazuma ulmifolia</i> (1,1), <i>Pseudobombax millei</i> (0,9), <i>Bursera graveolens</i> (0,9), <i>Cordia alliodora</i> (0,7), <i>Tabebuia chrysantha</i> (0,6)	23,3	61,5
3	<i>Nectandra</i> spp.(0,9), <i>Ficus</i> spp. (4,8), <i>Cecropia</i> spp. (2,2), <i>Weinmannia</i> spp.(1,5), <i>Clusia</i> spp.(1,3), <i>Sapium</i> spp.(0,9), <i>Heliocarpus americanus</i> (0,9), <i>Myrcianthes</i> spp.(0,8), <i>Podocarpus oleifolius</i> (0,6), <i>Alnus acuminata</i> (0,6)	14,4	25,6
4	<i>Ficus</i> spp.(4,4), <i>Apeiba aspera</i> (2,5), <i>Guarea</i> spp.(1,3), <i>Ocotea</i> spp.(1,3), <i>Otoba</i> spp.(1,2), <i>Heliocarpus americanus</i> (1,2), <i>Cedrelinga cateniformis</i> (1,0), <i>Otoba parvifolia</i> (1,0), <i>Jacaranda copaia</i> (0,9), <i>Nectandra</i> spp.(0,9)	15,7	22,2
5	<i>Weinmannia</i> spp.(3,4), <i>Clusia</i> spp.(2,1), <i>Weinmannia macrophylla</i> (1,5), <i>Nectandra</i> spp.(1,4), <i>Ficus</i> spp.(1,2), <i>Clusia alata</i> (0,8), <i>Myrcianthes rhopaloides</i> (0,7), <i>Weinmannia pinnata</i> (0,6), <i>Dacryodes</i> spp.(0,4), <i>Oreopanax</i> spp.(0,4)	12,5	40,1
6	<i>Ficus</i> spp.(4,7), <i>Nectandra</i> spp.(2,0), <i>Otoba parvifolia</i> spp.(1,6), <i>Apeiba aspera</i> (1,5), <i>Erisma uncinatum</i> (1,4), <i>Guarea</i> spp.(1,4), <i>Ocotea</i> spp.(1,3), <i>Otoba glycyarpa</i> (1,3), <i>Otoba</i> spp.(1,1), <i>Cedrelinga cateniformis</i> (1,1)	17,3	24,4
7	<i>Ficus</i> spp.(4,4), <i>Nectandra</i> spp.(2,7), <i>Otoba</i> spp.(2,1), <i>Castilla elástica</i> (2,1), <i>Dacryodes</i> spp.(1,4), <i>Pouteria</i> spp.(0,9), <i>Ocotea</i> spp.(0,8), <i>Triplaris</i> spp.(0,7), <i>Brosimum utile</i> (0,8), <i>Ochroma pyramidale</i> (0,6)	16,3	34,2
8	<i>Ficus jacobi</i>	0	0
9	<i>Ficus</i> spp.(8,0), <i>Ceiba pentandra</i> (6,5), <i>Virola surinamensis</i> (4,2), <i>Otoba</i>	33,4	46,6

	<i>glycyarpa (3,2), Hieronyma alchorneoides (2,8), Matisia cordata (2,8), Terminalia Amazonía (1,9), Dacryodes cupularis (1,5), Virola flexuosa (1,3), Centrolobium paraense (1,2)</i>		
--	--	--	--

Aplicando un ciclo de corta teórico de 15 años se reducen los volúmenes a valores anuales de entre 0 para Manglar y 2,4 m para la Amazonía. En comparación con el volumen aprovechable total, ello indica que solo alrededor de la mitad del volumen aprovechable total se distribuye entre las especies con DMC especificados. Se podría asumir que los volúmenes aprovechables de aquellas especies con alto potencial para el mercado son menores.

La suma de los volúmenes de las diez especies más importantes por estrato es relativamente alta en bosque seco y bosque seco andino como también en los Moretales. En estos estratos también los valores relativos son más altos en comparación con el resto de los estratos. En estos otros estratos la mayor parte del volumen comercial se distribuye entre una infinidad de especies, lo que puede provocar problemas de comercialización y de costos de procesamiento. Además, el hecho de que muchas identificaciones botánicas solo llegaron al nivel de género puede conllevar una variabilidad alta de calidad de madera dentro de un género e implica en muchos casos también diferentes comportamientos ecológicos entre las especies del mismo género.

Cuadro 34. Volúmenes aprovechables y no aprovechables (con base en el DMC) según tenencia de tierra

Estrato	Aprovechable	Privado	Comunitario	Municipal	Estatal	Otros	Total
1	No	15,0	3,3	0	0,38	2,9	21,6
	Si	30,5	4,8	0	0,5	3,6	39,3
2	No	8,5	3,9	0	2	1,4	15,8
	Si	24,6	5,6	0	2,8	5,0	37,8
3	No	55,6	3,5	0,5	4,5	4,1	68,2
	Si	46,6	3,3	0,5	4,5	1,4	56,2
4	No	94,5	23,4	0	14,5	1,7	134
	Si	52,0	10,3	0	8,1	0,0	70,5
5	No	19,4	1,2	0	9,3	3,5	33,4
	Si	21,5	0,4	0	6,5	2,9	31,2
6	No	60,7	85,2	0	19,5	2,6	167,9
	Si	28,1	35,8	0	6,2	0,8	70,9

7	No	45,0	30,7	0	19,4	2,8	97,91
	Si	23,7	13,8	0	9,6	0,7	47,7
8	No	21,9	0,4	0	102,4	4,7	129,3
	Si	0,4	0	0	6,3	0,0	6,8
9	No	8,7	78,1	0	125,5	2,9	215,1
	Si	2,2	27,2	0	41,1	1,0	71,6

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Es notable que haya mucha similitud en la composición de las 10 especies/géneros con más volúmenes entre los estratos bosque seco y bosque seco-andino como también entre los estratos Pie de Monte (4), Ceja Andina (5) y Bosque Montano (3). Esto puede tener implicaciones para el establecimiento de nuevas normativas forestales que preferiblemente deberían encajar con los estratos utilizados para el monitoreo.

En los bosques en propiedades privadas se observan diferencias en la relación entre volúmenes aprovechables y no aprovechables, entre los estratos. En los estratos bosque seco y bosque seco andino es notable que hay mayor volumen aprovechable que no aprovechable mientras es al revés en los estratos pie de monte, Amazonía y Chocó, lo que se puede observar en el Cuadro 34.

Una tendencia muy similar es notable también para los volúmenes en propiedades comunitarias y estatales lo que deja asumir que aquellos patrones no necesariamente se deben a diferencias en el manejo entre los tipos de tenencia de tierra.

#### 2.3.13.21. Prohibición de aprovechamiento por pendiente

De acuerdo a la normativa forestal de Ecuador, las parcelas que tengan una pendiente mayor a la mencionada, son parcelas donde está prohibido el aprovechamiento.

- Para bosque andino 45° (100%) de pendiente.
- Para bosque húmedo 70° (155,55%) de pendiente.
- Para bosque seco 20,25° (45%) de pendiente.

De las 1639 parcelas del inventario forestal, 130 no pueden ser aprovechadas por superar el límite de pendiente que menciona la normativa forestal:

- Bosque andino, 48 parcelas; 9,93% del área inventariada perteneciente a este bosque.
- Bosque húmedo, 1 parcela; 0,11% del área inventariada perteneciente a este bosque.
- Bosque seco, 81 parcelas; 31,64% del área inventariada perteneciente a este bosque.

La información de pendiente se registró originalmente en porcentaje (100% = 45°), para facilitar el manejo de la información, se realizó la conversión de porcentaje a grados. Una vez calculada la pendiente en grados, se categorizaron las parcelas como aprovechables o no aprovechables de acuerdo a las limitantes establecidas por las tres normativas forestales de Ecuador. El Cuadro 35 muestra el volumen comercial según las pendientes críticas.

Cuadro 35. Volumen Comercial no aprovechable por pendiente crítica

Estrato	Tipo de bosque	0 - 45%	45 - 100%	100 - 155,5%	>155,5%	NA
1	BS	11,3	31,6	1,4	0	16,6
2	BS	39,9	13,7	0	0	0,0
3	BA	37,6	72,3	5,5	0	1,5
	BH	1,5	5,0	0,4	0	0
4	BA	5,7	23,7	0,8	0	0
	BH	60,5	100,5	13,4	0	0
5	BA	42,1	21,1	1,4	0	0,1
6	BA	3,1	9,1	0,5	0	0
	BH	170,9	27,7	2,7	0,4	24,4
7	BH	138,3	7,3	0	0	0
8	BH	135,3	0,9	0	0	0
9	BH	284,0	0	0	0	2,7

Pendientes críticas: Bosque Andino = >100% Bosque Húmedo = >155,55% Bosque Seco = >45%

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Proporciones considerables del volumen de madera se encuentran en pendientes superiores al valor crítico, particularmente para el estrato 1 (Bosque Seco Andino), donde la mayoría del volumen se encuentra en pendientes superiores al valor crítico, y para el Estrato 2 (Bosque

Seco). En los demás estratos la proporción es baja. Sin embargo, esto no quiere decir que las pendientes no influyen en el manejo forestal en estos estratos. Más bien, los bajos volúmenes en pendientes mayores a 100% indican que en tales áreas no hay potencial forestal y que el valor crítico de la norma no tiene mayor repercusión. Para la protección de cuencas y ciclos hídricos esa regla no tiene mucha efectividad en la mayoría de los estratos.

2.3.13.22. Aspectos sobre sostenibilidad del manejo forestal aplicando las normativas actuales

El porcentaje de especies distribuido en cuatro clases de cantidad de árboles remanentes posibles (DAP entre 10 cm y DMC) por árbol aprovechable se observa en el Cuadro 36, solo para especies con DMC especificado en la normativa.

Cuadro 36. Porcentaje de especies por categorías de cantidad de árboles remanentes por cada árbol cosechable

Cantidad de árboles remanentes por árbol cosechable				
Estrato	0-0,99	1-4,99	5-9,99	10-
1	45,5	18,2	6,1	30,3
2	40,5	35,7	9,5	14,3
3	6,1	26,5	26,5	40,8
4	17,0	30,2	22,6	30,2
5	12,0	36,0	32,0	20,0
6	8,6	25,9	29,6	35,8
7	15,2	18,2	36,4	30,3
8				
9	31,8	31,8	22,7	13,6

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Para garantizar la sostenibilidad de volúmenes aprovechables en futuros ciclos de corte se requiere un buen número de árboles remanentes en diferentes clases diamétricas con DAP < DMC. Para definir la cantidad mínima necesaria, se requiere información sobre crecimiento, mortalidad y reclutamiento en las diferentes clases diamétricas, lo que no existe para la gran mayoría de especies arbóreas. En el Cuadro 36 y la Figura 10 se demuestran cuatro clases de cantidad de posibles árboles remanentes (DAP entre 10 cm y DMC) por árbol aprovechable. La primera clase, con valor de menos de un árbol remanente por árbol aprovechable, evidencia una situación de carencia de árboles futuros para bastantes especies. La proporción de especies en esta categoría es alta, sobre todo para los estratos de Bosque Seco Andino y

Pluvioestacional (Estratos 1 y 2), y para Moretales (Estrato 9). La clase “>10” reúne especies con un número tentativamente suficiente de árboles remanentes. Es notable el porcentaje bajo en la gran mayoría de los estratos en esta categoría, lo que indica posibles problemas de reclutamiento y por ende sostenibilidad de volúmenes aprovechables a largo plazo, situación que debe verificarse una vez realizados eventuales aprovechamientos, dado que los claros generados alteran la dinámica del bosque. Es importante resaltar que sin datos dinámicos es difícil predecir problemas de sostenibilidad, pero las cifras indican claramente la necesidad de realizar estudios complementarios a la ENF.

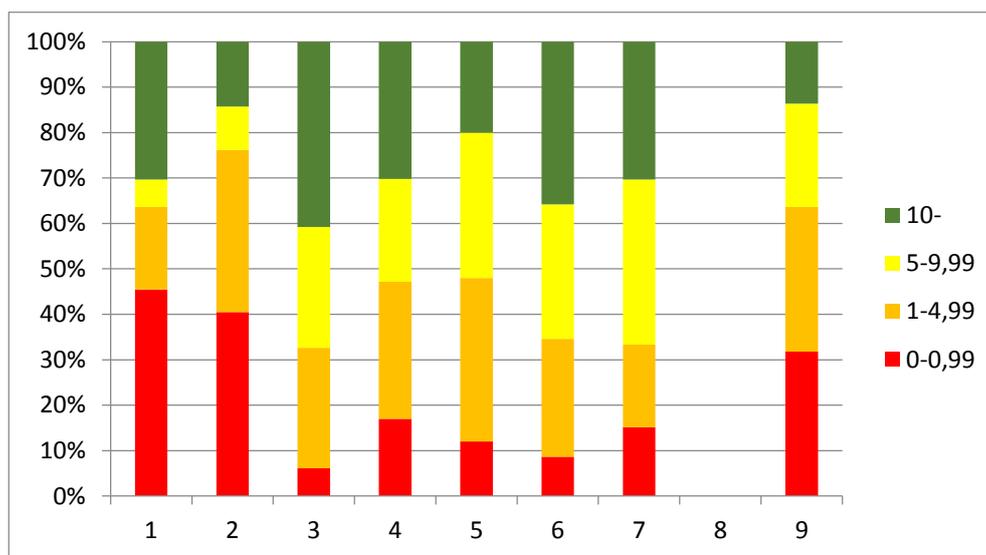


Figura 10. Porcentaje de especies distribuido en cuatro clases de número de posibles árboles remanentes (con dap > 10 cm y < DMC) por cada árbol aprovechable (dap > DMC). Se presenta valores relativos entre las clases 0-0,99 árboles remanentes por árbol aprovechable, 1-4,99; 5-9,99 y 10 o más.

Para entre un 33,3% (Estrato 5) y un 77,3% de las especies no se encontró ningún individuo de regeneración en la ENF. Pero estas cifras no necesariamente significan un problema de reproducción, pueden ser resultado de que las parcelas de regeneración han sido relativamente pequeñas en comparación con aquellas parcelas para cuantificar los individuos más grandes. Por ejemplo, para especies que preferiblemente se regeneran muy cerca de los individuos semilleros se esperaría una subestimación de la abundancia de la regeneración real. De todas formas, estas cifras bajas indican una prioridad para la investigación y la conveniencia de un ajuste de metodología del INF para recoger información más confiable sobre el estado de la regeneración, por ejemplo a través de transectos o varias parcelas distribuidas en toda la parcela para los individuos más grandes. De igual manera, las cifras de entre un 9,1% (Estrato 1, bosque seco andino) y un 40,0 de la especies con altas abundancias de regeneración por árbol aprovechable no necesariamente garantizan la sostenibilidad, porque se desconoce de la resiliencia y sobrevivencia de los individuos de regeneración. Más confiabilidad en cambio se puede esperar recién después de las primeras remediciones de las parcelas lo que requiere inversiones adicionales en una red de parcelas permanentes.

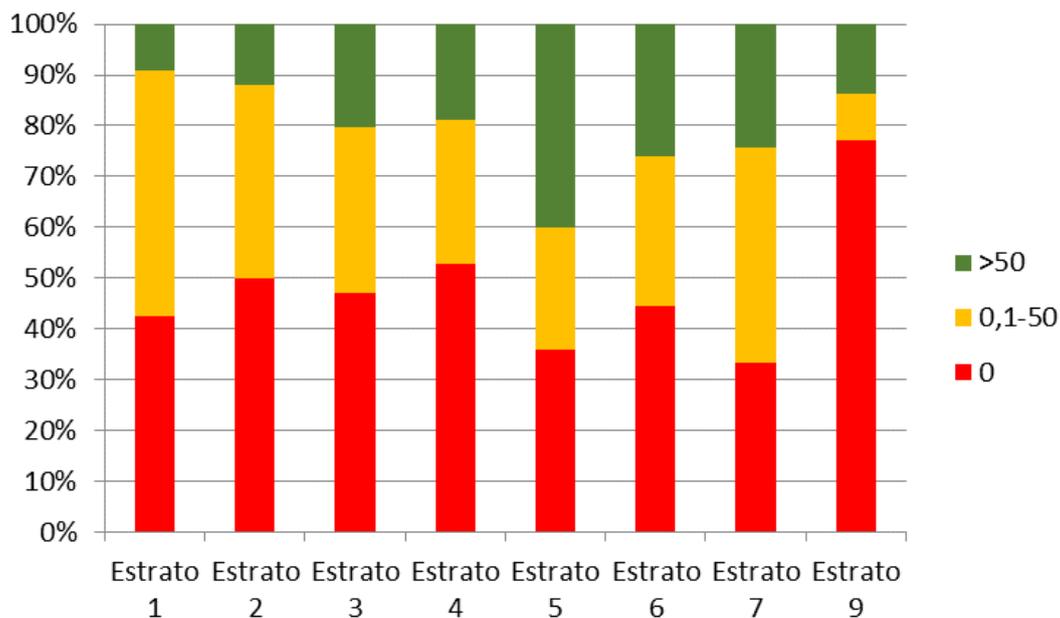


Figura 11. Porcentaje de especies (con DMC especificados en las normativas) distribuidas en tres clases de relación entre individuos de regeneración por cada árbol aprovechable

Mientras en una sección anterior se demostró cómo influye la calidad de los árboles en los posibles volúmenes aprovechables, en el Cuadro 37 se presenta cómo influyen las restricciones legales según las normativas vigentes en los posibles volúmenes aprovechables. La restricción que conlleva el DMC tiene un efecto drástico sobre todo para el estrato 8 (Manglar) en donde resulta que solo un 5% del volumen total es comercial. Un porcentaje muy alto en cambio se observa en los dos estratos de Bosque Seco (Estrato 2 con 70 %) y Bosque Seco Andino (Estrato 1 con 64,5%). Sobre todo en estos dos estratos debería revisarse la pertinencia de un ajuste de los DMC para evitar una posible degradación de los bosques remanentes por un eventual aprovechamiento excesivo. Para los Manglares las cifras bajas sugieren en cambio un potencial para manejo forestal siempre y cuando sea acorde a los objetivos de conservación del ecosistema. Sobre todo para estos tres estratos se recomienda una discusión política sobre priorización de objetivos de conservación y servicios ecosistémicos o de manejo forestal sustentable.

Cuadro 37. Estimación del volumen legalmente aprovechable por hectárea aplicando cuatro filtros de restricciones según las normativas forestales correspondientes

		Estrato								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Volumen comercial total (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		60,9	53,6	124,5	204,5	64,6	238,8	145,6	136,1	286,7
Filtros cumulativos del potencial de aprovechamiento										
Filtro 1:	Aprovechable	39,3	37,8	56,2	70,5	31,2	70,9	47,7	6,8	71,6
DMC	No aprovechable	21,6	15,8	68,2	134,0	33,4	167,9	97,9	129,3	215,1
Filtro 2: CITES - UICN	Sin amenaza	27,2	28,6	41,9	59,6	14,4	61,0	42,9	6,8	59,6
	Amenazada	12,1	8,9	11,9	10,0	14,7	8,6	1,1	0,0	8,7
	Casi amenazado	0,0	0,4	2,4	0,9	2,0	1,4	3,6	0,0	3,3
	Datos insuficientes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Filtro3:	No Condicionada	27,2	28,6	37,0	57,3	9,3	59,4	42,1	6,5	55,5
Especie condicionada	Condicionada	0,0	0,0	4,9	2,3	5,2	1,5	0,8	0,3	4,1
Filtro 4: Restricciones de pendiente	Aprovechable	3,5	18,1	32,9	56,6	9,3	51,9	42,1	6,5	55,5
	No aprovechable	17,6	10,5	3,9	0,6	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
	NA	6,1	0,0	0,2	0,0	0,0	7,3	0,0	0,0	0,0
volumen comercial total (%) aplicando los 4 filtros		5,7	33,7	26,4	27,7	14,5	21,7	28,9	4,8	19,4

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Aplicando los filtros legales de no aprovechar en áreas donde hay especies en peligro (filtro 2) y aplicando las restricciones para las especies condicionadas (filtro 3) es notable que sobre todo el estrato 5 (ceja andina) demuestra una reducción notable de los volúmenes aprovechables ( $9,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) en comparación con los volúmenes aprovechables aplicando el filtro de DMC ( $31,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), equivalente a un 29,8%. Sobre todo en este estrato hay una disyuntiva entre objetivos de conservación y manejo forestal sostenible. Las cifras altas en los demás estratos sugieren que se puede contar con grandes áreas aptas para el aprovechamiento forestal, mientras que en otras áreas, el mismo solo puede aplicarse con medidas específicas de protección para especies con alto valor de conservación. En la práctica esto requiere un censo con resolución espacial fina y una aplicación cuidadosa de prácticas forestales en el campo, lo que en muchos casos será costoso y poco rentable.

El último filtro de restricciones por pendiente, tiene efectos drásticos en los bosques secos andinos, donde se cuantifica un 12,9% de volumen aprovechable en comparación con lo que sería posible aprovechar aplicando solo los filtros de restricciones 1-3 ( $3,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  en comparación con  $27,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ). Mientras que en los bosques secos (Estrato 2) todavía se nota un efecto notable (reducción a un 63,3% en comparación con filtros 1-3) en los demás estratos las restricciones parecen no afectar tanto el volumen aprovechable, sobre todo en los estratos andinos 3-5. Se recomienda entonces estudiar los posibles efectos del aprovechamiento forestal sobre aspectos como el ciclo hidrológico y sus implicaciones para las normativas forestales.

Es importante resaltar que aparte de los 4 filtros mencionados en la práctica hay más filtros que causarán volúmenes menores de aprovechamiento; por ejemplo, el establecimiento de caminos de arrastre, centros de acopio, los márgenes de ríos que según las normativas no se pueden aprovechar, como también los árboles de reserva o distancias críticas que hay que mantener entre los arboles aprovechados y árboles de aprovechamientos futuros. Para obtener conclusiones sobre estos filtros sobre el volumen aprovechable se requiere información espacialmente explícita y con resolución muy fina lo que va a provocar altos costos de monitoreo.

Cuadro 38. Volumen promedio de individuos aprovechables por estrato ( $\text{m}^3$  por individuo)

Estrato	Especificadas en normativa	Todas especies
1 B. Seco Andino	2,0	1,9
2 B. Seco Pluvioestacional	1,9	1,9
3 B. Siempre Verde Andino Montano	2,8	2,8
4 B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	4,3	4,3
5 B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	2,3	2,2
6 B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	4,0	4,0
7 B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	3,6	3,6
8 Manglar	0,0	6,2
9 Moretal	3,6	3,7

Los volúmenes individuales más interesantes para el sector maderero (Cuadro 38) se observan en cuatro estratos, para aquellas especies con DMC especificados en las normativas: pie de monte (4), Amazonía (6), Chocó (7) y en los Moretales (9). Es notable que en el estrato Manglar (8) están los volúmenes más altos por individuo, pero únicamente para especies que no han sido especificadas.

Después de haber aplicado los cuatro filtros de restricciones (DMC, especies condicionadas, lista UICN, CITES, y pendientes) resultan las cifras promedio de densidad de árboles aprovechables por hectárea mostradas en el Cuadro 39. De igual manera como como resultado de los efectos mencionados anteriormente hay que resaltar que las densidades reales serán menores.

Cuadro 39. Densidad máxima estimada de árboles aprovechables

Estrato	N ha <sup>-1</sup>
1 B. Seco Andino	1,8
2 B. Seco Pluvioestacional	9,4
3 B. Siempre Verde Andino Montano	11,7
4 B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	13,1
5 B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	4,2
6 B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	13,0
7 B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	11,8
8 Manglar	1,0
9 Moretal	14,9

Muchas decisiones en el manejo forestal deben ser tomadas a nivel de especie, para garantizar su uso sostenible y desarrollar estrategias adecuadas de manejo y conservación. Por ello se requiere un monitoreo a nivel de especie, para lo cual se debe designar un número mínimo de individuos que representen la especie. Mientras que para características estructurales, como por ejemplo distribución diamétrica, se pueden obtener resultados confiables con pocas decenas de individuos, se requiere un número mucho mayor si se pretende estudiar aspectos dinámicos (crecimiento, mortalidad y reclutamiento) y sobre todo para cruzar esta información con parámetros ambientales como calidad de suelo u otros. En el gráfico se puede ver que entre un 66% (Estrato 6, Amazonía) y un 96 % (Estrato 9, Moretales) de las especies tienen menos que 50 registros en toda la ENF, cantidad que podría ser deseable para establecer simples descripciones de la estructura poblacional. Para la mayoría de las especies no se cuenta con información para orientar decisiones sobre aspectos dinámicos e interacciones con factores ambientales, pues entre 80 y 100 % de las especies tienen 100 o menos registros en total. Por ello se recomienda priorizar aquellas especies de mayor importancia para manejo

forestal y para conservación y aplicar un sistema de monitoreo diferente que considera mejor sus abundancias bajas.

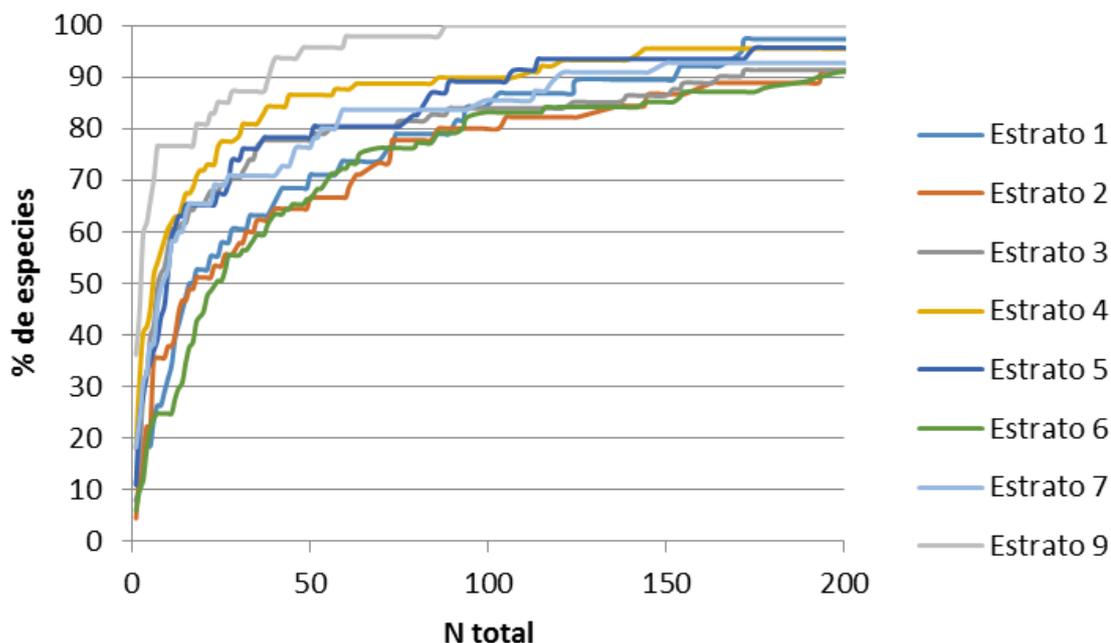


Figura 12. Porcentaje acumulado de especies en relación con el número total de los individuos encontrados por especie en la ENF.

Se estimó el volumen máximo en pie con calidad óptima que puede ser legalmente aprovechable en el Ecuador aplicando los 4 filtros de restricciones legales y los valores de calidad (Cuadro 40). Esta información se combinó con la de volumen comercial total y la de las áreas respectivas de los estratos en el país. Es importante mencionar que estas cifras son estimaciones y representan valores máximos, aún hay que restar volúmenes que actualmente están en zonas de restricción como aquellas a lo largo de ríos o aquellas que estarán afectadas por el establecimiento de infraestructura (caminos de arrastre).

En total se estima un volumen legalmente aprovechable con optimas calidades de 326,5 millones metros cúbicos en el país. Más del 63% está ubicado en tierras bajas de la Amazonía y un 21% en Pie de monte, lo que indica mayor potencial forestal para estos dos estratos en términos de volúmenes. Chocó y los Moretales también presentan valores notables con un 5% y 6% respectivamente. El potencial forestal de los demás estratos es limitado, sobre todo en los bosques secos andinos. De igual manera como resultado de los efectos mencionados anteriormente hay que resaltar que las los volúmenes aprovechables reales serán aún menores.

Cuadro 40. Estimación aproximada del volumen máximo legalmente aprovechable a nivel nacional

	Área a nivel nacional (ha)	Volumen comercial total (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Porcentaje legalmente aprovechable (%) (4 filtros, Cuadro 37)	Porcentaje con calidad óptima (%)	Volumen legalmente aprovechable con calidad óptima (millones m <sup>3</sup> )
Bosque seco andino	162.963	60,9	5,7	39,9	0,2
Bosque seco Andino montano	399.323	53,6	33,7	60,6	4,4
Pie de Monte	1'888.674	204,5	27,7	65,2	69,8
Ceja Andina	1'079.697	64,6	14,5	39,1	4,0
Amazonía	6'293.513	238,8	21,7	62,9	205,1
Chocó	465.706	145,6	28,9	82,2	16,1
Manglar	104.572	136,1	4,8	70,6	0,5
Moretal	466.069	286,7	19,4	72,1	18,7

El manejo sostenible de especies forestales requiere presencia de individuos con volúmenes aprovechables y a la vez presencia de individuos con diámetros menores en las mismas unidades de manejo. En el Cuadro 41 se nota un porcentaje muy alto de parcelas con falta de individuos con dimensiones menores en donde existe un árbol aprovechable de la misma especie. También, el porcentaje de parcelas sin regeneración es muy alto en todos los estratos. Esto no necesariamente es un indicador de que el manejo sostenible de un porcentaje alto de los bosques naturales sea imposible, más bien indica que con el diseño actual de las parcelas no fue posible detectar árboles futuros o regeneración en áreas cercanas a los árboles aprovechables.

El Cuadro 41 muestra que para la gran mayoría de estratos hay una reserva notable de parcelas con árboles remanentes (DAP < DMC < 10 cm) que corresponde al factor 5-7 en relación con parcelas en donde hay árboles aprovechables, pero se encuentran espacialmente separados. Una excepción son los Estratos 1 (Bosque Seco Andino) y 2 (Bosque Seco Pluvioestacional) en donde se podría estar manifestando una falta drástica de árboles futuros con cifras menores a aquellos con diámetros aprovechables.

En el

Cuadro 43 se demuestra que también hay un porcentaje alto de parcelas (entre un 51,5% para el bosque seco y un 100% para manglares) en donde se encuentran arboles con diámetros menores al DMC pero ningún árbol aprovechable. Quiere decir que la mayoría de los individuos futuros y los arboles remanentes están espacialmente segregados por distancias mayores a las dimensiones de las parcelas de monitoreo. Por ello se recomienda ampliar el área de monitoreo sobre todo para aquellas especies que tienen prioridad para el manejo forestal.

Cuadro 41. Porcentaje de parcelas con presencia de un árbol aprovechable e individuos de menores diámetros de la misma especie

Estrato	Parcelas con árboles aprovechables, pero falta de árbol remanente (%)	Parcelas con árboles aprovechables, pero falta de regeneración (%)
1	73,2	88,9
2	63,5	88,2
3	31,4	82,9
4	37,2	85,1
5	25,6	75,2
6	47,0	84,3
7	39,9	86,4
9	43,9	95,5

\*Estrato 8 (manglares no presenta ningún árbol aprovechable)

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

Cuadro 42. Cociente del número de parcelas sin árbol aprovechable con presencia de árboles remanentes entre el número de parcelas con árbol aprovechable y falta de árboles remanentes

	Estrato	cociente
1	B. Seco Andino	0,7
2	B. Seco Pluvioestacional	0,6
3	B. Siempre Verde Andino Montano	5,5
4	B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	6,2
5	B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	6,7
6	B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	4,8
7	B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	5,5
8	Manglar	NA
9	Moretal	5,2

Cuadro 43. Porcentaje de las parcelas con árboles remanentes (DAP < DMC) sin árbol aprovechable (DAP > DMC)

	Estrato	Parcelas con árboles remanentes sin árbol aprovechable (%)
1	B. Seco Andino	65,3
2	B. Seco Pluvioestacional	51,5
3	B. Siempre Verde Andino Montano	71,6
4	B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	78,5
5	B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	69,9
6	B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	81,0
7	B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	78,5
8	Manglar	100,0
9	Moretal	80,6

En el

Cuadro 43 se observa también que en la mayoría de las parcelas con árboles remanentes no hay árboles aprovechables de la misma especie, sobre todo para aquellos estratos con reservas notables, es decir los estratos 3 a 9, desde un 69,9 % en el Estrato 5 de ceja andina

hasta un 100 % en el Estrato 8 de manglar. Los Cuadro 41, demuestran el contraste entre la cantidad de árboles aprovechables y árboles remanentes para cosechas futuras. A nivel de unidades de manejo, como por ejemplo fincas pequeñas, esto puede causar que un propietario tiene arboles aprovechables de una especie pero falta de árboles remanentes y otro propietario tiene árboles remanentes, pero ningún árbol aprovechable de la misma especie. Este resultado indica que el manejo comunitario puede ser una herramienta de alta importancia para garantizar la sostenibilidad del manejo forestal. Sin embargo se debería estudiar cuales son las distancias medias entre arboles aprovechables y árboles de reserva, para determinar el tamaño mínimo de unidades de manejo sostenible, por lo menos para las especies con mayor potencial forestal.

### 2.3.13.23. Aspectos sobre productos no maderables y servicios ecosistémicos

Los 18 tipos de uso con los que se calificó a cada especie en la ENF se agruparon en 5 categorías, a saber:

- Madera (65.420 individuos)
- Servicios eco-sistémicos de provisión (39.601 individuos)
- Otros servicios eco-sistémicos (2.151 individuos)
- Desconocido (1.285 individuos)
- Otro (9.656 individuos)

Son notables los valores bajos para el uso “madera” en los estratos de bosque seco (2) y bosque seco andino (1), lo cual confirma la percepción mencionada anteriormente de potencial forestal reducido en estos estratos (Cuadro 44). Para todos los demás estratos en cambio se notan porcentajes altos para el uso madera incluyendo los manglares con hasta un 99 %.

Se revelaron valores muy bajos para uso de productos no maderables en la Amazonía (Estrato 6). Posiblemente, esto no necesariamente demuestra un potencial bajo del estrato sino más bien falta de conocimiento, problemas de comercialización o problemas sobre la forma en que se obtuvo la información y la adecuada interpretación de la misma. Debe revisarse entonces esta metodología. Para los otros estratos los valores son relativamente altos, entre un 48% en el Chocó (7) y Pie de Monte (4) hasta un 97 % en los Manglares.

Otro resultado sorprendente son los valores extremadamente bajos asignados para los servicios eco-sistémicos. Mientras en la academia y entre varias organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales el valor e importancia de los bosques en relación con servicios eco sistémicos es muy reconocido, los actores entrevistados en la ENF muestran una percepción contrastante. Esto posiblemente conlleva retos particulares para la implementación de programas sobre pagos para servicios eco-sistémicos.

Cuadro 44. *Porcentajes de categorías de tipos de uso por estrato*

Estrato	Madera	Productos no maderables	Servicios ecosistémicos	Otros y desconocidos
1	34	62	14	25
2	42	46	4	42
3	69	52	1	17
4	72	48	2	11
5	79	55	0	11
6	69	20	1	20
7	81	48	1	11
8	99	97	0	0
9	36	55	15	5

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

#### 2.3.13.24. Aspectos sobre biodiversidad y conservación

En la siguiente sección se analizarán los parámetros de volumen comercial aprovechable y existencias de carbono en bosques primarios y bosques secundarios como indicadores del estado de conservación de los bosques evaluados en el Ecuador. En la segunda parte de este capítulo se presentan los resultados sobre número de especies por estrato, como también de las especies endémicas y sinergias entre índices de biodiversidad con stock de carbono.

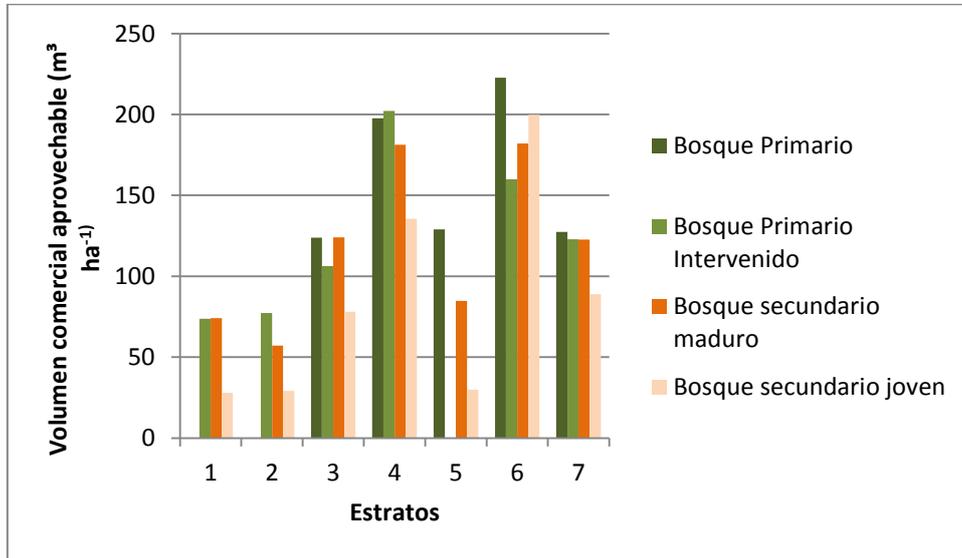
Los valores de volumen comercial y carbono son en general muy bajos en bosques secundarios jóvenes con excepción de la Amazonía (

Figura 13 y Figura 14). Sobre todo los bosques secos, bosques secos andinos y Ceja andina expresan este fenómeno, probablemente por condiciones ambientales que impiden un crecimiento rápido de los bosques secundarios, mientras en la Amazonía el crecimiento rápido podría llevar a volúmenes comparables con aquellos en bosque primarios en menos tiempo. Sin embargo, es sorprendente el hecho de que los volúmenes y stock de carbono en bosques secundarios de la Amazonía sobrepasan aquellos de bosques primarios y deja asumir que también hay otros factores que podrían explicar ese patrón. Una posible explicación puede ser que los bosques primarios inventariados mayormente están ubicados en zonas marginales con menos potencial de crecimiento, o en condición de deterioro. Otra posible explicación es que posiblemente los criterios de clasificación de bosques secundarios y bosque primario aplicados en la ENF no necesariamente son comparables entre estratos y/o no necesariamente llevan a una clasificación correcta. En un paso posterior de análisis se podría cruzar la información sobre identificación de bosques secundarios con los criterios utilizados en el INF para indicar perturbación, para evaluar esta hipótesis.

En las

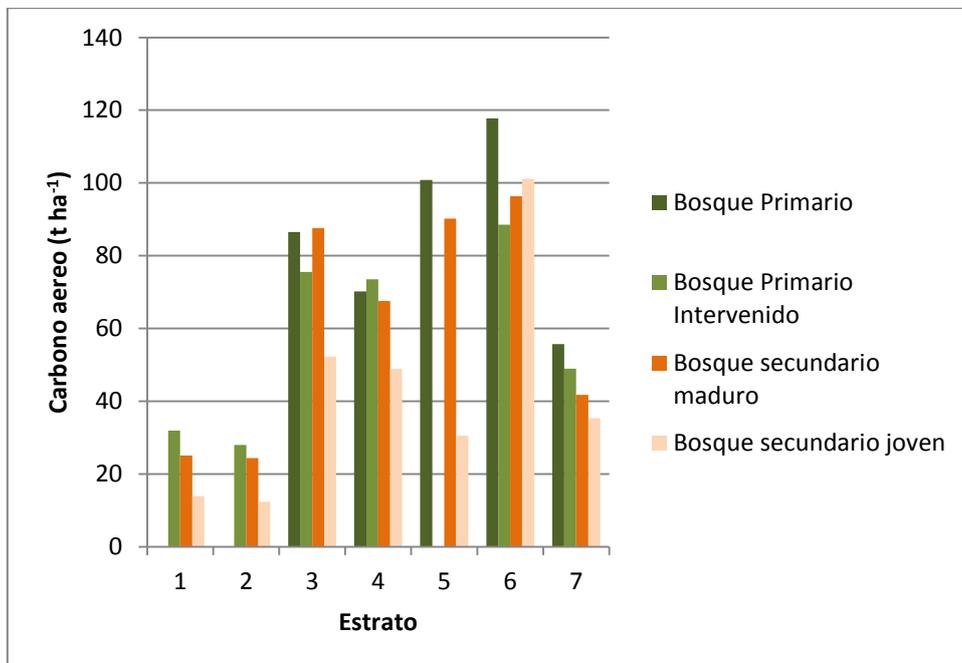
Figura 13, Figura 14 y

Figura 15 se nota poca diferencia en la cantidad de biomasa entre bosque primario y bosque primario intervenido con excepción de la Amazonía, posiblemente como resultado de una mayor tala selectiva de árboles con volúmenes grandes, en condiciones topográficas que favorecen la extracción, en ese estrato.



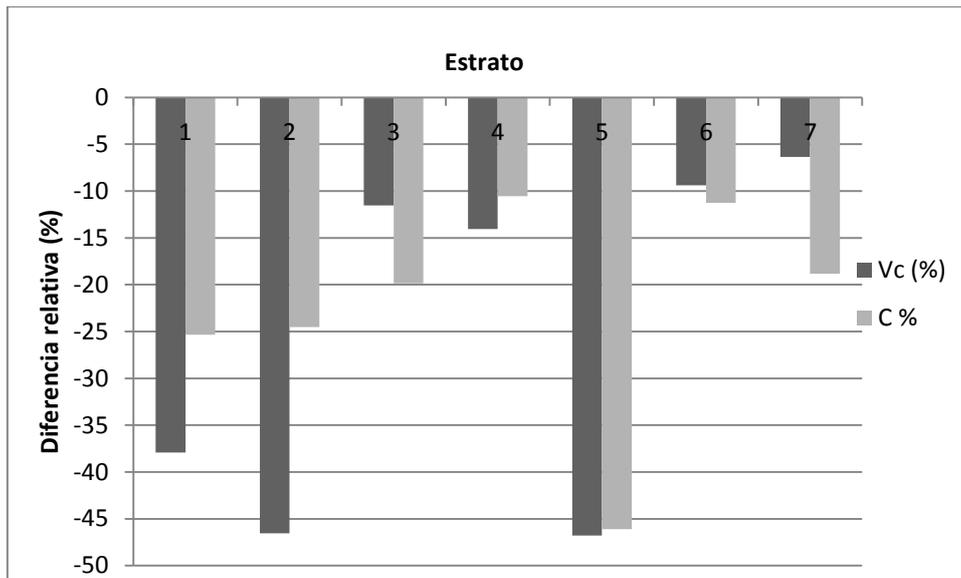
\*Columnas sin valores tienen un  $n \leq 1$

Figura 13. Volumen comercial aprovechable (DAP > DMC) comparando diferentes estados sucesionales



\*Columnas sin valores tienen un  $n \leq 1$

Figura 14. Stock de carbono acumulado comparando diferentes estados sucesionales.



\*Para los Estratos 1 y 2, sin presencia de bosques primarios se calculó la diferencia relativa en comparación entre bosque primario intervenido y otros estados.

Figura 15. Volumen comercial aprovechable (Vc) y stock de carbono (C), calculado como diferencia relativa entre bosque primario (= 100%) y otros estados sucesionales\* (promedios ponderados).

#### 2.3.13.25. Abundancias de las familias, géneros y especies

En el Cuadro 45 se observa el dato de abundancia de especies por estrato, el cual no es del todo preciso dada la dificultad por alcanzar la identificación a nivel de especie de varios individuos. En el Cuadro 46 se observan las identidades que fueron más abundantemente encontradas en el inventario, en varios casos la identificación llega solo a nivel de género, por cuanto se evidencia que se trata probablemente de grupos de especies de un mismo género.

En total se registran:

- 1157 especies.
- 537 géneros.
- 119 familias.

Cuadro 45. Número de especies por estrato en el Inventario Nacional Forestal

	<b>Estrato</b>	<b>Abundancia spp.</b>
1	B. Seco Andino	156
2	B. Seco Pluvioestacional	177
3	B. Siempre Verde Andino Montano	488
4	B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte	510
5	B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina	262
6	B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía	702
7	B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó	369
8	Manglar	13
9	Moretal	218

Cuadro 46. Las diez especies con mayor número de individuos en el inventario forestal

<b>Especie</b>	<b>Número de individuos</b>
Inga spp.	4001
Miconia spp.	3592
<i>Iriartea deltoidea</i>	2446
<i>Mauritia flexuosa</i>	2437
<i>Rhizophora mangle</i>	2380
Cecropia spp.	2270
Nectandra spp.	2035
Otoba spp.	1485
Pouteria spp.	1304
Ficus spp.	1286

Cuando se comparan datos de riqueza de especies (Figura 16) y de índice de diversidad según Shannon (Figura 17) a nivel de parcela, se observa de nuevo que los bosques de Amazonía muestran los valores más altos, seguidos con valores similares de los estratos Chocó y Pie de Monte, es decir aquellos estratos de bosques húmedos en altitudes bajas. Los valores más bajos en cambio los presentan los estratos de bosque seco y bosque seco andino, mientras los bosques de Ceja andina y los bosques montanos están en el medio. Una discrepancia entre ambos índices es notable únicamente para el estrato Chocó en donde la riqueza es

relativamente baja en comparación con el valor respectivo de Shannon, lo que indica que en aquel estrato la distribución de individuos entre las especies es más equitativo que en el resto de los estratos.

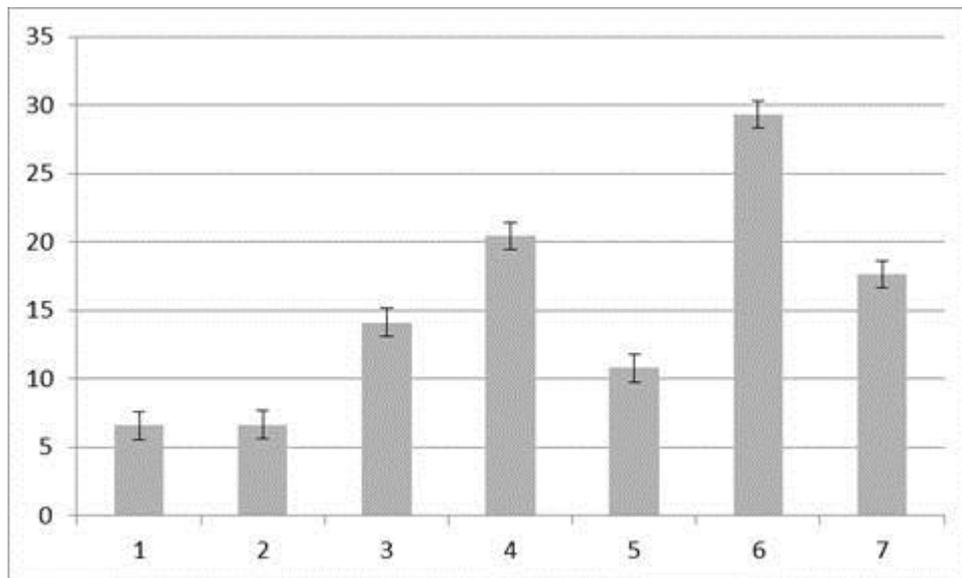


Figura 16. Riqueza de especies arbóreas por parcela, se presenta promedios y intervalos de confianza de 95% (solo estratos con parcelas de 3600 m<sup>2</sup>).

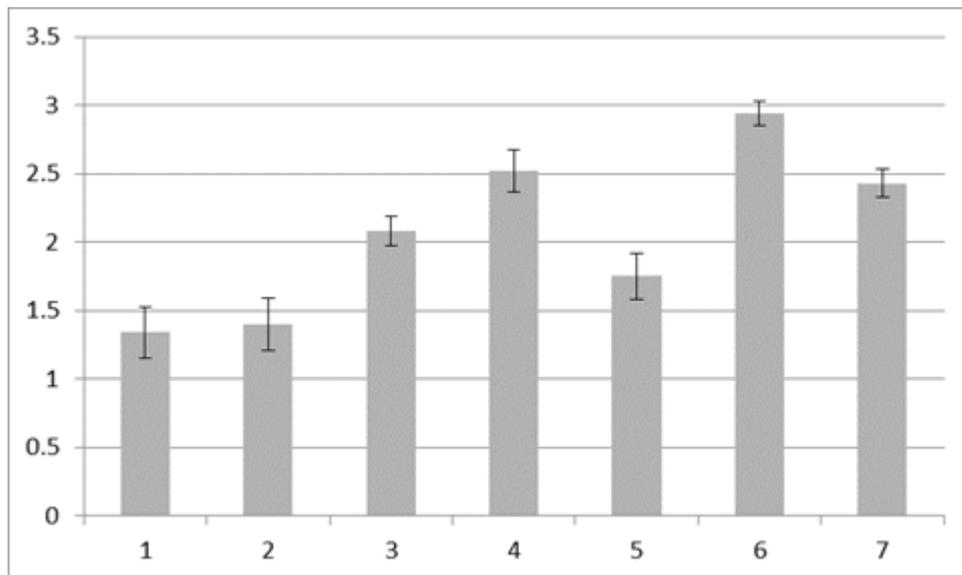


Figura 17. Índice Shannon de especies arbóreas a nivel de parcela, se presenta promedios e intervalos de confianza de 95% (solo estratos con parcelas de 3600 m<sup>2</sup>).

#### 2.3.13.26. Sinergias entre carbono y diversidad

En el Cuadro 47 se observan los coeficientes de correlación entre cantidad de carbono y diversidad de especies, por estrato. Es notable que hay valores de  $r^2$  altos sobre todo en los estratos de los bosques húmedos de altitudes bajas (Chocó: 0,5517, Amazonía: 0,6719 y Pie de Monte: 0,7543), y valores muy bajos en los estratos de Manglares y Moretales. De ahí que podemos esperar que incentivos económicos que apunten a mantener o aumentar las existencias de carbono pueden presentar posibles efectos de sinergia con diversidad arbórea

alfa, sobre todo en los bosques húmedos de altitudes bajas. Sin embargo, hay que mencionar que las correlaciones presentadas no necesariamente indican una sinergia para valores de conservación, porque en este análisis no se distingue entre especies de diferentes estados sucesionales, grado de amenaza o su importancia ecosistémica.

Cuadro 47. Sinergias entre carbono y diversidad: R<sup>2</sup> y ecuaciones potenciales de las correlaciones entre riqueza de especies por parcela y carbono aéreo por estrato

Estrato	Ecuación	R <sup>2</sup>
1	$y = 0,443x^{0,7563}$	0,4666
2	$y = 0,7358x^{0,6399}$	0,4739
3	$y = 2,189x^{0,4238}$	0,4867
4	$y = 0,5044x^{0,8673}$	0,7543
5	$y = 3,3052x^{0,2996}$	0,6397
6	$y = 1,0291x^{0,6999}$	0,6719
7	$y = 1,6532x^{0,5908}$	0,5517
8	$y = 0,9392x^{0,0394}$	0,0056
9	$y = 3,6411x^{0,2671}$	0,2173

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

### 2.3.13.27. Especies endémicas

Mientras en términos de volúmenes y abundancias relativas los valores son relativamente bajos en todos estratos, el porcentaje de parcelas con especies endémicas es alto en el bosque seco (Estrato 2: 31,8%), bosque seco andino (Estrato 1: 25,7%) y sobre todo en los bosques de la ceja andina (Estrato 5: 35,6%), como se ve en el Cuadro 48. En aquellos estratos que demostraron una estrecha correlación entre carbono almacenado y riqueza de especies (4, 6 y 7) en cambio, los valores de especies endémicas son relativamente bajos. Más bajos aún son estos valores para Manglares y los Moretales. La tendencia en abundancia absoluta es muy similar entre los estratos. Asumiendo una distribución regular de las especies arbóreas endémicas, resultarían distancias promedio entre individuos de una misma especie endémica, de más de 100 m en los Moretales, 76 m en la Amazonía y hasta 34 m para los bosques secos. Estas distancias permitirían teóricamente un aprovechamiento forestal que respete individuos de especies endémicas, siempre y cuando se incluyan estas especies en el censo forestal, como también en la marcación y planificación de actividades de campo, lo cual conlleva costos económicos.

Cuadro 48. Número y porcentaje de parcelas con presencia de especies endémicas por estrato

Estrato	Frecuencia relativa (%)	Abundancia (n ha <sup>-1</sup> )	Abundancia (%)	Volumen (%)
1	25,7	5,7	1,8	1,6
2	31,8	8,9	4,1	2,1
3	12,5	2,1	0,6	0,4
4	5,1	1,2	0,2	0,2
5	35,6	3,5	2,0	1,8
6	7,2	1,7	0,3	0,3
7	8,7	1,2	0,3	0,2
8	0,0	0,0	0,0	0,0
9	1,9	0,9	0,2	0,0

1: B. Seco Andino; 2: B. Seco Pluvioestacional; 3: B. Siempre Verde Andino Montano; 4: B. Siempre Verde Andino de Pie de Monte; 5: B. Siempre Verde Andino de la Ceja Andina; 6: B. Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía; 7: B. Siempre Verde de Tierras Bajas del Chocó; 8: Manglar; 9: Moretal.

#### 2.4. Escenarios de muestreo

Para el cálculo de los escenarios de muestreo futuro se tomaron en cuenta las incertidumbres obtenidas para la suma del C en los sumideros árboles vivos, árboles muertos en pie, tocones y raíces en cada estrato (Cuadro 26). Estos sumideros contaban con la información completa en todas las subparcelas. Los sumideros madera caída, sotobosque y hojarasca no fueron utilizados para este cálculo porque no tenían la información completa, y por consiguiente su incorporación hubiera aumentado mucho los errores de muestreo (esto hubiera afectado directamente las incertidumbres). El cálculo del tamaño de muestra realizado anteriormente supone un plan de muestreo aleatorio sistemático dentro de cada estrato.

Otros componentes de la estimación del tamaño de muestra por cada estrato son su tamaño, los costos de relevamiento de información y las varianzas. En el caso del INF de Ecuador los costos por conglomerado (Cuadro 49) no fueron muy diferentes, por consiguiente incorporar esta información no afecta mucho los tamaños de muestra. El estrato con más desviación estándar estimada fue el 5. Este es sin duda el estrato donde hay que poner mayor esfuerzo en mejorar las evaluaciones futuras.

Cuadro 49. Distribución de unidades muestrales y costos por conglomerado para cada estrato del primer inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Tamaño del estrato (ha)	Tamaño del conglomerado (ha)	Cantidad de conglomerados totales	D.E.	Costos de muestro por conglomerado
1	162962,91	13,69	11904	20,47	1257
2	399322,53	13,69	29169	17,4	1257
3	1888674,12	13,69	137960	46,28	1310
4	1079697,24	7,29	148107	80,15	1357
5	502770,24	7,29	68967	68,89	1320
6	6293513,34	13,69	459716	56,24	1400
7	465706,17	13,69	34018	28,39	1400
8	104572,17	6,21	16839	29,84	1500
9	466068,87	6,21	75051	34,23	1500
<b>Total</b>	<b>11363287,6</b>		<b>981731</b>		

Por otra parte, al haberse realizado modificaciones en la definición de cada estrato y reasignado algunas subparcelas de un estrato a otro, no es conveniente usar las fórmulas de cálculo del tamaño maestral bajo un muestreo estratificado. Además, se quiere asegurar que para cada estrato se alcance con el nuevo muestreo el 10% de incertidumbre; por este motivo es que los cálculos del tamaño muestral se realizaron para cada estrato por separado.

El muestreo realizado en el INF no siguió estrictamente un plan de muestreo sistemático. Se recomienda poner especial atención en la distribución sistemática de los puntos de muestreo (conglomerados) en la siguiente evaluación. El muestreo sistemático se realiza generalmente siguiendo una grilla superpuesta en el mapa de cada estrato, y se toma un conglomerado por cada punto de la grilla. Las dimensiones de esta grilla dependen del tamaño del estrato y de su variación en este caso en el contenido de C. Por ejemplo, en el inventario forestal nacional de México estas grillas son de 20 x 20 km, 10 x 10 km y 5 x 5 km dependiendo del estrato. Estas dimensiones hacen que estas grillas estén anidadas unas dentro de otras, haciendo más fáciles las extrapolaciones de la información no solo para las variables de interés del INF sino de aquellas asociadas a otras investigaciones.

A partir de los tamaños de muestra obtenidos por estrato para alcanzar el 10% de incertidumbre se estimó la cantidad de puntos por estrato para cada uno de los tamaños de grilla (Cuadro 50). Luego, se seleccionó el tamaño de grilla que se aproximaba más a los tamaños muestrales requeridos por cada estrato. En la última columna del Cuadro 50 se sugiere la grilla para cada estrato.

Cuadro 50. Numero de conglomerados necesarios por estrato para los distintos escenarios de muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Tamaño de la grilla			Incertidumbre	Actual	Recomendado	Grilla Recomendada
	5x5	10x10	20x20				
1	72	20	6	120	41	72	5x5
2	148	44	11	116	54	148	5x5
3	719	170	44	151	154	170	10x10
4	425	103	26	88	84	103	10x10
5	200	50	13	336	60	200	5x5
6	2538	624	144	61	174	144	20x20 y 40x40
7	186	47	12	66	87	192	5x5
8	41	8	2	85	30	82	5 x 2.5
9	172	45	13	108	27	110	5x5
Total				1131	711	1221	

En el Estrato 1, teniendo en cuenta que es uno de los de menos tamaño y por lo tanto no aporta tanto al cálculo del C total como los otros, se sugiere una grilla de 5 x 5 km, dando como resultados una cantidad por debajo de lo requerido para la incertidumbre. Para el Estrato 2 se sugiere algo más de lo recomendado para alcanzar la incertidumbre debido a que es un paisaje más fragmentado y podrían no encontrarse el uso bosque en todos los puntos definidos por la grilla de 5 x 5. En los Estratos 3 y 4, con una grilla de 10 x 10 se tiene un poco más del 10% de los conglomerados necesarios, pero este es un porcentaje razonable de puntos que no puedan evaluarse por no ser uso bosque o por accesibilidad.

En el Estrato 5, debido a su alta variabilidad, el número de puntos bajo la grilla de 5 x 5 no es suficiente para llegar al requerimiento de incertidumbre. Sin embargo para este estrato se puede mejorar las evaluaciones de manera de disminuir su varianza y así estar cerca de los requerimientos de incertidumbre. Además, su tamaño es pequeño por lo que representa menos del 5% de la superficie de bosque del Ecuador, por lo que no tiene gran importancia en la estimación del total del C en el inventario nacional.

El Estrato 6 es el más importante por su tamaño y cantidad de C. En el primer muestreo se hicieron 174 parcelas, y con una grilla de 20 x 20 de logran 144 puntos, lo cual excede lo requerido para alcanzar la incertidumbre (61). Sin embargo, teniendo en cuenta este es el estrato que más aporta a la cantidad de C tanto por su tamaño como por su biomasa acumulada, se sugiere seguir la grilla de 20 x 20 y en casos de poca accesibilidad, bajar a 40 x 40 km (20 x 20 también esta anidada en 40 x 40).

En el Estrato 7, de acuerdo a la incertidumbre harían falta solo 66 conglomerados, algo menos de los 87 que se realizaron en el primer muestreo. Sin embargo, con la grilla de 10 x 10 solo se logran 39. Por este motivo se recomienda la grilla de 5 x 5, que si bien representa un total de 192 conglomerados, muchos de ellos no podrán ser evaluados por problemas de acceso o por cuestiones de seguridad.

Par el caso del Estrato 8, los manglares en el norte del país aparecen como una franja costera que en muchos casos no llega a los 5 km de ancho. Por este motivo, se recomienda seguir una

grilla de 5 x 2,5 (la grilla de 5 x 2,5 esta anidada en la de 5 x 5). En el Estrato 9 con una grilla de 5 x 5 se supera lo requerido por incertidumbre. No obstante los conglomerados de este estrato son muy difícil de evaluar debido a que gran parte está bajo el agua, y además está muy fragmentado en el sur por lo que se pueden encontrar varios puntos sin uso bosque. La cantidad recomendada de 1221 conglomerados incluye alrededor de un 10% de puntos de más, es decir ya contempla el hecho de que algunos conglomerados no podrán ser evaluados por distintas razones operativas.

Debido a que el primer muestreo no siguió estrictamente un plan de muestreo sistemático, al realizar el segundo muestreo, ahora si bajo un plan sistemático, no habrá coincidencia entre las posiciones de las parcelas evaluadas anteriormente y los puntos de la nueva grilla que se medirán a futuro. Esto implica un problema a la hora de realizar las comparaciones de las dos mediciones sucesivas. Para solucionar en parte este problema se sugiere tomar como punto de origen (0,0) de la nueva grilla a aquel que produzca una menor distancia entre las parcelas del primer muestreo y las parcelas de la grilla para mediciones futuras.

Utilizando la información del C acumulado en los sumideros con información completa, se realizó un análisis de componentes de varianza (Cuadro 51). A partir de este análisis se pudo determinar que la variación promedio de las parcelas dentro de un conglomerado es similar a la varianza entre conglomerados de un estrato, y sugiere que no sería necesario evaluar las tres subparcelas dentro de un conglomerado.

Cuadro 51. Componentes de varianza por estrato para conglomerados y subparcelas dentro de conglomerados en el primer muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Conglomerado	Parcela
1	16.42	14.93
2	13.75	14.94
3	43.51	69.01
4	24.50	49.88
5	70.46	47.71
6	37.77	50.96
7	21.17	24.08
8	22.84	30.30
9	24.26	30.45

Esto tiene implicancias económicas, ya que el esfuerzo de evaluar las subparcelas no trae beneficios a la hora del cálculo de las incertidumbres (porque los errores estándar usan el número de conglomerados, no de las subparcelas). Una de las posibles causas de este comportamiento es el hecho de que las subparcelas están muy distanciadas entre sí, por lo tanto lo que se está evaluando a nivel de variabilidad dentro de un conglomerado es información independiente.

Uno de los escenarios posibles entonces es seguir tomando la información como hasta ahora, pero debido al aumento de la cantidad de conglomerados necesarios para alcanzar la incertidumbre, puede ser no viable económicamente. Así, una posibilidad es disminuir a 1 parcela por cada conglomerado, y tomar conglomerados de 1 ha que facilitan los cálculos y la interpretación futura.

## 2.5. Problemas encontrados que afectan la calidad de la información

- Los estratos definidos por el inventario no coinciden con los tipos de bosque definidos por la normativa forestal de Ecuador.
- No en todas las parcelas fue medida la misma área base.
- No pudieron ser medidas el área total de las parcelas, no todas las parcelas tienen la misma área medida.
- No está bien definido el código del árbol.
- En la base de datos de árboles mayores se encuentra la información de dos parcelas, con diferente tamaño y criterio de medición.
- No todos los individuos fueron identificados.
- No se midieron las tres parcelas en todos los conglomerados según dice el protocolo de inventario.
- No se puede separar la información de árboles bifurcados, ya que no está bien identificado en el código del árbol.
- Los Estratos 5 y 9 presentan un área de parcela máxima medida de 2400 m<sup>2</sup>, por ello se le realizó el cambio en la base de datos para hacer la expansión o extrapolación de la información correcta.
- No se especifica que es un bosque de garua en la normativa, por lo tanto no se puede identificar que estrato pertenece a este tipo de bosque.
- Algunas de las especies mencionadas en la normativa forestal, como especies comerciales, no tienen DMC. Estas especies están subrayadas pero no se conoce el motivo.
- El análisis de los PFNM no fue realizado como se solicitaba, debido a que no se tenía la información específica de cada uno de los productos de acuerdo a la especie. Solo se contaba con un identificador del tipo de uso no maderable que se le podía dar a la especie, con este identificador se generó el cuadro de frecuencia de usos no maderables.
- A los árboles que se les midió la altura, no se les estimó esta, para posteriormente poder calcular el sesgo presente en la estimación de alturas.
- Algunos de los árboles clasificados en estado de árbol como vivos, están identificados en la variable calidad de fuste como tocón o muerto.
- Retrasos en la entrega de parte de la información para generar los cálculos de: carbono en el suelo, volumen de especies condicionadas o amenazadas, número de especies condicionadas o amenazadas, número de parcelas clasificadas como de no aprovechamiento, o de aprovechamiento condicionado, entre otros.
- Para muchas parcelas no se ha registrado la cuota altitudinal, lo que complica la categorización según normativa forestal

- Aparentemente algunos conglomerados están agrupados y más concentrados en zonas boscosas marginales. Las áreas núcleo en cambio, parecen ser sub-muestreadas, con un posible sesgo hacia bosques secundarios, lo que se debe probablemente al difícil acceso.
- Parcelas de regeneración son muy pequeñas para detectar regeneración de especies prioritarias para el manejo o de conservación
- Para la mayoría de las especies las parcelas para los arboles grandes no son suficientemente grandes para encontrar un número adecuado que permite monitoreo a nivel de especie
- Para un inventarió multipropósito hay que aclarar y definir los propósitos más importantes antes de iniciar el inventario e contrastar los estratos forestales con estratos útiles para la gestión (según unidades políticas como por ejemplo provincias, normativas, áreas con diferentes tasas de deforestación para REDD+, estado sucesional del bosque). Definiendo los objetivos a posteriori no se puede garantizar que el número de parcelas sea suficiente en cada sub-estrato como para poder sacar conclusiones que pueden enriquecer las políticas nacionales.
- Conclusiones para conservación requieren de más resolución fina e informaciones contextuales de las parcelas como cercanía a áreas protegidas, y monitoreo de otros organismos.
- El esfuerzo para recopilar información sobre especies arbóreas ha sido bastante grande y no obstante de que puede haber errores de identificación, sobre todo en los estratos de regeneración por falta de material fértil, es una información valiosa, sin embargo:
  - Más utilidad se puede obtener de esa información elaborando una base de información sobre rasgos funcionales de las especies más abundantes.
  - Conclusiones para el manejo forestal en el momento están limitados por la falta de un listado nacional de especies prioritarias con sus precios de madera respectivo.
  - Mejorar congruencia entre estratos definidos por Chaves y aquellos de la ENF

**Observaciones:**

Los espacios vacíos en las columnas de detritus, hojarasca y sotobosque, no fueron llenados con ceros para calcular la media de los conglomerados y estratos, ya que no se tenía conocimiento de si esta información faltante era porque no había existencias en el área de muestreo, o porque no se pudo realizar el levantamiento de información.

Debido al valor diferente del factor de forma en algunos casos la estimación del volumen comercial es mayor al volumen total. Esto es a causa del factor de forma, y la poca diferencia entre las estimaciones de las alturas totales y comerciales.

**Recomendaciones:**

- Tomar las mismas clases diamétricas en parcelas grandes y parcelas pequeñas.
- Realizar conglomerados con el mismo tamaño de parcela grande.
- Relevar toda la información de los sumideros en todas las parcelas.

- Identificar correctamente los estratos antes de hacer el muestro y corroborar en el momento de colectar información, que el tipo de vegetación corresponda al estrato teórico.
- Tomar la altura total o comercial de cada uno de los arboles evaluados.
- Realizar modelos alométricos específicos, al menos para las especies que cubren el 80% de la biomasa acumulada.

## 2.6. Bibliografía

- Aguirre, N.; Añazco, M.; Cueva, K.; Ordoñez, L.; Pekkarinnen, A.; Raírez, C.; Román, R.M.; Sánchez, G.; Velasco, C. comps 2010. Metodología para desarrollar el estudio piloto de la ENF en conformidad con el mecanismo REDD+. Quito, EC. 59 p.
- Alvarez, E.; Duque, A.; Saldarriaga, J.; Cabrera, K.; De las Salas, G.; Del Valle, I.; Rodríguez, L. 2012. Tree above-ground biomass allometries for carbon stocks estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*. 267:297-308.
- Alves, L. F.; Vieira, S. A.; Scaranello, M. A.; Camargo, P. B.; Santos, F. A.; Joly, C. A.; Martinelli, L. A. 2010. Forest structure and live aboveground biomass variation along an elevational gradient of tropical Atlantic moist forest (Brazil). *Forest Ecology and Management*. 260(5): 679-691.
- Baker, T. R.; Phillips, O. L.; Malhi, Y.; Almeida, S.; Arroyo, L.; Di Fiore, A.; Martínez, R. V. 2004. Increasing biomass in Amazonian forest plots. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 359(1443): 353-365.
- Bámaca, E. 2002. Dinámica del carbono en los residuos forestales producidos durante el aprovechamiento y el aserrío en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, CR. 75p.
- Bauter, M. 2013. Quantification of the potential carbon capture of reforested highlands in the Andes. Thesis submitted in the fulfillment of the requirements of the degree of Master in Bio-science Engineering (en línea). Universiteit Gent. Faculty of Bio-science engineering Academic year 2012-2013 Laboratory of Plant Ecology. Consultado 15 mar. 2014. Disponible en [http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/063/606/RUG01-002063606\\_2013\\_0001\\_AC.pdf](http://lib.ugent.be/fulltxt/RUG01/002/063/606/RUG01-002063606_2013_0001_AC.pdf)
- Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Casanoves, F., Di Rienzo, J.A.; Robledo, C.W. 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, AR.
- Blanc, L.; Echard, M.; Herault, B.; Bonal, D.; Marcon, E.; Chave, J.; Baraloto, C. 2009. Dynamics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest. *Ecological Applications*, 19(6): 1397-1404.
- Brown, JK.; Roussopoulos, PJ. 1974. Eliminating biases in the planar intersect method. En: *Forest Science*, 20(4): 350-356.
- Brown, I.F.; Nepstad, D.E.; Ires, O.; Luz, L. M.; Alechandre, A. Z. 1992. Carbon storage and landuse in extractive reserves, Acre, Brazil. *Environmental Conservation* 19: 307-315.
- Cairns, M. A.; Brown, S.; Helmer, E. H.; Baumgardner, G. A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111(1): 1-11.
- Chacón-León, M.; Harvey, C.A. 2013. Reservas de biomasa de árboles dispersos en potreros y mitigación al cambio climático. *Agronomía Mesoamericana*. 24(1): 17-26.
- Chave, J.; Andalo, C.; Brown, S.; Cairns, J.; Chambers, Q.; Eamus, D.; Fölster, H.; Fromard, F.; Higuchi, N.; Kira, T.; Lescure, J.P.; Nelson, B. W.; Ogawa, H.; Puig, H.; Riéra, B.; Yamakura, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145:87-99.
- Cifuentes-Jara, M. 2008 Aboveground biomass and ecosystem carbon pools in tropical secondary forests growing in six life zones of Costa Rica. Ph.D. Thesis .Oregon State University. 178 p.
- Corral, R.; Duicela, L.; Maza, H. 2004. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales con café arábigo y cacao, en dos zonas agroecológicas del litoral Ecuatoriano. In X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo (en línea). Consultado 20 mar. 2014. Disponible en <http://www.secsuelo.org/congresos.html>

- Cummings, D.L.; Kauffman, J.B.; Perry, D.A.; Hughes, R.F. 2002. Aboveground biomass and structure of rainforests in the southwestern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 163:293–307.
- Da Silva, R.P. 2007. Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM). PhD Thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, BR. 152 p.
- Del Valle, I.; Restrepo, H.I.; Londoño, M. 2011. Recuperación de la biomasa mediante la sucesión secundaria, Cordillera Central de los Andes, Colombia. *Revista de Biología Tropical*. 59 (3): 1337-1358
- Del Vecchia, A. G.; Bruno, J. F.; Benninger, L.K.; Alperin, M.; Banerjee, O.; Morales, J. 2013. Organic carbon inventories in natural and restored Ecuadorian mangrove forests (en línea). Consultado 10 mar. 2014. Disponible en <https://peerj.com/articles/388/>
- Ebeling, J.; Vallejo, A. 2011. 2011.: AR Guidance: Technical Project Design. In *Building Forest Carbon Projects*. Ebeling, J.; Olander, J. (eds.). Washington, DC, US.
- Feldpausch, T. R.; Jirka, S.; Passos, C. A.; Jasper, F.; Riha, S.J. 2005. When big trees fall: damage and carbon export by reduced impact logging in southern Amazonia. *Forest ecology and management*. 219(2):199-215.
- Girardin, CAJ.; Malhi, Y.; Aragão, L.E.O.C.; Mamani-Solórzano, M.; Huaraca Huasco, W.; Durand, L.; Feeley, KJ.; Rapp, J.; Silva-Espejo, J.E.; Silman, MR.; Salinas, N.; Whittaker, R.J. 2010. Net primary productivity allocation and cycling of carbon along a tropical forest elevational transect in the Peruvian Andes. *Global Change Biology* 16(12):3176–3192
- 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. 2013a. 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
- Girardin, C.A.J.; Aragão, L.E.O.C.; Malhi, Y.; Huaraca Huasco, W.; Metcalfe, D.B.; Durand, L.; Mamani, M.; Silva-Espejo, J.E.; Whittaker, R. J. 2013b. Fine root dynamics along an elevational gradient in tropical Amazonian and Andean forests. *Global Biogeochemical Cycles*. 27(1): 252-264.
- Goodman, R.C.; Phillips, O. L.; Del Castillo Torres, D.; Freitas, L.; Cortese, S. T.; Monteagudo, A.; & Baker, T.R. 2013. Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management*. 310: 994-1004.
- Harmon, M.E.; Sexton, J. 1996. Guidelines for measurements of woody detritus in forest ecosystems. US LTER Publication No. 20. U.S. LTER Network Office. University of Washington, College of Forest Resources. Seattle, US.
- Jadán, A.; Bolier, T.; Günter, S. 2012. Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador.
- Leuschner, C.; Zach, A.; Moser, G.; Homeier, J.; Graefe, S.; Hertel, D.; Wittich, B.; Soethe, N.; Lost, S.; Röderstein, N.; Horna, V.; Wolf, K. 2013. The Carbon Balance of Tropical Mountain Forests Along an Altitudinal Transect. *Ecological Studies*. 221:117-139

- Mazzei, L.; Sist, P.; Ruschel, A.; Putz, F.E.; Marco, P.; Pena, W.; Ferreira, J.E.R. 2010. Above-ground biomass dynamics after reduced-impact logging in the Eastern Amazon. *Forest ecology and management*. 259(3): 367-373.
- Marlinda, E.; Lopez, L. 2008. Cálculo de la incertidumbre del sistema (en línea). Consultado 22 ago. 2013. Disponible <http://mediciones-i-incertidumbre.blogspot.com/>
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador). 2000. Normas para el Manejo Forestal Sustentable para Aprovechamiento de Madera en Bosque Húmedo. Acuerdo Ministerial N° 131.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador). 2006. Norma para el manejo forestal sustentable de los bosques andinos. Acuerdo Ministerial N° 128.
- MAE (Ministerio de Ambiente del Ecuador). 2007. Norma para el Manejo Forestal Sustentable del Bosque Seco. Acuerdo Ministerial N° 244.
- MAE (Ministerio del Ambiente de Ecuador). 2012. Manual de Campo. Evaluación Nacional Forestal. MAE-FAO-Formin Finland-ONU REDD. Quito, EC.
- Malhi, Y.; Wood, D.; Baker, T.R.; Wright, J.; Phillips, O.L.; Cochrane, T.; Vinceti, B. 2006. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. *Global Change Biology*. 12(7): 1107-1138.
- Moser, G.; Leuschner, C.; Röderstein, M.; Graefe, S.; Soethe, N.; Hertel, D. 2010. Biomass and productivity of fine and coarse roots in five tropical mountain forests stands along an altitudinal transect in southern Ecuador. *Plant Ecology & Diversity*. 3(2): 151-164.
- Moser, G.; Leuschner, C.; Hertel, D.; Graefe, S.; Soethe, N.; Lost, S. 2011. Elevation effects on the carbon budget of tropical mountain forests (S Ecuador): the role of the belowground compartment. *Global Change Biology*. 17(6): 2211-2226.
- Moser C., G, Bertsch C, Röderstein M, Hertel D. 2007. Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. *Basic and Applied Ecology* 8:219–230
- Nascimento, H.E.M.; Laurance, W.F. 2002. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. *Forest Ecology and Management*. 168:311–321.
- Nightingale, J. M.; Hill, M.J.; Phinn, S.R.; Davies, I.D.; Held, A.A.; Erskine, P.D. 2008. Use of 3-PG and 3-PGS to simulate forest growth dynamics of Australian tropical rainforests: I. Parameterisation and calibration for old-growth, regenerating and plantation forests. *Forest Ecology and Management*. 254(2): 107-121.
- Nogueira, E.; Fearnside, P.; Walker, B.; Imbrozio, R.; Hermanus, E. 2008. Estimates of forest biomass in the Brazilian Amazon: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. *Forest Ecology and Management* 256(11): 1853-1867.
- Palacios, W.; Quiroz, H. 2011. Sondeo sobre la Percepción de la rentabilidad del Aprovechamiento de Madera por parte de pequeños productores en Ecuador. *Costas y Bosques Sostenibles*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 24 p.
- Pearson, T.R.; Brown, S.; Casarim, F.M. 2014. Carbon emissions from tropical forest degradation caused by logging. *Environmental Research Letters*. 9(3). 11pp.
- Peña, M.A.; Duque, A. 2013. Patterns of stocks of aboveground tree biomass, dynamics, and their determinants in secondary Andean forests. *Forest Ecology and Management*. 302:54-61.
- Pereira Jr, R., Zweede, J., Asner, G. P., & Keller, M. 2002. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 168(1), 77-89.

- Pinard, M.A.; Putz, F.E. 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage. *Biotropica*. 28(3): 278-295.
- Putz, F.E. 1983. Liana biomass and leaf area of a " tierra firme" forest in the Rio Negro Basin, Venezuela. *Biotropica*, 15(3):185-189.
- Río Frío, J.; Ramos, R.; Muñoz, J. 2004. Ajuste de Modelos Alométricos para Biomasa de *Acacia melanoxylum* L. bajo Sistemas Agroforestales en la Sierra Ecuatoriana. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo (en línea). Consultado 18 mar. 2014. Disponible en <http://www.secsuelo.org/congresos.html>
- Russel, C.E., 1983. Nutrient cycling and productivity of native and plantation forests at Jari florestal, Para', Brazil. Ph.D Thesis. University of Georgia, Athens. Georgia, US. 135 pp.
- Rutishauser, E.; Barthélémy, D.; Blanc, L.; Eric-André, N. 2011. Crown fragmentation assessment in tropical trees: method, insights and perspectives. *For. Ecol. Manage.* 261:400–407.
- Saatchi, S.S.; Houghton, R.A.; Dos Santos Alvala, R.C.; Soares, J.V.; Yu, Y. 2007. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. *Global Change Biology*, 13(4): 816-837.
- Saldarriaga, J.G.; West, D.C.; Tharp, M.L.; Uhl, C. 1988. Long-term chronosequence of forest succession in the upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology*. 76: 938-958.
- Sarmiento, G.; Pinillos, M.; Garay, I. 2005. Biomass variability in tropical American lowland rainforests. *Ecotropicos*, 18(1): 1-20.
- Sasaki, N.; Abe, I.; Khun, V.; Chan, S.; Ninomiya, H.; Chheng, K. 2013. Reducing Carbon Emissions through Improved Forest Management in Cambodia. *Low Carbon Economy*. 4:55-67
- Sist, P.; Dykstra, D.; Fimbel, R. 1998. Reduced-impact logging guidelines for lowland and hill dipterocarp forests in Indonesia. Occasional Paper No. 15. CIFOR. 6 p.
- Slik, J.W.; Paoli, G.; McGuire, K.; Amaral, I.; Barroso, J.; Bastian, M.; Blanc, L.; Bongers, F.; Boundja, P.; Clark, C.; Collins, M.; Dauby, G.; Ding, Y.; Doucet, J.L.; Eler, E.; Ferreira, L.; Forshed, O.; Fredriksson, G.; Gillet, J.F.; Harris, D.; Leal, M.; Laumonier, Y.; Malhi, Y.; Mansor, A.; Martin, E.; Miyamoto, K.; Araujo-Murakami, A.; Nagamasu, H. Nilus, R.; Nurtjahya, E.; Oliveira, A.; Onrizal; Parada-Gutierrez, A.; Permana, Andrea.; Poorter, L.; Poulsen, J.; Ramirez-Angulo, Hirma.; Reitsma, J.; Rovero, F.; Rozak, A.; Sheil, D.; Silva-Espejo, J.; Silveira, M.; Spironelo, W.; ter Steege, H.; Stevart, T.; Navarro-Aguilar, G.; Sunderland, T.; Suzuki, E.; Tang, J.; Theilade, I.; Van der Heijden, G.; Van Valkenburg, J.; Van Do, T.; Vilanova, E.; Vos, V.; Wich, S.; Wöll, H.; Yoneda, T.; Zang, R.; Zhang, M.; and Zweifel, N. 2013. Large trees drive forest aboveground biomass variation in moist lowland forests across the tropics. *Global ecology and biogeography*. 22(12): 1261-1271.
- Torres, A.B.; Lovett, J. C. 2013. Using basal area to estimate aboveground carbon stocks in forests: La Primavera Biosphere's Reserve, Mexico. *Forestry*.86(2):267-281.
- UNFCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2012. Decision 1/CP.17. Establishment of an Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action. FCCC/CP/2011/9/Add.1 (en línea) . Consultado 18 oct. 2013. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/eng/09a01.pdf#page=2>
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2013. Afforestation and Reforestation Projects under the Clean Development Mechanism: A Reference Manual (en línea). Consultado 15 mar. 2014. Disponible en <http://www.unfccc.int>

Vieira, S.; Trumbore, S.; Camargo, P.B.; Selhorst, D.; Chambers, J.Q.; Higuchi, N.; Martinelli, L.A. 2005. Slow growth rates of Amazonian trees: consequences for carbon cycling. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 102: 18502–18507

VCS (Verified Carbon Standard). 2012. AFOLU Non-Permanence Risk Tool: VCS Version 3 (en línea). Consultado 20 abr. 2014. Disponible en <http://www.v-c-s.org/sites/v-c-s.org/files/AFOLU%20Non-Permanence%20Risk%20Tool%2C%20v3.2.pdf>

Zanne, A.E.; Lopez-Gonzalez, G.; Coomes, D.A.; Ilic, J.; Jansen, S.; Lewis, S.L.; Miller, R.B.; Swenson, N.G.; Wiemann, M.C.; Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad Digital Repository. Consultado 20 oct. 2013. Disponible en <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>

### **3. MAPA DE CARBONO**

*Autores: Néstor Veas y Pablo Moncayo*

*Revisión Técnica: Anssi Pekkarinen*

### 3.1. Introducción

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) se encuentra en un proceso de preparación para acceder a los mercados internacionales de carbono causados por Deforestación y Degradación de los bosques (REDD+). Este es un mecanismo clave para mitigar el cambio climático y se centra en cinco actividades forestales como medidas de mitigación medibles, reportables y verificables (MAE-ENF et al 2010). Estas actividades son, reducción de emisiones por deforestación, reducción de emisiones por degradación, gestión sostenible de los bosques (GSB), aumento de las reservas forestales de carbono y conservación de existencias forestales de carbono.

El Mapa de Carbono se refiere a la mapeación de los depósitos (stocks) de este elemento, contenidos en los bosques del Ecuador. De manera adicional, se debe considerar que el país tiene la obligación de remitir Comunicaciones Nacionales a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), las que deben incluir información sobre emisión y sumideros (pools) de carbono (FCCC 2007).

Dado que los censos forestales a nivel nacional resultan extremadamente costosos y requieren de mucho tiempo, esfuerzo y personal capacitado, es necesario recurrir a técnicas de sensores remotos que permitan realizar estimaciones de valores de carbono por área; esta metodología permite reducir la cantidad de mediciones en campo, utilizando y calibrando los resultados con los valores obtenidos de las parcelas establecidas.

Los mapas permiten localizar y cuantificar los cambios en los depósitos de carbono, identificar donde hay un mayor aporte o pérdida de carbono, lo cual obliga a buscar la razón de estos patrones, sean naturales o antrópicas. Asimismo analizar zonas con mayor o menor degradación y, por supuesto, evaluar el rendimiento de las acciones de reforestación o los efectos producidos por la deforestación. En este contexto se enmarca la necesidad de generar cartografía de carbono con un nivel de confianza aceptable a nivel nacional y por estrato/tipo de bosque<sup>4</sup>.

Entre los resultados del Inventario Nacional Forestal (INF) se determinó el valor de carbono para cada sumidero de carbono por parcela, siendo el total la suma de la biomasa aérea, en raíces, madera caída y en el suelo<sup>5</sup>(MAE - ENF et al 2010), que con su correspondiente coordenada geográfica permite establecer una relación entre los datos de campo con los valores espectrales de las imágenes satelitales, y realizar una interpolación al resto de zonas en donde no se posee valores de campo.

Este trabajo se desarrolló con apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), a través del Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático, parte del Programa Global FAO-Finlandia que cuenta con el soporte financiero del Gobierno de Finlandia. La FAO generó herramientas geográficas de acceso gratuito denominadas Open Foris Geospatial Toolkit en el Sistema Operativo Linux, y que permiten sistematizar los procesos de datos geoespaciales, estos incluyen programas

---

<sup>4</sup> Se ha establecido que un parámetro aceptable es una incertidumbre debe tener un 95% de confianza (IPCC 2006)

<sup>5</sup> Si bien se hizo toma de datos de carbono en suelo, éstos aún no se han terminado de procesar, por lo que este *pool* no se tomó en cuenta para esta publicación.

independientes (stand-alone) y comandos (scripts) y se ajustan de acuerdo a los requerimientos para desarrollar mapas como el Mapa de Carbono nacional (OpenForis 2014).

### 3.2. Metodología

La metodología que se describe a continuación, es un extracto del documento “Metodología para la generación del Mapa de Carbono de los bosques nativos del Ecuador continental”, generado por la Evaluación Nacional Forestal (MAE), en el marco de cooperación con el Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático de la FAO.

El Mapa de Carbono del Ecuador se desarrolló en tres etapas: selección del área de estudio (el territorio continental ecuatoriano), pre-procesamiento de datos y aplicación del algoritmo K-nn (Figura 18).

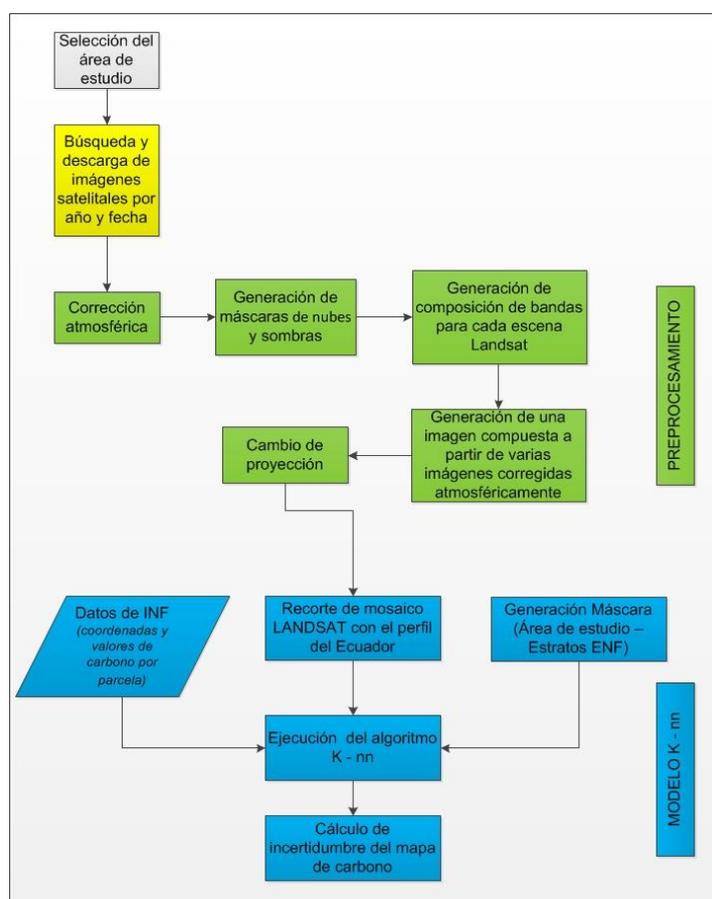


Figura 18. Resumen de la metodología utilizada para generar el Mapa de Carbono del Ecuador Continental.

Fuente: MAE-FAO 2014.

### 3.2.1. Selección del área de estudio

Este paso requiere la generación de un mosaico de imágenes LANDSAT o MODIS, las cuales son descargadas a través de internet<sup>6</sup>. Se obtuvieron imágenes de todo el país en diferentes épocas del año, para contar con la mayor cantidad de área despejada de nubes. Las que se registraron en una base de datos para saber a qué sitio corresponde cada una y cuando fue la fecha en que se tomó la imagen.

### 3.2.2. Preprocesamiento

Este procedimiento consiste en procesar como se indica en el párrafo siguiente cada una de las imágenes para que puedan ser finalmente unidas y formar un mosaico nacional, con la menor cantidad de nubes y así poder extraer la mayor cantidad de información espacial posible.

Al ser imágenes tomadas en diferentes días a diferentes horas, las condiciones climáticas varían para cada una de ellas. Se realizó una corrección atmosférica para cada imagen, quedando de esta manera homologadas cada una de ellas, así las bandas y espectros de luz son los mismos, permitiendo una homologación de las imágenes.

Posteriormente, se creó una máscara de las nubes y sombras que hay en cada imagen en el programa LEDAPS (2012). Este procesa las imágenes LANDSAT para determinar diferentes coberturas, como las nubes y sombras de nubes, las cuales deben aislarse para no causar errores en el procesamiento de los datos.

A continuación debe realizarse una composición de bandas de las diferentes imágenes existentes, es decir, de varias tomas de un mismo sitio generar solamente una. Ésta tiene una mejor calidad en lo que se refiere a cobertura, eliminando de gran manera las coberturas de nubes y sombras de nubes, para facilitar la generación del modelo de carbono con el algoritmo K-nn (ver 3.2.3)

Para finalizar, las imágenes depuradas se unen para formar un mosaico que abarque todo el Ecuador continental. Este mosaico se homologó al sistema de coordenadas UTM, zona 17 Sur del sistema WGS84, con lo cual quedó preparado para su uso en el apartado siguiente.

Los pasos de preprocesamiento descritos anteriormente, se pudieron omitir, debido a que se realizó un acuerdo institucional y se obtuvo un mosaico de imágenes LANDSAT completo del Ecuador Continental, generado por la Universidad de Maryland para la época 2008 que posee 4 bandas (Hansen et al 2008), lo cual permitió ahorrar una enorme cantidad de tiempo y recursos, ya que estaba ortorrectificada<sup>7</sup> y con la correspondiente corrección atmosférica.

---

<sup>6</sup> La descarga de imágenes LANDSAT se realiza desde la dirección electrónica <http://glovis.usgs.gov/> y para las imágenes MODIS en [https://lpdaac.usgs.gov/get\\_data](https://lpdaac.usgs.gov/get_data)

<sup>7</sup> El proceso de ortorrectificación remueve la distorsión geométrica presente en las imágenes la cual es ocasionada por la orientación de la cámara o el sensor, el desplazamiento debido al relieve y los errores sistemáticos asociados con la imagen. (Velásquez y Brenes 2009).

### 3.2.3. Modelo K-nn

El Mapa de Carbono incluye la suma de todos los reservorios (pools) excepto el contenido en el suelo, y es el resultado de la relación entre los valores digitales de la imagen y los valores de biomasa obtenidos luego de procesar los datos provenientes de cada una de las parcelas de campo del INF. La biomasa de cada parcela se obtuvo aplicando la ecuación de Chave et al. (2005) correspondiente a cada estrato.

Para realizar el modelamiento se utilizó el algoritmo K-nearestneighbors (K-nn) implementado en el programa Open Foris. Una de las ventajas de este estimador es que se pueden calcular simultáneamente diferentes variables forestales, conservando la dependencia entre las mismas (Moer 1987).

Para ejecutar el algoritmo K-nn se necesitan como insumos, el mosaico de la imagen LANDSAT realizado previamente con sus respectivas 4 bandas, las coordenadas de las parcelas y su respectivo valor de carbono en toneladas por hectárea (Tn/ha). La ecuación utilizada fue la siguiente (Mäkela y Pekkarinen, 2004):

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{d_i^2}\right) y_i}{\sum_{i=1}^k \left(\frac{1}{d_i^2}\right)} \quad (1)$$

Donde:

- $\hat{y}$  Valor estimado
- $y_i$  Valor de la  $i$ -ésimo vecino más cercano
- $d_i$  Distancia euclidiana al  $i$ -ésimo vecino más cercano
- $k$  Número de vecinos utilizados.

Para escoger el valor de k que brinda mejores resultados, se utiliza la validación cruzada dejando uno fuera (cross validation), una técnica que estima un valor para cada parcela, utilizando para ello otras parcelas de la base de datos (Mäkela y Pekkarinen 2004). Con ello se puede estimar la importancia de las variables auxiliares y a su vez seleccionar los parámetros que producen los mejores resultados (Cuadro 52).

Cuadro 52. Valores de k seleccionados para cada estrato

Estrato de Bosque	Abreviación	K
Seco Andino	BSA	11
Seco Pluvioestacional	BSP	13
Siempreverde Andino Montano	BSVAM	9
Siempreverde Andino de Pie de Monte	BSVAPM	11
Siempreverde Andino de Ceja Andina	BSVAC	12
Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía	BSVTBA	11
Siempreverde de Tierras Bajas del Choco	BSVTBCH	12
Manglar	M	8
Moretal	Mo	8

Fuente: Elaboración Propia.

El último paso consiste en la ejecución del modelado para luego registrar sus resultados, generar las tablas de datos y la cartografía respectiva. Éstas se dan en formato ráster para ser procesadas en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

#### 3.2.4. Incertidumbre

Este apartado se calculó utilizando la metodología de incertidumbres regionales descrito por Tomppo y Halme (2004). Esta consiste en comparar los valores de los píxeles estimados con parcelas de campo que caen fuera de una región seleccionada con un estimador producido solo con los datos de campo dentro de la región. La comparación se hace utilizando el promedio y desviación estándar de las parcelas de campo y comparándolo con el estimador producido con K-nn. Lo anterior permite obtener dos estimadores independientes: una producido con las parcelas de campo y una con el K-nn.

Además de este procedimiento se utilizó los estadísticos derivados de la validación cruzada (crossvalidation). Para calcular la fiabilidad de la estimación se midió el error estándar medio (RMSE) (Lindgren, 1976, ecuación 2). El error estándar medio relativo (RMSEr) se calcula como una proporción de la media del valor estimado, como se indica en las ecuación 3.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

(2)

$$RMSE_r = \frac{RMSE}{\bar{\hat{y}}}$$

(3)

Donde:

- $\hat{y}_i$  Valor de la estimación
- $\bar{\hat{y}}$  Media de las estimaciones.
- $n$  El número de observaciones.

### 3.3. Resultados y discusión

Luego del proceso de modelación y cartografía, se obtuvo un Mapa de Carbono nacional con una resolución de píxel de 30 x 30 metros. Es importante recalcar que la cantidad de carbono capturado por los bosques del Ecuador continental, expresada en este apartado, no cuantifica el carbono contenido en los suelos<sup>8</sup>. Los reservorios que fueron tomados en cuenta para este cálculo son, biomasa aérea (viva y muerta), biomasa en raíces (viva y muerta), biomasa en sotobosque, biomasa en hojarasca y biomasa en madera caída.

<sup>8</sup> Si bien se hizo toma de datos en suelo, éstos aún no se han terminado de procesar, por lo que este *pool* no se tomó en cuenta para esta publicación.

### 3.3.1. Mapa de Carbono

Por su amplia biodiversidad florística, así como la extensión de su cobertura forestal, el Ecuador continental posee una gran cantidad de carbono almacenado en sus bosques nativos. Si bien su distribución no es homogénea, en las tres regiones continentales hay importantes áreas de reserva de carbono, éstas se representan en los 9 estratos<sup>9</sup> de bosque a nivel nacional, con una cantidad total almacenada de aproximadamente 1,52Gt, teniendo un promedio nacional de 133,67 toneladas por hectárea (Cuadro 53).

Cuadro 53. Valores totales y promedio de carbono por estrato en el Ecuador continental, obtenidos del modelo K-nn, relacionando datos de campo con el mosaico LANDSAT 2008.

Estrato de Bosque	Superficie (Ha)	Carbono Promedio (T/Ha)	Carbono Total (T)	Desviación Estándar
Seco Andino	162.986,85	41,42	6.750.915,33	8,40
Seco Pluvioestacional	399.322,53	34,21	13.660.823,75	9,01
Siempreverde Andino Montano	1.888.674,12	125,03	236.140.925,22	37,42
Siempreverde Andino de Pie de Monte	1.079.697,24	112,20	121.142.030,33	28,28
Siempreverde Andino de Ceja Andina	502.770,24	99,96	50.256.913,19	37,77
Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía	6.293.513,34	161,79	1.018.227.523,28	30,13
Siempreverde de Tierras Bajas del Choco	465.706,17	75,18	35.011.789,86	14,75
Manglar	104.572,17	63,02	6.590.138,15	24,37
Moretal	466.068,87	66,78	31.124.079,14	19,33
<b>TOTAL</b>	<b>11.363.311,53</b>	<b>133,67</b>	<b>1.518.905.138,25</b>	

Fuente: Elaboración Propia

El estrato correspondiente a los bosques amazónicos representa un 67% del stock de carbono a nivel nacional, un valor más alto en relación con la superficie que estos ocupan, 55% del total del área de la cobertura boscosa del Ecuador Continental. La relativa homogeneidad vegetal del estrato, la cobertura del estrato, su estado de conservación y principalmente la densidad de árboles explican el valor de carbono por hectárea de 161,25 toneladas, el más alto de todos los estratos.

Después de los bosques mencionados en el párrafo anterior, los estratos que contienen mayor cantidad de carbono son el Bosque Siempreverde Andino Montano (BSVAM) y el Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte (BSVAPM). Sin embargo, en estos casos su aporte porcentual, de 15,55% y 7,98% respectivamente, es menor que el área que ocupan respecto a los bosques continentales (Figura 19). Entre los tres estratos mencionados se encuentra el 90% del carbono almacenado en el Ecuador continental.

<sup>9</sup> Los nueve estratos de la ENF se determinaron según el III Nivel de Clasificación de uso de la tierra y tipos de bosque de las clases globales del IPCC (2006).

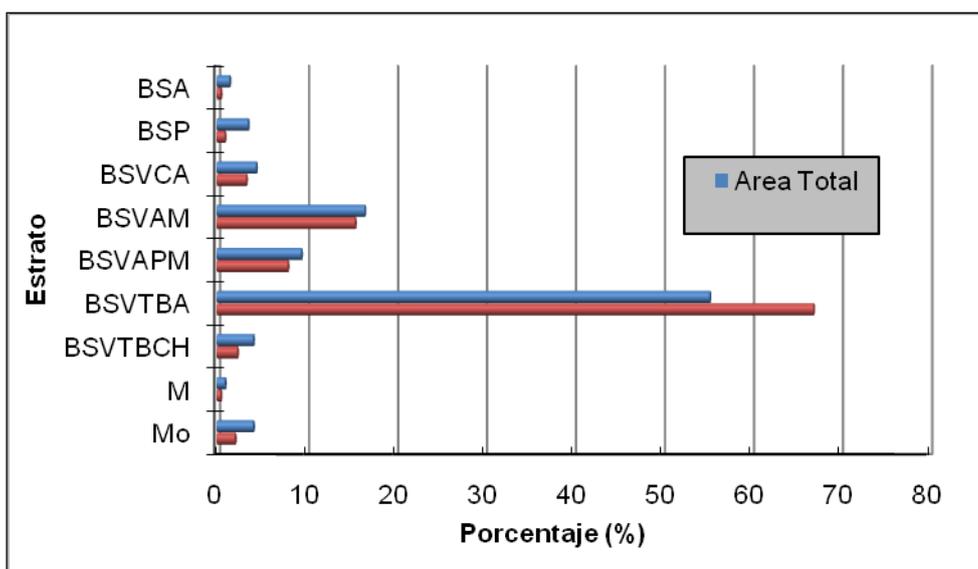


Figura 19. Relación porcentual entre la superficie de cada estrato de bosque y su captura de carbono.

Fuente: Elaboración Propia.

El estrato restante de los bosques de altura, el Bosque Siempreverde Andino de Ceja Andina (BSVCA), captura poco menos de 100 toneladas por hectárea, siendo además el cuarto estrato con mayor superficie a nivel nacional con más de medio millón de hectáreas.

En lo que respecta a bosques asociados con humedales, existen dos estratos, Manglar (M) y Moretal (Mo). El primero de ellos se concentra en las zonas costeras y es el de menor superficie de los bosques del Ecuador, siendo además uno de los más vulnerables a la acción antrópica y sus actividades (Yañez-Arancibia *et al.* 1998); contribuye con más de 6 millones y medio de toneladas capturadas. Los moretales capturan alrededor de 66 toneladas por hectárea y se ubican en una extensa área, principalmente en el noreste de la Amazonía ecuatoriana, representando más de 30 millones de toneladas de carbono.

Los bosques secos son los que menos cantidad de carbono por hectárea capturan; expresado en valores el estrato Bosque Seco Andino (BSA) aporta 41,42 toneladas y el Bosque Seco Pluvioestacional (BSP) 34,21 toneladas. En total abarcan más de medio millón de hectáreas de superficie, representando poco más de 20 millones de toneladas de carbono entre ambos. Ambos estratos son los que menos almacenan en relación a su superficie; en casi un 5% del área de bosques del Ecuador no contienen siquiera el 1,5% de carbono.

Es importante destacar que las relaciones antes descritas sólo hacen referencia a los contenidos de carbono, más, no debe entenderse que los estratos que almacenan poco son menos importantes, ya que muchos de ellos cumplen funciones ecológicas, ambientales e incluso de relevancia para las actividades humanas que van más allá del carbono.

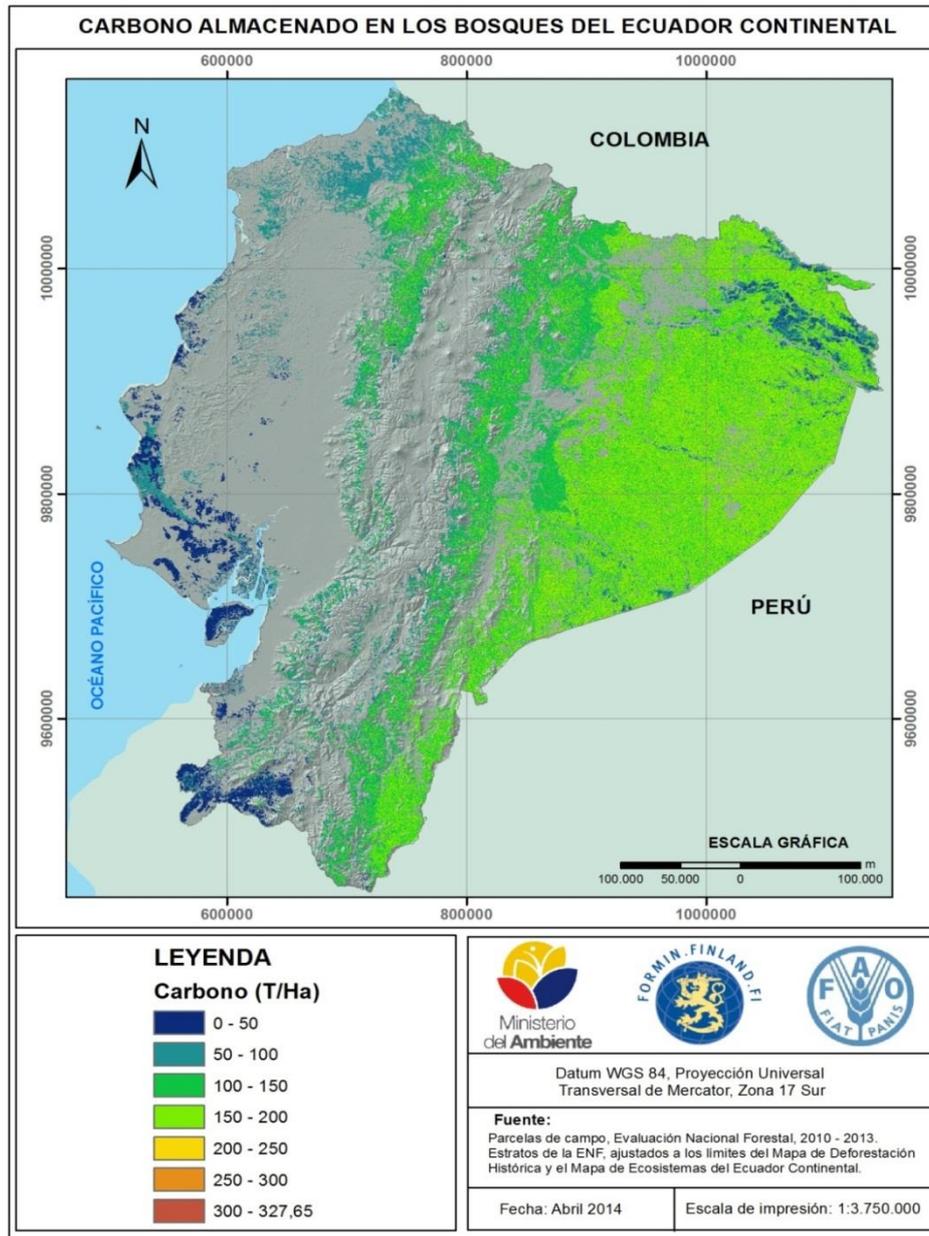


Figura 20. Carbono almacenado en el Ecuador continental (Excepto Suelos).

Fuente: Elaboración Propia

El Mapa de Carbono del Ecuador (Figura 20) refleja con claridad como la cuenca amazónica del Ecuador concentra la mayor cantidad de carbono en detrimento de la cuenca que va hacia el océano Pacífico. En esta última no sólo hay una menor cantidad de superficie boscosa, sino que también los valores de carbono por hectárea capturados son menores.

A nivel provincial, las diferencias son aún mayores. Las provincias amazónicas (Sucumbíos, Pastaza, Orellana, Morona Santiago, Napo y Zamora Chinchipe) suman un 85% del carbono que se almacena en los bosques del país, este dato contrasta fuertemente con las provincias de la sierra, que acumulan casi un 8%, y las de la costa, que aportan un 6% del carbono total.

Las Demarcaciones Hidrográficas de la SENAGUA son muy ilustrativas respecto al aporte en las cuencas amazónicas, las tres demarcaciones de este sector contienen casi el 90% del carbono del país; atención especial merece la demarcación del Napo, donde se encuentra casi la mitad de este elemento. En la vertiente pacífica, las 6 demarcaciones restantes apenas sobre pasan el 10% del carbono, estando la mitad de éste en la demarcación de Esmeraldas.

Las zonas de la SENPLADES tienen una distribución bastante diferente, los sectores Centro y Centro-Norte contienen cada uno más de un cuarto del carbono. También, las zonas Norte y Austro almacenan un 17% y 15% respectivamente, el doble de la zona Sur, la última de las que contienen una cantidad apreciable. Las zonas Pacífico y Litoral, así como ambos Distritos Metropolitanos (Quito y Guayaquil-Durán-Samborondón) en conjunto no contienen siquiera un 4% del carbono del Ecuador.

### 3.3.2. Incertidumbres

Como se puede observar en el (Cuadro 54), los promedios que se han producido utilizando las parcelas dentro de un estrato son similares con los promedios de carbono en campo, con excepción de los bosques de Manglar donde la diferencia es más grande que dos desviaciones estándar. Estadísticamente, salvo el estrato mencionado, la incertidumbre es pequeña (Cuadro 54) y en el Manglar los promedios estadísticos son diversos pero bajos.

Cuadro 54. Relación de resultados de campo con los estimadores modelados dentro y fuera de los estratos de bosque.

Estrato de Bosque	Promedio de Carbono en campo (T/Ha)	Desviación Estándar del estimador de estratos externos	Promedio de carbono según K-nn utilizando las parcelas del estrato (T/Ha)	Promedio de Carbono según K-nn utilizando las parcelas fuera del estrato (T/Ha)
BSA	40,84	2,23	41,42	56.43
BSP	33,84	1,74	34,21	59.64
BSVAM	121,32	4,87	125,03	108.30
BSVAPM	110,36	5,02	112,20	123.35
BSVAC	97,02	8,34	99,96	94.70
BSVTBA	155,26	3,36	161,79	116.15
BSVTBCH	73,87	2,39	75,18	100.18
M	76,87	4,68	63,02	109.15
Mo	62,91	5,82	66,78	139.23

Fuente: Elaboración Propia

Cuando se observan en cambio los estimadores producidos con las parcelas que caen fuera de cada estrato existen diferencias más grandes. Esto es natural considerando que las características, y los niveles de biomasa, son muy diversos entre los estratos. Los resultados obtenidos muestran claramente, que es necesario que el inventario del campo tenga parcelas en cada tipo de los bosques. Por ejemplo, en el estrato Moretal, la inundabilidad del sitio (similar al caso del Manglar explicada en el párrafo anterior) tiene un impacto fuerte en sus características espectrales. Por eso, es prácticamente imposible estimar sus características utilizando las parcelas fuera del estrato. Además, dado que los dos estratos, Manglares y

Moretales, tienen solo 87 y 52 parcelas respectivamente, sería importante realizar pruebas adicionales con más parcelas, así como con imágenes multitemporales y de mayor resolución espacial.

En el (Cuadro 55), se puede observar el RMSE, el RMSE relativo y los gráficos de validación cruzada de los diferentes estratos. Las formas de los curvas muestran claramente que el error baja muy rápido cuando el valor de k sube desde uno hasta diez, y después de este valor se puede observar un menor mejoramiento del RMSE.

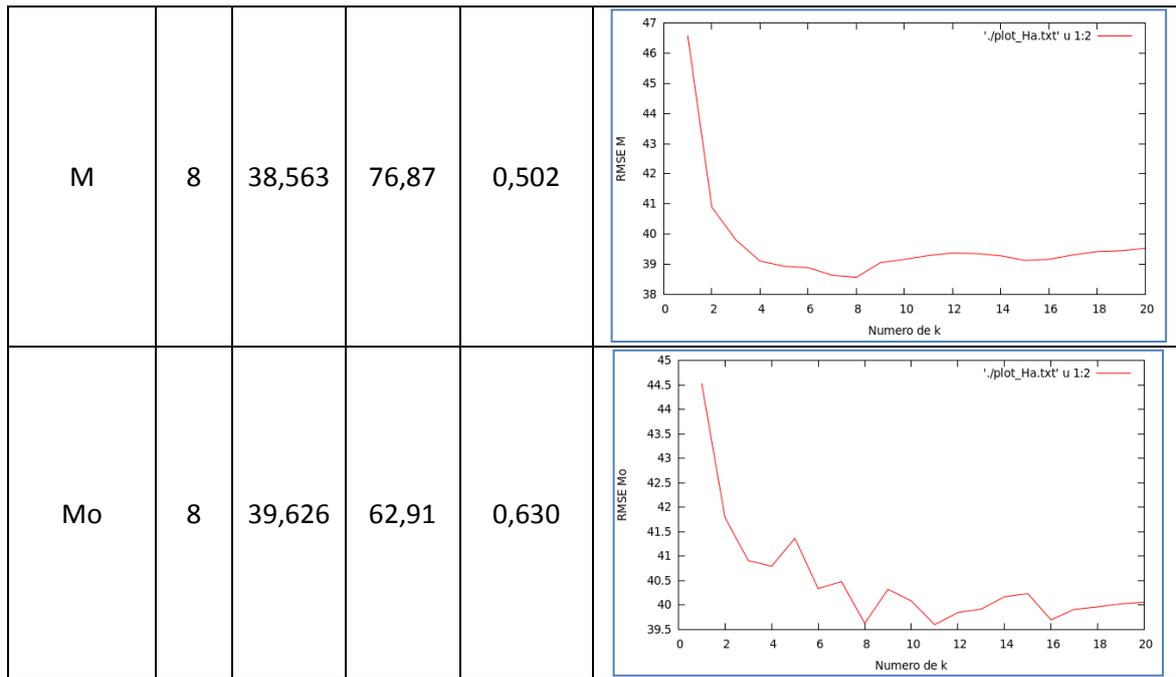
Las curvas de Manglares y Moretales muestran una desviación diferente, debido a sus características especiales y porque tienen un menor número de parcelas de campo en los dos estratos.

Es importante hacer hincapié en el hecho de que los errores presentados fueron calculados utilizando validación cruzada en el nivel de los píxeles, por eso, los estimadores de los errores son conservadores y normalmente más altos de los que se encuentra en el nivel de las zonas reales para cuales se produce los estimadores (estratos, regiones, provincias, etc).

Cuadro 55. Valores de RMSE en cada estrato, con su media, RMSE relativo y los gráficos de validación cruzada dejando uno fuera.

Estrato de Bosque	k	RMSE	Media	RMSE Relativo	Gráfico de validación cruzada.
BSA	11	24,009	40,84	0,588	
BSP	13	21,307	33,84	0,63	

BSVAM	9	91,84	97,02	0,947	<p>RMSE BSVCAM vs Numero de k</p>
BSVAPM	11	88,254	121,32	0,727	<p>RMSE BSVAPM vs Numero de k</p>
BSVAC	12	65,826	110,36	0,596	<p>RMSE BSVCA vs Numero de k</p>
BSVTBA	11	70,56	155,26	0,454	<p>RMSE BSVTBA vs Numero de k</p>
BSVTBCH	12	35,654	73,87	0,483	<p>RMSE BSVTBCH vs Numero de k</p>



Fuente: Elaboración Propia

Para analizar las incertidumbres en el nivel de las provincias se repitió la evaluación de los errores en la misma manera que ya se utilizó en el nivel de los estratos. Sin embargo, en el análisis provincial se hizo solo para las provincias amazónicas, esto debido a que solo en estas, tienen un número suficiente de parcelas de campo para realizar el modelamiento con K-nn ( $K > 10$ ).

Como en el caso de los estratos, se produjo los estimadores (el promedio de carbono) para cada provincia utilizando dos métodos independientes: 1) El promedio de las parcelas de campo de la provincia y 2) K-nn utilizando solo las parcelas del estrato que caen fuera de la provincia (Cuadro 56).

Cuadro 56. Resultados para las provincias que caen dentro del estrato Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía con los promedios de campo del Inventario Nacional Forestal y los estimadores modelados para cada provincia con K-nn

Provincia	Código de provincia	Promedio campo	Desviación Estándar	Promedio Knn
Morona Santiago	14	149.22	6.13	161.54
Pastaza	16	159.13	8.61	164.73
Zamora Chinchipe	19	141.44	10.92	155.95
Orellana	22	163.48	6.93	162.42

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de los dos métodos son muy similares. En las provincias 16 y 22 la distancia entre los dos promedios es menor que las desviación estándar del carbono medido en el campo. En la provincia 19 la diferencia entre los dos estimadores es 1.5 veces la desviación estándar y solo en la provincia 14 se encuentra una diferencia que es poco mayor que dos veces la desviación estándar observado en el campo. Sin embargo, el análisis de las parcelas

que caen en la provincia 14 muestra, que el promedio de carbono en esta provincia es más alta (149.22 T/ha) que el promedio del estrato (155.26 T/ha). Por eso, los resultados obtenidos son lógicos. El promedio de carbono en la provincia 14 es más baja que el promedio del estrato BSVTBA y el promedio calculado para las provincias 16, 19 y 22 es 157.39 T/ha.

### 3.3.3. Depósitos de Carbono

Si bien los *stocks* de carbono varían espacialmente, también debe tomarse en cuenta como se distribuye dentro del sistema boscoso de manera general, y dentro cada uno de sus respectivos estratos. Para este capítulo se tomaron en cuenta los depósitos de carbono contenidos en, biomasa aérea (viva y muerta), raíces (vivas y muertas), sotobosque, hojarasca y madera caída.

A nivel nacional, la distribución del carbono por los diferentes depósitos se concentra en los árboles vivos de diámetros mayores a los 10 cm, tanto en biomasa aérea (fuste y copa) como a nivel subterráneo (raíces). La relación de carbono en este caso es de cuatro unidades superficiales por cada unidad existente en las raíces debido al factor de expansión de raíces para bosques tropicales, detallada por Cairns *et al.* (1997).

Entre ambos depósitos hay más del 85% del carbono total; al ser los individuos de mayor diámetro de fuste en las parcelas, que a su vez representa las etapas más avanzadas de la vegetación, hay una mayor concentración de este elemento, variando su concentración entre otras razones por diferencias en la densidad de la madera, y de la climatología de cada estrato (Figura 21).

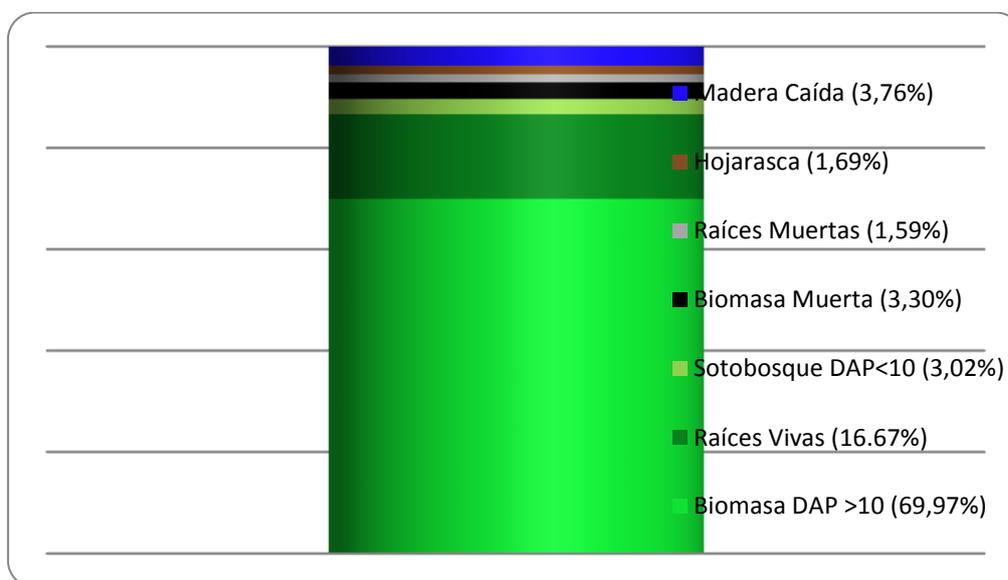


Figura 21. Distribución del carbono según los diferentes depósitos (*pools*) en el Ecuador continental, con los valores de campo del Inventario Nacional Forestal.

Fuente: Elaboración Propia

Los árboles muertos en pie representan la segunda fuente de carbono más importante; cabe recordar que, al contar con una descomposición lenta, la vegetación que muere tiene importantes contenidos de carbono en su interior (Rügnitz *et al* 2009). Ambos depósitos

representan más de un 4,89% del carbono total, manteniendo la misma relación de cuatro a uno entre superficie y raíces subterráneas, hecho observado también en los árboles vivos.

El tercer depósito de carbono se encuentra en la vegetación y material que se observa en la superficie del suelo con un DAP menor a los 10 cm. Abarca a los árboles juveniles, en regeneración y plántulas; allí se almacena el 3,02% del carbono contenido en los bosques nacionales. Los detritos no vivos (hojarasca) y la madera caída que se encuentra en descomposición contienen poco más del 5% del total del país.

Se observa como la suma de estos tres componentes capturan un poco menos del 8,5% del carbono total del país, aunque representan una de las dinámicas más importantes dentro del proceso ecológico: regeneración y la descomposición de la cubierta vegetal. De igual manera, debe recalarse que la dinámica del carbono en estos depósitos es mayor y mucho más difícil de promediar, puesto que dependerá de la estacionalidad y otros factores.

#### *3.3.4. Variación de los depósitos de carbono según su estrato*

Si bien en el apartado anterior se describió como se distribuye el carbono dentro de los diferentes componentes del sistema, no se discutió como estos varían según la distribución espacial de los mismos. Existe una variación sustancial de los *pools* en los diferentes estratos de bosque del país (Figura 22). Estas variaciones tienen que ver con factores climáticos, edáficos, topográficos y ecológicos, que afectan de distintas maneras la concentración en uno u otro componente<sup>10</sup>.

##### *3.3.4.1. Biomasa viva*

Este componente representa las raíces, fustes y copas de los árboles vivos que superan los 10 cm. de DAP, con excepción del estrato de BSVCA, donde el DAP utilizado fue mayor a 5 cm, ya que por sus características particulares, los fustes son delgados. Asimismo, se incluye el sotobosque de cada estrato, que incluye los árboles con DAP menores a los indicados. Este apartado evidencia y ratifica que la mayor cantidad de carbono está en la biomasa aérea viva, aunque hay diferencias entre estratos, los que se explican a continuación.

---

<sup>10</sup>Un factor que no fue tomado en cuenta en esta medición es la estacionalidad de cada uno de los estratos. Los resultados aquí expresados tendrán variaciones significativas si se obtienen en la época seca o en la lluviosa, pero al ser este tipo de información bastante onerosa para obtener, únicamente se tomó una medición, a partir de la cual se hicieron los gráficos y cuadros.

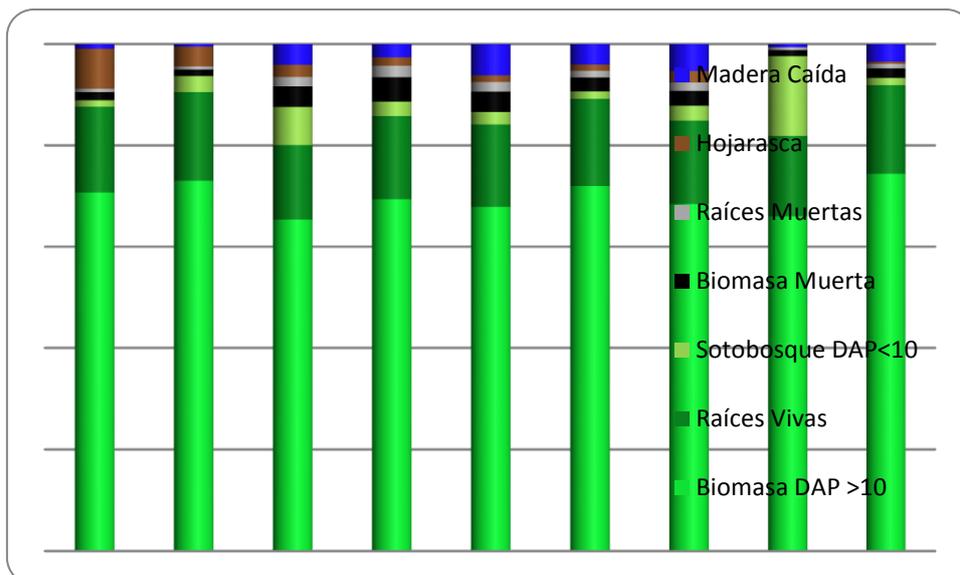


Figura 22. Distribución de los diferentes depósitos de carbono en los nueve estratos de bosque del Ecuador continental, con los valores de campo del Inventario Nacional Forestal.

Fuente: Elaboración Propia.

El BSVCA es el que tiene la menor concentración de biomasa aérea (“*Biomasa DAP>10*”), con poco más del 60% del carbono capturado; las temperaturas frías reducen la densidad de individuos por hectárea, así como el grosor de los fustes y la altura de los árboles (Ambrose *et al.* 2006); también, al haber una mayor población de especies pequeñas y anchos de copa de entre 1 y 2 metros en las especies dominantes (Bussmann 2005), hay mayor disponibilidad de luz solar. Esto facilita el desarrollo de nuevos individuos, lo cual lleva al sotobosque a capturar cerca del 7% del carbono del estrato.

Caso similar ocurre en el BSVAM, aunque al ubicarse en una cota altitudinal menor que el BSVCA, las temperaturas son menos extremas, lo que genera un mayor desarrollo vegetal en términos de fuste y altura. Diferente es el caso del sotobosque, donde la mayor competencia y la cobertura de las copas, con la correspondiente disminución de luz, reduce el crecimiento de nuevos individuos.

Los Moretales en cambio, son el estrato con mayor concentración de este *pool*, llegando casi al 75% del carbono que se captura. Las alturas de las palmas, el diámetro del fuste y sobretodo el hecho de que éste no se reduce conforme aumenta la altura hacen que se llegue a este valor en la biomasa aérea. Al haber un régimen permanente de inundación, el sotobosque existente en este estrato es prácticamente nulo.

Los estratos que representan bosques húmedos (BSVAPM), Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA), Siempreverde de Tierras Bajas del Chocó (BSVTBCH) tienen concentraciones alrededor del 70% del carbono capturado. La alta dotación de humedad y el clima cálido fomentan el desarrollo de un bosque con alta densidad de individuos, fustes gruesos y alturas superiores a los 17 metros (Cuadro 57). Respecto al sotobosque, sólo hay valores significativos en el bosque del Chocó, los cuales se dan por la regeneración como

consecuencia de los fenómenos de alteración y deforestación frecuentes, como los que han caracterizado este sector.

Los dos estratos de bosque seco, BSA y BSP, tienen una biomasa aérea que representa más del 70% de la captura de carbono. Si bien la estacionalidad de estos sitios han condicionado la existencia de especies y la cantidad de árboles por hectárea (Aguirre *et al.* 2013), también favorece densidades de madera más altas (con mayor capacidad de captura de carbono); de igual forma, la menor competencia ayuda al crecimiento de individuos con un fuste más grueso. La época seca de mayor duración en el estrato pluvioestacional reduce la competencia de parte de las especies mayores, por lo que el sotobosque es más denso, aportando en mayor medida a la captura de carbono.

El Manglar por su condición especial de tener raíces aéreas, contiene valores en fuste y copa que capturan alrededor del 65% del carbono del estrato, el sotobosque tiene los valores más altos a nivel nacional con más de un 15%<sup>11</sup>. La condición halófila de este estrato (es decir, se desarrolla en ambientes con alta concentración de sales) lo hace uno de los más especiales del país pese a su poca superficie. La temperatura y humedad de estos sitios favorecen el crecimiento y desarrollo vegetal.

Cuadro 57. Alturas y DAP promedio de árboles establecidos (DAP>10) por estrato de bosque.

Estrato de Bosque	DAP>10 Promedio (cm)	Altura Promedio (m)
Seco Andino	26,47	10,69
Seco Pluvioestacional	27,69	10,52
Siempreverde Andino Montano	29,19	13,38
Siempreverde Andino de Pie de Monte	29,37	17,00
Siempreverde Andino de Ceja Andina	22,33	10,21
Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía	30,08	17,30
Siempreverde de Tierras Bajas del Choco	29,23	16,84
Manglar	25,79	21,41
Moretal	33,85	17,04
<b>PROMEDIO TOTAL</b>	<b>28,22</b>	<b>14,93</b>

Fuente: Elaboración Propia.

En todos los estratos hay una relación proporcional de raíces vivas, ya que éstas representan el 24% del volumen superficial del árbol, según las ecuaciones de Cairns *et al.* (1997), utilizadas para el cálculo de carbono en el INF. Esto representa valores de carbono de entre 14% y 18% contenidos en todos los estratos de bosque.

<sup>11</sup> Las mediciones en campo tomaron en cuenta que los elementos que se encontraran bajo el fuste fueran registradas como sotobosque, pese a ser raíces aéreas, dando como resultado una biomasa (y por ende, carbono) elevado. Esto por cuanto el factor de expansión de raíces es a nivel subterráneo.

#### 3.3.4.2. *Biomasa muerta*

Al igual que el componente anterior este representa las raíces, fustes y copas de los árboles, sólo que en este caso los que están muertos en pie, incluyendo los tocones. Hay un menor almacenamiento de carbono que en los individuos vivos, pero es significativo.

Los tres estratos de bosques andinos presentan los valores más altos de carbono capturado en la parte superficial (tocones, fustes y copas), entre 4% y 5%. Las temperaturas bajas de los sectores más altos y la gran cantidad de lluvias de los sectores bajos, aunados a la pendiente, hacen que la velocidad de descomposición de materia orgánica sea menor en las zonas de mayor altitud (Corbella y Fernández de Ulivarri s.f.) y los depósitos que permanecen dentro de la madera sean mayores a otros estratos.

Los bosques húmedos, tanto de Amazonía como del Chocó contienen alrededor del 3% de su carbono en la superficie. Si bien los bosques son iguales o más densos que los mencionados, la velocidad con la que actúan los organismos descomponedores es mayor al haber temperaturas más cálidas y un terreno plano (Corbella y Fernández de Ulivarri s.f.), reduciendo también la cantidad de carbono en ellos.

Los bosques secos poseen una menor densidad de individuos y una menor humedad relativa en el ambiente, por lo que descomponen mucho más rápido los árboles muertos que los bosques húmedos (Corbella y Fernández de Ulivarri s.f.). Por ello la cantidad de carbono que capturan en la superficie es baja, alrededor del 2% del total.

En el caso de Manglares y Moretales, existe una muy baja ocurrencia de tocones al estar ubicados en regímenes de inundación y de protección ambiental. Lo anterior se combina con una baja mortalidad en ambos estratos, presentando una cantidad baja de carbono respecto al total, aproximadamente 1,5%.

Al igual que el apartado de árboles vivos, el carbono en las raíces es proporcional, por lo que los valores de carbono estimado en ellas también lo son, con valores que oscilan entre el 0,5% y el 2% en la mayoría de los casos.

#### 3.3.4.3. *Materia Orgánica*

El tercer componente representa a la hojarasca y la madera caída, es decir, material en proceso de descomposición. Si bien las cantidades de carbono capturado son bajas, estos procesos son parte integral de la dinámica ecológica del bosque.

Los estratos de bosque seco son los que tienen mayor cantidad de hojarasca, esto debido a que al ser estacionales, pierden sus hojas en la época seca y estas se acumulan en la época lluviosa<sup>12</sup>. Paralelamente, al tener árboles con más frondosidad en su copa, el BSA llega a acumular casi un 8% en este componente; el BSP en cambio, al tener una época seca más prolongada y árboles menos frondosos tiene un menor porcentaje de carbono capturado, sumando poco menos del 4% del total.

---

<sup>12</sup> En general, el INF hizo las mediciones en la época lluviosa, aunque no se planificó que fuera en una fecha específica.

Los estratos de bosque andino tienen valores de madera caída entre 4% y 6%, pero son bastante similares en el contenido de hojarasca, siendo éste levemente mayor en los sectores más altos y menor en los más bajos. Este cambio se explica por la velocidad de descomposición de la materia orgánica, mayor en los sectores bajos por las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas que allí existen. El frío reduce la acción de los organismos descomponedores, manteniendo una capa de hojarasca mayor sobre el perfil del suelo.

Los bosques húmedos difieren en los resultados de este apartado. La Amazonía suma casi un 1,5%, mientras que el Chocó llega al doble de esta cantidad. La deforestación y alteración más alta que se da en el sector costero con respecto a las zonas amazónicas deja como resultado mayores cantidades de madera caída y de hojarasca.

En los estratos de Manglar y Moretal, los valores son bajos, en buena parte porque el régimen de inundación (permanente o temporal) que ambos tienen reduce las posibilidades de tener una capa de hojarasca significativa. Los regímenes de protección ambiental y la inaccesibilidad de uno y otro estrato reduce significativamente la deforestación y con ello la ocurrencia de madera caída dentro de los mismos.

### 3.4. Conclusiones

- Ecuador registra un stock de 1.518(Un mil quinientos dieciocho) millones de toneladas de carbono, lo que es igual a 1,52 Gt de este elemento en las más de 11 millones de hectáreas de bosque nativo que posee el territorio continental. El promedio a nivel nacional es de 133,67 toneladas por hectárea.
- El estrato que más carbono captura es el Bosque Siempreverde de Tierras Bajas de la Amazonía, con un promedio de 161,79 toneladas por hectárea, representando 1.018(Un mil dieciocho) millones de toneladas, un 67% del total del país.
- El estrato que menos carbono almacena a nivel relativo es el Bosque Seco Pluvioestacional, con 34,21 toneladas por hectárea. Por el contrario, el estrato que captura menor cantidad de carbono total es el Manglar con 6,6 millones de toneladas, apenas un 0,43% del total del país.
- Aproximadamente un 70% del carbono capturado en el Ecuador continental se encuentra en la biomasa aérea de los bosques, es decir, los fustes y copas de los árboles vivos. Si se suma el aporte de las raíces vivas se llega al 85% del carbono total.
- Los valores de los diferentes depósitos de carbono por estrato varían, estas diferencias se deben a factores climáticos, edáficos, topográficos y ecológicos.
- A nivel espacial, la mayoría del carbono se captura en la vertiente amazónica del país, aunque debe notarse que los estratos ecológicos más vulnerables (manglar, bosque seco andino y bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó) se encuentran en la vertiente pacífica.
- El 85% del carbono que se captura en el país está en las provincias amazónicas, la sierra concentra un 8% y la costa un 6% del total. La provincia con mayor aporte es Pastaza, con más de un cuarto del carbono total del país.
- Comparando los resultados de los promedios de carbono dentro del estrato y los promedios generados con parcelas fuera del estrato, con los datos del promedio de los datos de campo, se comprueba que necesariamente se requiere de datos dentro de un área de estudio, para que se tengan resultados más apegados a la realidad.
- Es importante aclarar que este es el primer ejercicio de Mapeo de Carbono que se realiza en el Ecuador Continental en estratos de Bosque con las parcelas de campo del Inventario Nacional Forestal, y es la base con la cual se puede partir para futuros estudios. Es importante en el futuro contar con más información de campo (Parcelas del INF o de otros actores, Gobiernos provinciales, Universidades, etc), para tener una mejora continua en los futuros resultados obtenidos.

### 3.5. Referencias bibliográficas

Aguirre Mendoza, Z; Betancourt, Y; Geada-López, G; y González, H. 2013. Composición Florística y Estructura de los Bosques Secos y su Gestión para el Desarrollo de la Provincia de Loja, Ecuador. *Revista Avances* 15 (2):144-155. Pinar del Río, CU. 12 pp.

Ambrose, K; Cueva, K; Ordoñez, L; González, L. y Borja, R. 2006. Aprendizaje participativo en el Bosque de Ceja Andina Carchi – Ecuador. ECOPAR. Quito, EC. 300 pp.

Bussmann, R. 2005. Bosques Andinos del Sur del Ecuador, Clasificación, Regeneración y Uso. *Revista Peruana de Biología* 12 (2):203-216. Lima, PE. 11 pp.

Cairns, M; Brown, S; Helmer, E; y Baumgardner, G. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecología* 111: 1-11. Berlín, DE. 11 pp.

Chave, J.; Andalo, C. y Brown, S. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145: 87-99. Berlín, DE. 13 pp.

Corbella, R. y Fernández de Ulivarri, J. s.f. *Materia Orgánica del Suelo*. Cátedra de Edafología, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, AR. 10 pp.

MAE-FAO. 2014. Metodología para la generación del Mapa de Carbono de los bosques nativos del Ecuador continental. Quito. 30p.

FCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change).2007. Actividades Forestales como medidas de mitigación medibles, notificables y verificables. Add.1 Decisión 2. Bali, ID.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Hayama, Japón.

LEDAPS (LANDSAT Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System) 2012. Consultado 20 nov. 2012. Disponible en: <http://ledaps.nascom.nasa.gov>

MAE (Ministerio del Ambiente, EC). 2010. Metodología para desarrollar el estudio piloto de la ENF en conformidad con el mecanismo REDD+.

Malhi, Y; Aragao, L; Metcalfe, D; Paiva, R; Quesada, C; Almeida, S; Anderson, L; Brando, P; Chambers, J; Da Costa, A; Huytra, L; Oliveira, P; Patiño, S; Pyle, E; Robertson, A. y Teixeira, L. 2009. Comprehensive assessment of carbon productivity, allocation and storage in three amazonian forests. *Global Change Biology* 15:1255-1274. US.

Mäkela, H; Pekkarinen, A. 2004. Estimation of forest stand volumes by LANDSAT TM imagery and stand-level field-inventory data, February 2004, *Forest Ecology and Management*, Elsevier, p. 245-255.

Moer, M. 1987. Nearest neighbour inference for correlated multivariate attributes. In: *Proceedings of the IUFRO Conference on Forest Growth Modelling and Prediction*, Minneapolis, MN, 23-27 August 1987. USDA Forest Service. General Technical Report NC-120, p. 716-723.

Open Foris Geospatial Toolkit. 2014. Open Foris Wiki. Consultado 16 mayo. 2014. Disponible en: [http://km.fao.org/OFwiki/index.php/En\\_Espa%C3%B1ol](http://km.fao.org/OFwiki/index.php/En_Espa%C3%B1ol)

Rügnitz, M. T; Chacón, M y Porro, L. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) y Consorcio Iniciativa Amazónica (IA). Lima, PE. 79 pp.

Yáñez Arancibia, A; Twilley, R y Domínguez, A. 1998. Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. Madera y Bosques, Instituto de Ecología 4:3-19. México D.F., México. 17 pp.

#### **4. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO**

Autores: Tatiana Quinapallo, Daniel Bravo, José Arroyo y James McBreen.

Revisión Técnica: Luis Ordoñez y María Elisa Carrión.

#### 4.1. Introducción

La Evaluación Nacional Forestal considera necesario que para valorar el estado de los recursos forestales del país, además de contar con información biofísica, debe tener insumos que permitan determinar las relaciones existentes entre los bosques naturales y las poblaciones locales.

Bajo este contexto, se generó una metodología con enfoque socioeconómico, la cual ha sido diseñada con el fin de levantar información nacional, procedente de dos grupos de actores: Hogares e instituciones estatales y privadas. La implementación de esta metodología tuvo como punto de partida un estudio piloto desarrollado en la provincia amazónica de Sucumbíos. La información a nivel de hogares fue levantada en el año 2012 y la de actores estatales y privados en el año 2013.

El levantamiento de información está en función de un marco de muestreo, el mismo que está basado en el VII Censo de Población y VI de Vivienda para el caso de hogares y en el Censo Nacional Económico para abordar los actores estatales y privados. Como se menciona en la metodología para determinar la relación gente – bosque (2013), los objetivos de este estudio son:

- Conocer las diversas formas de relación de los actores locales con los diferentes tipos de bosques del país, con base en sus diferencias socioeconómicas y socioculturales (co-beneficios).
- Identificar las causas motrices de la deforestación o la conservación de bosques, a través de un análisis socioeconómico representativo de los diferentes actores y políticas relacionadas con los bosques.
- Realizar un análisis de la contribución de los bienes y servicios de los bosques a la economía de las familias locales (costos de oportunidad).

Cabe tomar en cuenta que al momento, el análisis que aquí se presenta corresponde únicamente a la información de hogares, esto debido a que la información levantada tanto en actores estatales como privados, aún se encuentra siendo procesada.

El presente documento tiene como fin describir un perfil de la población encuestada, así como visualizar el impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas boscosos, restringido a aspectos como: uso de la madera para la construcción de viviendas y como combustible para cocinar, cobertura y uso del suelo, aprovechamiento de madera para la venta, aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM), servicios del bosque como las actividades turísticas, seguridad alimentaria y organización.

De esta forma, el desarrollo del presente documento gira alrededor del análisis de las variables gente–bosque, que por su estructura y composición, permite de forma didáctica mostrar las herramientas utilizadas, describir su proceso metodológico y los resultados que puede arrojar y servir de insumo para el diálogo y generación de política pública para el sector forestal del país. El análisis de las variables correspondientes al tema de co-beneficios y de costos de oportunidad, será una tarea posterior la cual se realizará con las tablas de frecuencia de la lista de las variables extraídas de la recopilación de información de hogares.

## 4.2. Metodología

La metodología de recopilación de información para el análisis de la relación gente-bosque, costos de oportunidad y causas de la deforestación, se enfoca en dos grandes grupos: hogares y actores públicos y privados, cada uno de los cuales cuenta con un proceso metodológico específico para su levantamiento, para posteriormente con la información compilada, ingresada en la base de datos y sujeta a un proceso de control de calidad, realizar un análisis integral de la información que responda los objetivos iniciales.

### 4.2.1. Metodología de recopilación de información de hogares

#### 4.2.1.1. Universo y selección de la muestra

Para determinar el universo de la muestra se utilizaron cinco criterios, con el objetivo de conocer los hogares relacionados al bosque y de esta manera establecer una muestra representativa.

Los cinco criterios fueron:

- Criterio 1: Poblaciones con tamaño menor a 5.000 habitantes (diferenciando la cabecera y área dispersa).
- Criterio 2: Porcentaje de hogares que cocinan con leña o carbón.
- Criterio 3: Porcentaje de hogares que se abastecen de agua por río o vertiente.
- Criterio 4: Porcentaje de trabajadores/as que se dedican a actividades agrícolas y forestales.
- Criterio 5: Parroquias con información de bosque nativo respecto del área con información y superficie total de la parroquia.

Con base en estos criterios, se realizó un análisis econométrico, en donde se consideró como variable dependiente a la superficie de los bosques (criterio 5). Se pudo apreciar que las variables con mayor asociación son: cocinar con leña y uso de agua de río o vertiente.

Se confirma la tendencia de las actividades agrícolas y forestales, donde la expansión de las fronteras agrícolas van de la mano con la deforestación, y la ruralidad se presenta como la variable con menor asociación, lo que se explica por la definición utilizada (poblaciones con menos de 5.000 habitantes), y debido a que los bosques no son exclusivos de estas poblaciones.

La población de la provincia de Sucumbíos incluye un total de 513 sectores censales, de los cuales solo tres fueron descartados<sup>13</sup>. Se determinó que el universo de estudio que tiene relación con los bosques abarca un total de 176.362 personas, correspondiente al 99 % de la población total de la provincia<sup>14</sup>, y distribuidas en 43.032 hogares. Se debe destacar que para llegar a determinar el universo de estudio, representado en el marco de muestreo, fue necesario aplicar los criterios arriba mencionados.

---

<sup>13</sup> El marco de muestreo de la provincia de Sucumbíos está conformado por 510 segmentos de conglomerados de viviendas denominados "sectores censales". El marco de muestreo de hogares fue diseñado en base a la información del Censo de Población y Vivienda realizado por el INEC en el año 2010 y se enfoca más hacia la parte rural o hacia familias que evidencian una relación con el bosque.

<sup>14</sup> La población total de la provincia de Sucumbíos para el año 2010 según el INEC fue de 176.472 personas distribuidas en un total de 43.056 hogares.

Basándose en esto, se calcularon los tamaños de muestra utilizando un nivel de confianza del 95 %, con márgenes de error que no superan el 5 %, y considerando como variable principal de estudio el índice de condiciones de vida construido para este estudio, como se expone en la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\frac{t^2 PQ}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left( \frac{t^2 PQ}{d^2} - 1 \right)}$$

Dónde:

N = tamaño del universo (total de hogares por provincia)

P = porcentaje del indicador principal de estudio (NBI)

Q = complemento a 100 del valor

d = nivel de precisión de las estimaciones

t = nivel de confiabilidad del estudio (1,96, corresponde a 95% confianza)

n = tamaño de la muestra

Para mayor detalle sobre la construcción del marco de muestreo para la recopilación de información a nivel de hogares, se sugiere revisar el documento “Metodología para determinar la relación gente – bosque” publicado por la ENF en el año 2013.

#### 4.2.1.2. Levantamiento de información en campo

El procedimiento de levantamiento de información en hogares se efectuó entre los meses de Agosto y Septiembre del año 2012 por un equipo consultor contratado<sup>15</sup>. El equipo estuvo conformado por tres brigadas de campo integradas por cuatro personas cada una (tres encuestadores y un supervisor) y la distribución del equipo se dividió de acuerdo a la ubicación de los sectores censales<sup>16</sup>. En total 12 personas trabajaron en la recolección de información en campo en toda la provincia y a ellos se sumó el coordinador del equipo.

Antes de realizar el levantamiento de información se realizó una capacitación previa al personal contratado, con el fin de asegurar la uniformidad de criterios sobre los procedimientos y normas a implementarse en la investigación. Se destinaron tres días para instruir al equipo en el llenado del cuestionario y la información que contenían las secciones del mismo.

La encuesta de hogares se constituyó de doce secciones<sup>17</sup>:

---

<sup>15</sup> El levantamiento de información de campo estuvo coordinado por el equipo consultor liderado por el Economista Alberto Valle.

<sup>16</sup> Una vez ubicadas las viviendas seleccionadas a través de puntos GPS, se seleccionaron aleatoriamente 12 viviendas definidas como tamaño de muestra, procurando mantener una adecuada dispersión.

<sup>17</sup> Las variables y encuestas fueron desarrolladas por la Unidad Técnica MAE- FAO y el equipo consultor contratado.

- Caracterización de los miembros del hogar
- Caracterización de las personas que habitan la vivienda
- Datos de la vivienda y el hogar
- Cobertura y uso del suelo
- Aprovechamiento de bienes y servicios del bosque
- Fuentes hídricas y biodiversidad
- Sistemas de producción agrícola
- Sistemas de producción pecuaria
- Dificultades en la producción agropecuaria
- Seguridad Alimentaria
- Organización
- Proyecto Socio Bosque

#### 4.2.1.3. Selección de variables

Las variables escogidas para el presente análisis se basan en criterios que permitan dar información sobre las diferentes formas de relación de los actores locales con el bosque, fundamentado en sus diferencias socioeconómicas y socioculturales. Cabe recalcar que la información obtenida de las encuestas, da cabida a realizar el análisis de las causas motrices de deforestación y de la contribución de los bienes y servicios de los bosques a la economía familiar, no obstante, en esta etapa piloto, la misma requiere un ajuste metodológico que permita dar mayor rigurosidad a la información y sustentar de mejor manera las propuestas devenida de la misma.

En función de lo expuesto anteriormente, para el presente análisis se escogieron las siguientes variables:

VARIABLES INDEPENDIENTES:

- Sexo/parentesco
- Actividades principales/rama de actividad
- Edad
- Autoidentificación étnica
- Nivel de educación
- Procedencia/lugar de nacimiento
- Número de miembros del hogar

VARIABLES DEPENDIENTES:

- Material para construcción de viviendas
- Combustible para cocinar
- Cobertura y uso de suelo
- Aprovechamiento de madera para la venta
- Aprovechamiento de PFM
- Seguridad alimentaria
- Organización

#### 4.2.2. Metodología de recopilación de información de actores estatales y privados

##### 4.2.2.1. Universo y selección de la muestra

Para el levantamiento de información de estos actores se utilizó el diseño de la muestra definido y desarrollado en el contexto de la “Metodología para determinar la relación gente – bosque” (MAE 2013), y cuya ruta metodológica se describe y resume a continuación:

La construcción del marco de muestreo tomó como base el Censo Nacional Económico del INEC, el que define su universo de áreas geográficas de investigación con base en los siguientes criterios:

- Localidades amanzanadas de 2.000 y más habitantes.
- Cabeceras cantonales, independientemente de su tamaño.
- Zonas de actividad económica especial.

Del Censo Económico 2010, cuya base mantiene un registro de las empresas e instituciones que tienen alguna actividad económica, por objetivos de la investigación se consideraron únicamente aquellas con algún tipo de relación con el uso de los recursos forestales, y las cuales debido a su amplia diversidad se clasificaron en cuatro grupos<sup>18</sup>:

- Actividades de actores relacionados a la explotación directa de recursos maderables.
- Actividades de actores relacionados al turismo.
- Actividades relacionadas a ONGs, consultoras y empresas.
- Instituciones públicas (GAD’s Municipales y Provinciales)<sup>19</sup>

De acuerdo con esta clasificación, para la provincia de Sucumbíos dentro de los tres primeros grupos de actividades se identificaron 189 empresas relacionadas con el aprovechamiento y/o la conservación de los bosques; y de la desagregación de estas resultó la siguiente ubicación: 120 empresas correspondientes al grupo de actividades relacionadas a la explotación directa de recursos maderables; 19 identificadas como empresas de turismo y 50 organizaciones relacionadas a ONGs, consultoras y empresas. Por su parte, los actores estatales identificados fueron el GAD Provincial de Sucumbíos y los 7 GAD’s Municipales que conforman la provincia.

Para cuantificar la intensidad del muestreo de actores privados, se utilizó el método de “conglomerados”, modelo con cuya aplicación se obtuvo una muestra de 25 unidades y en donde se aplicarían un total de 44 entrevistas. Sin embargo, debido a que el procedimiento metodológico a aplicarse presentó algunas variantes en campo; al final se realizaron un total de 71 entrevistas, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

---

<sup>18</sup> Empresas e instituciones relacionadas con el uso directo de recursos forestales, sean para explotación o conservación, e identificados en base a revisiones detalladas sobre las actividad principales y secundarias de las empresas, así como codificadas en base al Censo Económico.

<sup>19</sup> Para el resto de instituciones públicas que serían consultadas de acuerdo al Manual de “Metodología para determinar la relación gente- bosque”, se creó otra herramienta de consulta, la cual se detalla más adelante en la sección de “Ajuste a la metodología de actores estatales y privados”.

Cuadro 58. Cobertura total y por cantón de instituciones en la provincia de Sucumbíos

Cantón	muestra				Cobertura			
	Empresas de explotación directa de recursos forestales	Empresas de Turismo	Organizaciones no Gubernamentales para la conservación	TOTAL	Empresas de explotación directa de recursos forestales	Empresas de Turismo	Organizaciones no Gubernamentales para la conservación	TOTAL
LAGO AGRIO	19	1	10	30	48	3	4	55
GONZALO PIZARRO	2	0	0	2	4	0	0	4
PUTUMAYO	2	1	0	3	5	0	0	5
SHUSHUFINDI	5	1	1	7	5	1	0	6
CASCALES	0	1	1	2	0	1	0	1
SUCUMBIOS				0	0	0	0	0
CUYABENO				0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>44</b>	<b>62</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>71</b>

Fuente: Elaboración propia

Entre los motivos por los que se aplicó un número de encuestas diferente al inicialmente propuesto se puede resaltar que al realizar el recorrido por los sectores seleccionados se obtuvo como resultado un sobre muestreo en el caso de las Empresas de explotación directa de los recursos forestales y una falta de cobertura para el caso de ONG`s y Empresas de Turismo.

Es importante mencionar que fue aplicado el barrido de conglomerados censales<sup>20</sup>, pero sumado a eso se realizaron entrevistas en varios sectores fuera de la muestra, esto con el fin de obtener algunos casos para los dos grupos en donde no se encontraron todas las instituciones previstas.

Para finalizar, en el caso de los actores estatales se realizaron las entrevistas a los siete Gobiernos Municipales y al Gobierno Provincial.

#### 4.2.2.2. *Levantamiento de información en campo*

El procedimiento de levantamiento de información se basó en dos tipos de instrumentos: i) encuestas dirigidas a actores estatales y, ii) encuestas dirigidas a actores privados. Las encuestas se realizaron a un representante de cada institución o empresa seleccionada.

La fase de recolección de información se efectuó en el último trimestre del año 2013, para lo cual se contrató a un equipo consultor. El proceso de capacitación al personal contratado (encuestadores, digitadores, supervisores y coordinador) se efectuó bajo el concepto de capacitar sobre normas y procedimientos en el manejo de los instrumentos de recolección de información, cumplimiento de los temas muestrales y habilidad en la forma de identificar informantes calificados.

<sup>20</sup> Para el diseño de la muestra se plantea el método de 'conglomerados', utilizado para cuantificar la intensidad del muestreo de instituciones. En casos con más de 25 instituciones se realiza una selección aleatoria de 25 casos de manera sistemática, y en el caso contrario se realiza un barrido de todas las instituciones o empresas que se encuentran dentro del conglomerado censal.

El equipo de trabajo que realizó las entrevistas a empresas privadas estuvo conformado por seis encuestadores y dos supervisores capaces de movilizarse a cada una de las cabeceras cantonales de la provincia. En tanto que la brigada que entrevistó a los GAD's Municipales y al GAD Provincial estuvo conformada por dos personas, y apoyada por el resto del equipo.

La encuesta dirigida a actores estatales es decir Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) Municipales y Provinciales constó de los temas descritos a continuación:

- Caminos vecinales y carreteras
- Infraestructura de Riego
- Dotación de agua potable o entubada
- Otorgamiento de permisos para extracción de materiales pétreos
- Expedición de resoluciones/ordenanzas para el manejo y conservación de bosques
- Gestión de áreas protegidas, bosque y vegetación protectora
- Proyectos para el manejo y conservación de bosques
- Incentivos para el manejo y conservación de bosques
- Incentivos a la producción agropecuaria

Se levantaron un total de ocho encuestas, correspondientes a los siete GAD's Municipales y a un GAD Provincial que conforman la provincia de Sucumbíos:

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cascales
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Cuyabeno
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Gonzalo Pizarro
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Lago Agrio
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Putumayo
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Shushufindi
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Sucumbíos (La Bonita)
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Sucumbíos

La encuesta dirigida a actores privados incluyó las siguientes secciones:

- Transformación primaria de madera
- Transformación secundaria de madera
- Consumo de leña
- Consumo de carbón
- Proyectos de manejo de conservación de bosques implementados desde 1990 hasta la fecha
- Ecoturismo
- Productos forestales no maderables

Se levantó información de un total de 71 actores privados, encuestados aleatoriamente con base en el método de barrido de las empresas y organizaciones pequeñas, medianas y grandes relacionadas con el uso de los recursos forestales.

#### 4.2.2.3. Consideraciones metodológicas de Actores estatales y privados<sup>21</sup>

En la “Metodología para determinar la relación gente – bosque” se planteó entrevistar a varios actores estatales y privados, para los que se crearon distintas herramientas de consulta, algunas de las cuales arrojaron recomendaciones que deben considerarse para el ajuste y así respondan los objetivos de la ENF. Entre los ajustes realizados por la UT de la ENF, están:

Para el caso de los actores estatales, inicialmente se propuso que a más de realizar entrevistas a los GADs, se entrevistara a otras instituciones públicas como: Oficinas regionales de determinados ministerios, PETROECUADOR y Regionales de la empresa eléctrica. Sin embargo, la UT determinó que la información que se solicitaría a estas últimas, podría ser captada de mejor manera desde los organismos centrales, por lo que se elaboraron oficios acompañados de matrices de consulta con los distintos temas requeridos y de acuerdo a su competencia fueron enviadas a los ministerios, agencias y compañías gubernamentales..

Las instituciones del sector público consultadas fueron:

- Agencia de Regulación y Control Minero
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Ministerio del Ambiente del Ecuador
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
- Ministerio de Recursos Naturales No Renovables
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Por otra parte, en el caso de los actores privados, al inicio se planteó que sean consultadas únicamente las empresas que se encontraran dentro de la provincia de Sucumbíos. No obstante, al percatarse de la existencia de empresas que a pesar de no encontrarse ubicadas dentro de la provincia, su producción provenía de allí, la UT consideró entrevistar a varias de las grandes empresas productoras del país, para lo cual se elaboraron fichas de consulta las cuales fueron enviadas a distintas asociaciones vinculadas al sector agropecuario.

---

<sup>21</sup> Los instrumentos de recolección de información explicados en esta sección, no constan en el manual de “Metodología para determinar la relación gente-bosque”; sin embargo, estos ya fueron implementados a la par con el proyecto piloto.

Las organizaciones del sector privado consultadas fueron:

- Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera (AIMA)
- Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO)
- Asociación de Ganaderos del Litoral y Galápagos (AGLYG)
- Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana (ANCUPA)
- Asociación de Productores de Cacao Fino y de Aroma de Ecuador (APROCAFA)
- Cámara de Industrias y Producción
- Cámara Nacional de Acuicultura (CNA)
- Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC)
- Corporación Regional de Bananeros Ecuatorianos (AGROBAN)
- Corporación de Industriales Arroceros del Ecuador (CORPCOM)
- Asociación Nacional de Productores y Exportadores de Flores del Ecuador (EXPOFLORES)

En adición, es importante mencionar que la información que se solicitó a estos actores (estatales y privados) no fue solo de la provincia de Sucumbíos, en donde se desarrolló el proyecto piloto, si no a nivel de país, esto con el fin de tener una base que apoye a un estudio nacional en caso de que sea implementado.

#### *4.2.3. Ingreso de información a las bases de datos*

Para esta actividad que comprende el ingreso de la información recolectada, se utilizó el paquete CsPRO, un software que permite el ingreso de datos de encuestas de una manera rápida y fácil de utilizar. Las características de este paquete cubren los siguientes aspectos:

- Edición automática de rangos
- Chequeo de inconsistencias de la información
- Definición de pantallas personalizadas
- Control de saltos automáticos
- Especificación de rangos de valores a ingresar en las variables
- Creación de especificaciones de datos
- Posibilidad de exportar los datos para ser utilizados con los paquetes SAS, SPSS, STATA, etc.

Una vez ingresada la información, los datos fueron exportados al paquete SPSS<sup>22</sup> con la finalidad de realizar la validación de la información. Y a la par se realizó la exportación de la información al Open Foris Collect 3<sup>23</sup>, con el objeto de generar a través de esta herramienta un análisis posterior y generación de resultados, al igual que se hizo para los formularios del componente biofísico de la Evaluación Nacional Forestal.

---

<sup>22</sup> CS Pro que por sus siglas en Inglés quiere decir “Census and Survey Processing System”, es un paquete estadístico de dominio público desarrollado por la Oficina del Censo de los Estados Unidos de América.

<sup>23</sup> Open Foris Collect 3 es una herramienta de software libre impulsada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que apoya a procesos de recopilación, producción y difusión de información fiable sobre los recursos forestales de cada país.

#### *4.2.4. Control de calidad de la información*

Las acciones de control y aseguramiento de la calidad de la información socioeconómica se realizaron a través de todas las etapas del proceso, es decir desde el diseño de las encuestas hasta el ingreso de la información en las bases de datos.

En la primera etapa del control de calidad del diseño de las encuestas, se tomaron en cuenta aspectos como el diseño metodológico y se validaron las variables de los cuestionarios así como su estructura.

Seguido se realizó la supervisión y monitoreo del trabajo de campo. Esta actividad fue de responsabilidad de los/las supervisores (as) y del coordinador, en donde, el supervisor fue el encargado de verificar la calidad de la información que se recolectó por medio de tres tareas básicas: i) evaluación del/la encuestador(a), ii) verificación del cuestionario, y iii) entrevistas de control. En tanto que el coordinador se encargó de vigilar y cuidar que la información generada en su área tenga validez y confiabilidad.

La siguiente actividad de control consistió en realizar una revisión previa a la digitación de la información de campo, lo cual se hizo considerando aspectos como que los códigos sean válidos para cada categoría de respuesta, verificar que las relaciones sean las permitidas entre las variables, que los valores estuvieran dentro de los rangos permitidos para cada tema y evitar la incorporación de saltos que no estén de acuerdo al cuestionario.

Finalmente, una vez generada y consolidada la base de datos, la última etapa consistió en verificar que los datos ingresados fueran consistentes. Aquí se examinó que todos los cuestionarios hayan sido ingresados de manera correcta.

#### *4.2.5. Análisis de la información*

La información obtenida ha sido analizada utilizando el paquete estadístico SPSS, a través del cual se generaron tablas y resúmenes de información que sirvieron como insumo para el presente análisis. Es importante mencionar que el análisis expuesto corresponde únicamente a la información recopilada en hogares, ya que la información correspondiente a actores estatales y privados, todavía se encuentra en proceso y por lo tanto no se ha podido realizar el análisis estadístico que permita mostrar resultados.

##### *4.2.5.1. Criterios para el análisis de resultados de la información recopilada de hogares*

Para la interpretación de la información obtenida fue necesario realizar una ruta metodológica que guíe el análisis estadístico de los resultados. y. Con ello, se planteó conocer las formas de relación de los actores locales encuestados con el bosque con base en sus diferencias socioeconómicas y socioculturales, para lograr de esta forma un proceso de análisis de información más dinámico.

La selección de variables para el análisis inicia con el establecimiento de correlación entre variables independientes y dependientes, para lo cual se utilizó como herramienta una matriz de múltiples entradas. La finalidad de este ejercicio consistió en determinar las correlaciones que permitirían obtener datos que den respuesta al objetivo. Una vez con la claridad de los posibles análisis, para delimitar el estudio y la obtención de información estadística, se realizó una ruta y estructura que direccionó el análisis y el presente documento. Este ejercicio

permitió tener mayor detalle del trabajo estadístico a realizar y al mismo tiempo estructurar la ruta del análisis de resultados del estudio socioeconómico de la ENF.

En función de lo anterior, el análisis estadístico de variables y sus correlaciones estuvo direccionado a responder y estructurarse en función de los siguientes criterios:

- El relacionamiento entre las variables sexo, nivel de instrucción educativa, y edad con autoidentificación y procedencia, con el objetivo de definir el perfil sociocultural de la población encuestada.
- Establecer una relación de la información de ingresos y gastos de la población, articulada con rama de actividad, sexo, autoidentificación y edad, para describir un perfil de la población encuestada en el nivel socioeconómico.
- A través de variables relacionadas con la construcción de viviendas, determinar el porcentaje de uso de la madera en paredes y pisos de las casas.
- Analizar las variables relacionadas con combustible para cocinar y conocer la cantidad de madera usada para este fin, el tipo de cobertura vegetal de donde es obtenida y las especies que son utilizadas.
- De las variables relacionadas con la cobertura del suelo, conocer los actuales usos del suelo de los terrenos de la población encuestada.
- De las variables de la sección aprovechamiento de la madera para la venta, conocer la cantidad de madera que es aprovechada con fines comerciales y así entender las dinámicas locales en relación a la explotación del recurso.
- De las variables de aprovechamiento de productos forestales no maderables (PFNM), conocer los productos que son extraídos del bosque y el uso de los mismos en función del perfil sociocultural y económico de la población.
- De las variables referentes a servicios del bosque, comprender los beneficios y el uso que hace del bosque la población encuestada en función del perfil sociocultural.
- De las variables de seguridad alimentaria, conocer el porcentaje de alimentos que provienen del bosque, así como las dificultades de acceso a los alimentos.
- Las variables de organización, para conocer el nivel y carácter organizativo de los hogares, asumiendo que los objetivos organizacionales inciden en las actividades de conservación o aprovechamiento de los bosques.

Estos criterios, son los que direccionarán el análisis de las variables de la información recopilada de la encuesta y al mismo tiempo da la pauta para mostrar los resultados obtenidos en este proceso. En función de lo anterior, a continuación se presenta los resultados obtenidos de la información recopilada en hogares.

### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. Resultados y análisis de la Información recopilada en hogares

Las encuestas de hogares entregaron una amplia cantidad de información que ha sido simplificada para su análisis en un total de siete variables. Con base a la fórmula aplicada para el muestreo del universo de hogares, se determinó que la muestra para la provincia de Sucumbíos sería de 670 encuestas<sup>24</sup>, logrando levantarse un total de 673 encuestas en campo.

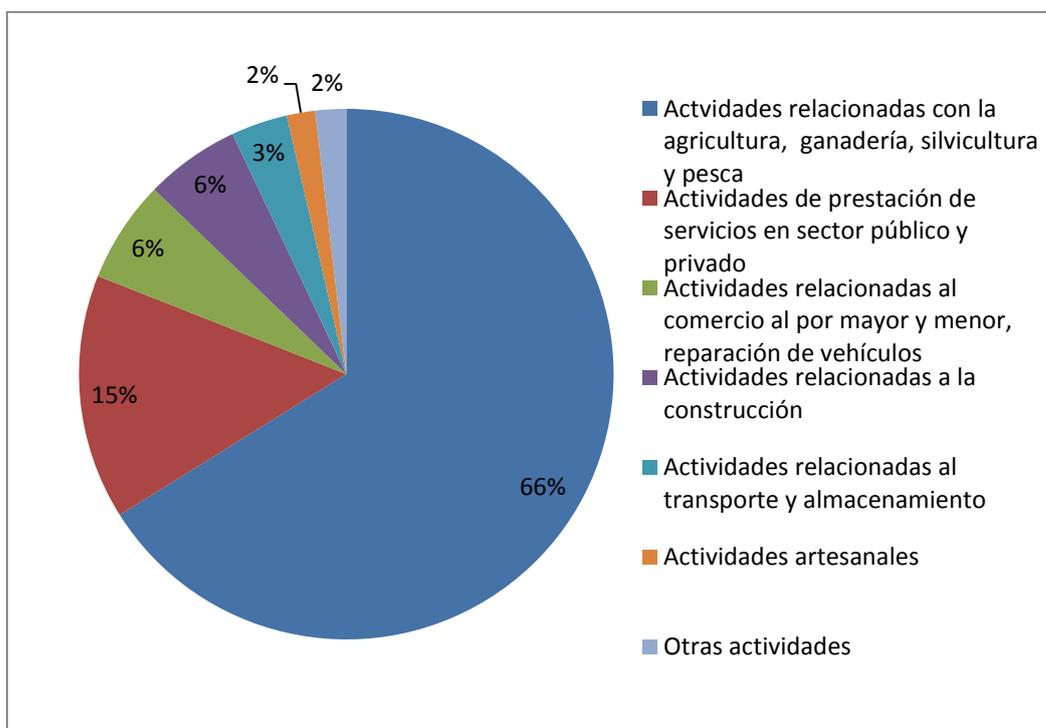
##### 4.3.1.1. Caracterización de la población

Con el fin de cumplir con el objetivo de conocer las formas de relacionamiento de las poblaciones locales con el bosque, considerando sus diferencias y similitudes socioeconómicas y socioculturales, es necesario antes de iniciar el análisis de las variables, describir las características generales de la población encuestada y de este modo conocer a la población y desde ahí partir a análisis más profundos de su relación con el bosque.

##### 4.3.1.2. Caracterización socioeconómica

Para lograr caracterizar a la población encuestada desde un enfoque socioeconómico, se partió por definir las actividades principales a las que se dedican.

Figura 23. Rama de actividad del jefe del hogar



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

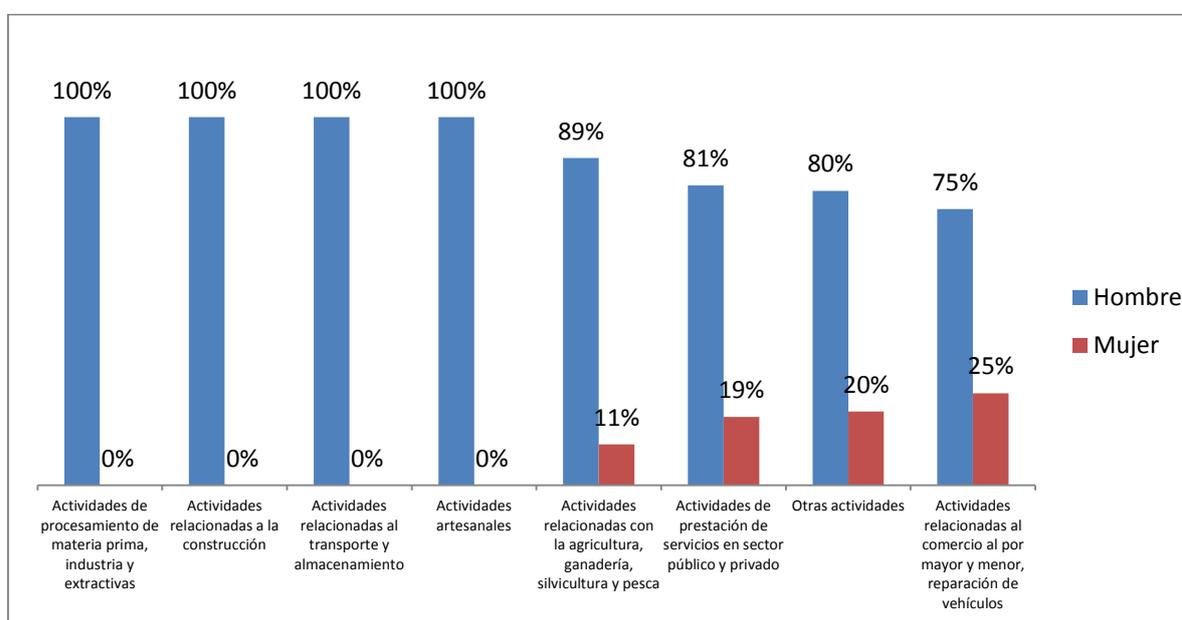
De la población encuestada, encontramos que el mayor porcentaje (66%) está dedicado a actividades relacionadas con la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, seguida por la

<sup>24</sup> Se aplicó una encuesta por hogar.

prestación de servicios en el sector público y privado, donde se aglutinan aquellos empleados públicos, consultores, trabajadores para empresas privadas, etc., para continuar con actividades relacionadas al comercio y la construcción. Tomando en cuenta que la encuesta fue levantada en el sector rural, donde la economía gira alrededor del sector primario de producción, especialmente en la Amazonía, la tendencia es que la población se dedique en su mayoría a estas actividades. Sin embargo, los porcentajes en las siguientes ramas de actividad como prestación de servicios, comercio y construcción, que considerando la dinámica local de la provincia de Sucumbíos, existe alta probabilidad que estén vinculadas con la actividad petrolera presente en la provincia.

En función de la distinción por sexo, las actividades productivas están más vinculadas a los hombres, teniendo poca presencia de la mujer en estas actividades y más bien enfocándose a las actividades del hogar.

Figura 24. Rama de actividad de acuerdo al sexo



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Como marca la tendencia en el sector rural y en la Amazonía, las actividades relacionadas con la industria de procesamiento de materia prima, la industria extractiva, la construcción, el transporte y el almacenamiento, son aquellas donde predomina la presencia de hombres como mano de obra. Es clave tomar en cuenta que la economía de la provincia hoy en día, gira alrededor de la extracción, almacenamiento y transporte de petróleo, por lo cual las ramas de actividad antes mencionadas, en mayor o menor grado están relacionadas con este sector.

Como ocurre con frecuencia en las localidades cercanas o dentro de áreas de extracción petrolera, en su gran mayoría, la oferta de mano de obra y servicios, está dirigida a satisfacer la demanda del sector petrolero.

Sin embargo, lo interesante es observar que se posiciona un considerable porcentaje de presencia de las mujeres en las actividades de comercio y prestación de servicios, mientras que

en la rama de actividades ligada al sector primario, sigue habiendo una predominación del género masculino.

De los resultados obtenidos, se observa que de los hogares encuestados, la gran mayoría se auto definen como mestizos, como muestra la siguiente gráfica:

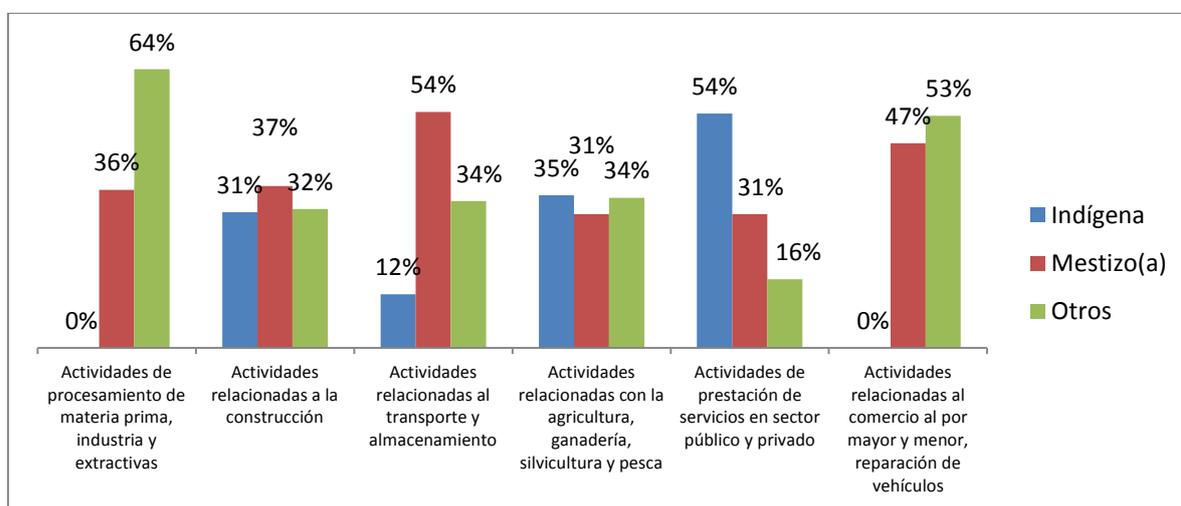
Cuadro 59. ¿Cómo se auto identifica según su cultura y costumbres?

<b>Auto identidades</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Mestizo(a)	550	81,70%
Indígena	71	10,50%
Blanco(a)	25	3,70%
Negro(a)	12	1,80%
Montubio(a)	8	1,20%
Mulato(a)	7	1,00%
<b>Total</b>	<b>673</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Para visibilizar las características socio-económicas de la población se realizó el análisis de las actividades económicas que realiza en función de su autoidentificación. Considerando la alta presencia que tiene la población mestiza dentro de los resultados de la encuesta de hogares y con el objetivo de no perder la valiosa información que nos puede dar los resultados de hogares con otras autodefiniciones, fue necesario hacer un juego de análisis estadístico de ponderación, dando como resultado:

Figura 25. Rama de actividad de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Como podemos visualizar, al ponderar los datos de autoidentificación se logra rescatar la información otorgada por los hogares no mestizos y con lo cual se observa de forma real la presencia concreta de cada una de estas definiciones en las distintas ramas de actividad.

De esta forma, podemos observar que en las actividades relacionadas con la industria de procesamiento de materia prima y la industria, existe una presencia del 64% de los hogares

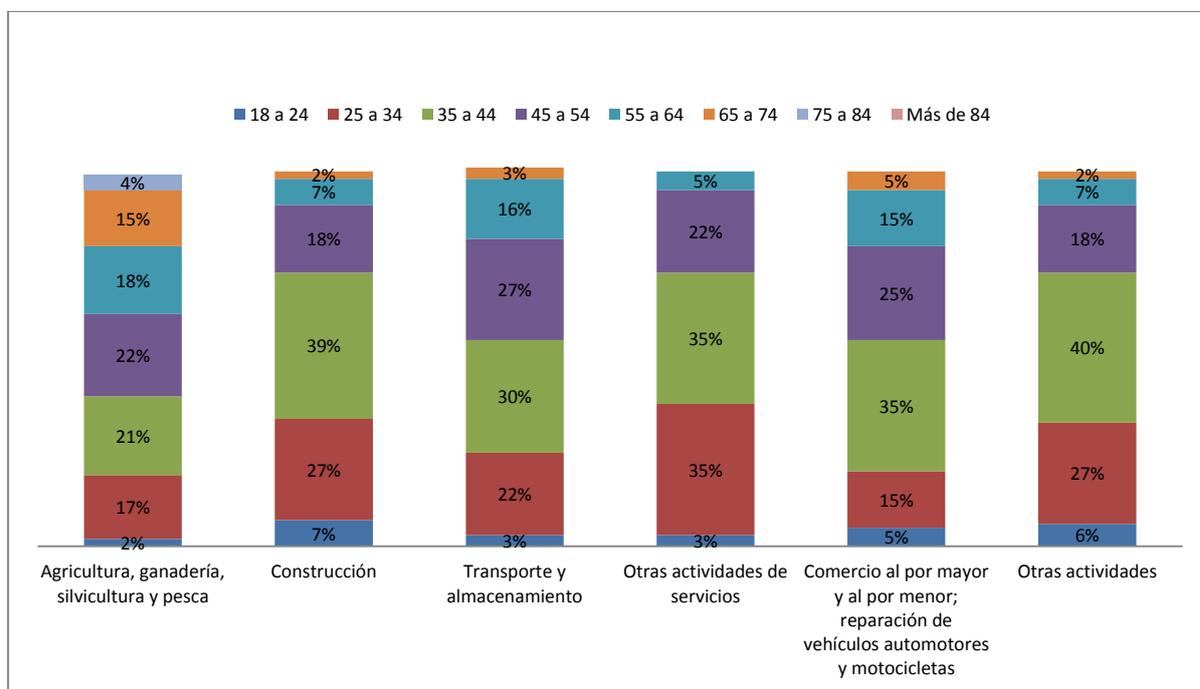
con otras autodefiniciones<sup>25</sup>, así como en las actividades comerciales con el 53%. De los hogares autodefinidos como indígenas observamos que el 54% se dedica a la prestación de servicios, el 35% a actividades del sector primario, el 31% a actividades de la construcción, entre las principales. Mientras, los hogares autodefinidos como mestizos sus actividades se dirigen hacia el sector del transporte (54%), del comercio (47%) y la construcción (37%).

Retomando los puntos anteriores, considerando que el levantamiento de información se realizó en el sector rural de la provincia de Sucumbíos en la Amazonía ecuatoriana, donde la economía gira alrededor de las actividades del sector primario. Sin embargo, con la presencia de pozos petroleros en estas zonas, se convierte un factor que incide en la economía local, ya que la población busca dirigir sus actividades a satisfacer la demanda requerida que deviene de la actividad petrolera.

“Para el año 2009, el sector minero y petrolero emplea directamente a 4.905 personas, representando el 0,11% de la población económicamente activa. Mientras que indirectamente emplea a 32.262 personas, lo que representa 0,72% de la población económicamente activa. Este empleo generado se refiere a las empresas legalmente constituidas que realizan las actividades en las zonas extractivas, así como en la elaboración, fabricación y refinación de productos.” (PDOT Sucumbíos 2011)

Se observa que dentro de la población autoidentificada como indígena, el mayor porcentaje se concentra en actividades del sector primario y otras actividades de servicios, no obstante, según los resultados no tiene ninguna vinculación con las actividades comerciales.

Figura 26. Rama de actividad de acuerdo a la edad



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

En función de la edad de la población encuestada, se observa que el mayor porcentaje de la población que tiene participación en las actividades productivas, oscilan entre los 35 a 44 años,

<sup>25</sup> En esta categoría se incluyen a las autodefiniciones: blanco(a), negro(a), montubio(a), mulato(a).

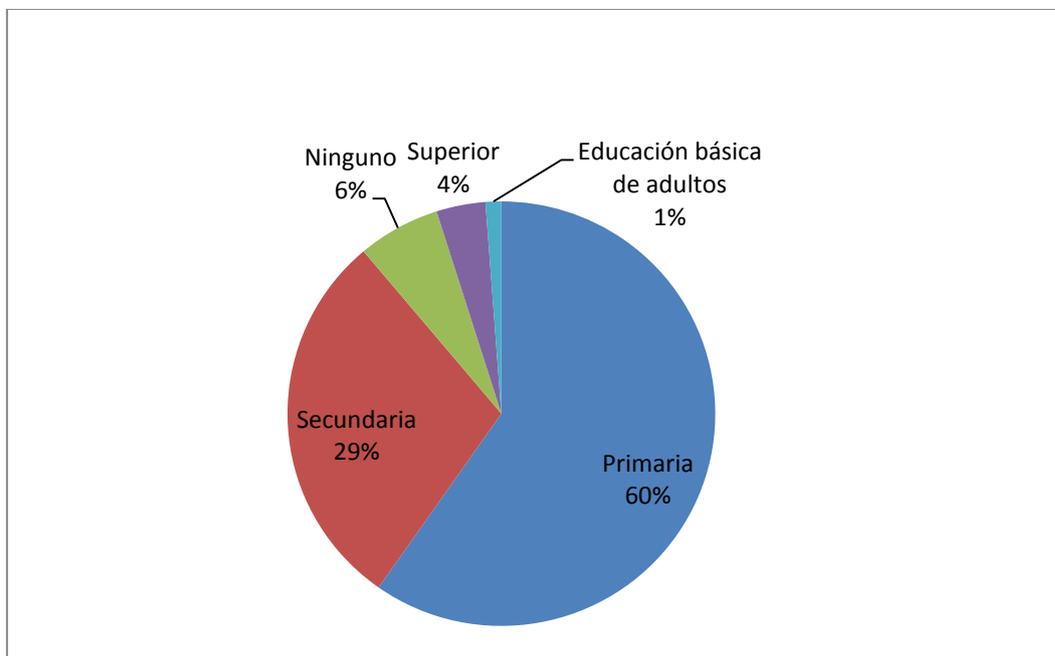
seguido por los de 25 a 34, coincidiendo con la edad productiva de una persona. La población en edad productiva se concentra en actividades relacionadas con el sector de la construcción y servicios, mientras que la población adulta se concentra en actividades relacionadas con el sector primario y el comercio.

#### 4.3.1.3. Caracterización sociocultural

La caracterización sociocultural de un grupo humano, es un proceso que se compone del análisis de varias aristas de información, que juntas permiten establecer un perfil alrededor de las formas de relacionamiento y comportamiento con su entorno. Para ello, es necesario contar con datos de variables como educación, costumbres, idioma, modos de vida, etc. Sin embargo, tomando en cuenta que las variables de estas características son escasas, por la naturaleza y tipo de la encuesta, solo se consideraron las variables 1) educación, por la influencia que tienen los procesos educativos en la formación de los individuos, 2) autoidentificación, para entender el vínculo entre su origen y nacionalidad, y 3) procedencia, asumiendo que las prácticas culturales se trasladan y dispersan cuando existen procesos migratorios. Esta información y el análisis de la misma, permiten marcar una tendencia para entender los aspectos sociales y culturales de la población rural de la provincia amazónica de Sucumbíos que entró en el proceso de levantamiento de información a través de las encuestas de hogares.

Planteado lo anterior, partimos por observar el nivel de educación al que accedió la población encuestada, dependiendo de su autoidentificación. Para observar esto, primero es necesario analizar el nivel de educación de la población encuestada:

Figura 27. Nivel de educación de los jefes de hogar

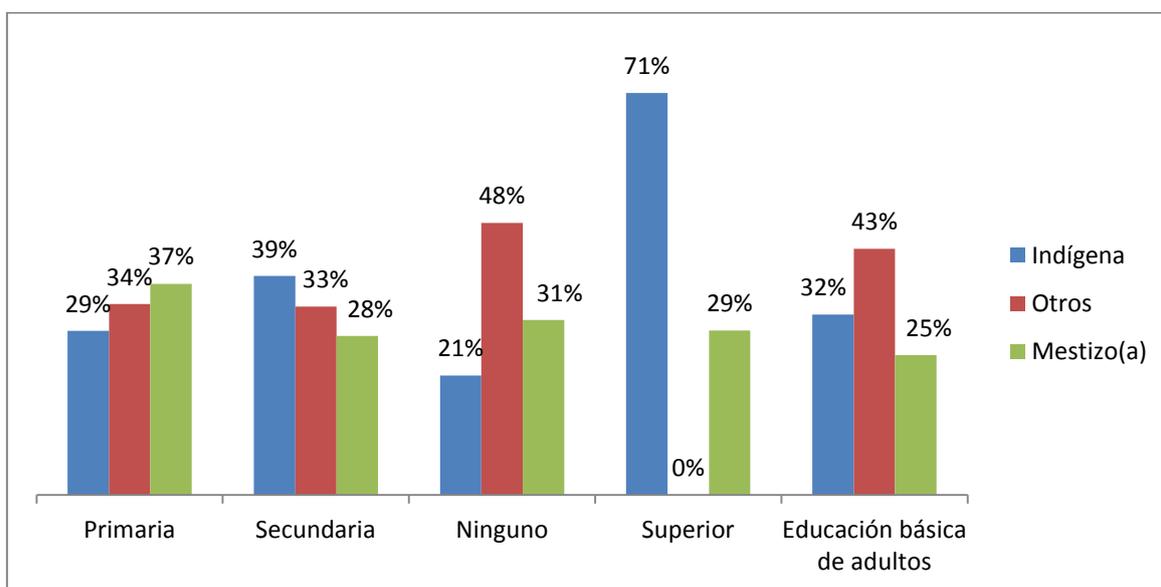


Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

De esta forma observamos que del total de la población encuestada entre quienes accedieron a completar los estudios de primaria y secundaria, suman el 89%, siguiendo la tendencia que

es común en los sectores rurales, especialmente de la Amazonía. De esta forma, el nivel educativo por autoidentificación es:

Figura 28. Nivel de educación por autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Como observamos en el gráfico anterior, entre la población de autoidentificación indígena, se observa que el acceso a educación a nivel medio y superior es relativamente alto, en comparación con quienes se autoidentificaron mestizos y quienes declararon pertenecer a otras auto identificaciones, quienes tienen en porcentaje más alto, el no haber accedido a ningún nivel educativo.

La conformación de la población de Sucumbíos, proviene de varias regiones del Ecuador, quienes en muchos de los casos, a causa de factores naturales o de conflicto social se vieron obligados a abandonar sus lugares de origen y buscar lugares donde exista disponibilidad de tierras que permitan el cultivo permanente por la presencia de lluvias constantes. De esta forma, la conformación de la población encuestada es la siguiente:

Cuadro 60. Correlación de conformación de la población de la provincia de Sucumbíos.

¿Dónde vivía hace 10 años?

	En esta provincia	En otra provincia	Fuera del país	Total
Bolívar	116	8	0	124
Loja	98	9	1	108
Sucumbíos	89	1	0	90
Manabí	51	12	0	63
Provincias amazónicas	45	8	0	53
Fuera del país	25	2	17	44
Los Ríos	34	2	0	36
Sto. Domingo de los Tsáchilas	17	12	1	30
Esmeraldas	24	4	0	28

El Oro	18	2	0	20
Chimborazo	18	1	0	19
Azuay	11	3	0	14
Guayas	9	1	0	10
Cotopaxi	6	1	0	7
Imbabura	5	2	0	7
Pichincha	5	2	0	7
Tungurahua	4	1	0	5
Cañar	3	1	0	4
Carchi	4	0	0	4
<b>Total</b>	<b>582</b>	<b>72</b>	<b>19</b>	<b>673</b>

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

La aseveración anterior, se respalda en la información del presente cuadro, donde se observa que la población de la provincia está conformada por corrientes migratorias, tanto nacionales como exteriores, que llevan más de 10 años en la provincia de Sucumbíos.

#### 4.3.1.4. *Relación gente- bosque*

##### 4.3.1.4.1. Construcción de viviendas

Al tratarse de una provincia en donde el mayor porcentaje de la población vive en el área rural (INEC 2010), las viviendas son en su mayoría independientes y distantes entre ellas.

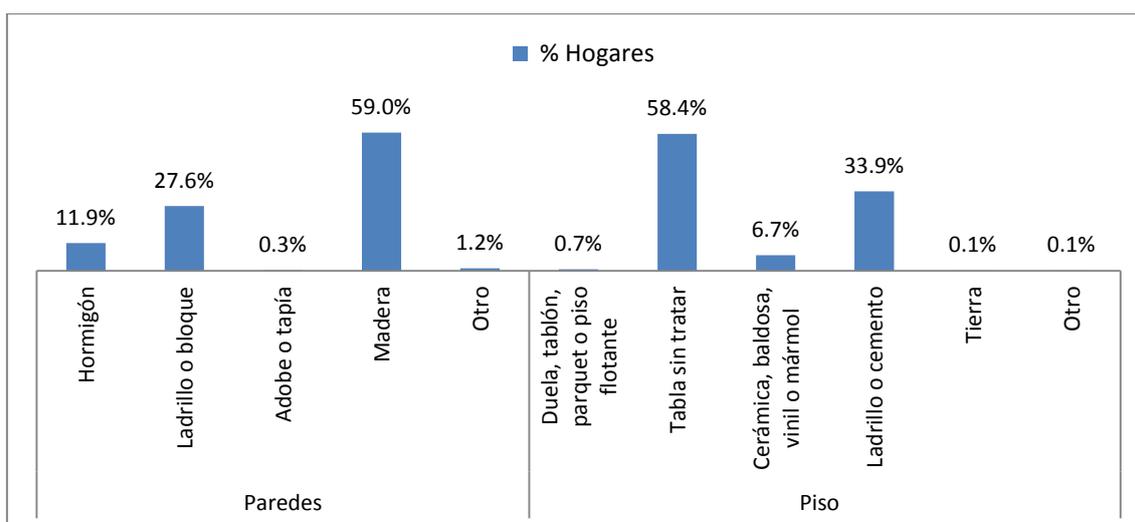
Cuadro 61. Conformación de población de provincia de Sucumbíos (urbano-rural)

<b>CANTONES</b>	<b>POBLACIÓN TOTAL</b>	<b>POBLACIÓN RURAL</b>	<b>% POBLACIÓN RURAL</b>
Lago Agrio	91.744	43.182	47%
Shushufindi	44.328	27.973	63%
Cuyabeno	7.860	5.853	74%
Cascales	11.211	9.014	80%
Gonzalo Pizarro	8.682	6.592	76%
Putumayo	8.526	7.977	94%
Sucumbíos	4.121	2.841	69%
<b>TOTAL</b>	<b>176.472</b>	<b>103.432</b>	

Fuente: INEC Censo Poblacional 2010

El material que predomina en la construcción de paredes y pisos de las viviendas es la madera, siguiéndole en importancia materiales como, el ladrillo, bloque y cemento; tal como se puede apreciar en:

Figura 29. Materiales utilizados por los hogares en la construcción de viviendas.



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

La cantidad de madera que los hogares aprovechan para la construcción de sus casas no se pudo conocer. Sin embargo, debido a que más del 50 % de los hogares del universo de estudio emplean este material, el alto consumo que existe es evidente.

La decisión de emplear madera al momento de construir las viviendas podría atribuirse a varios factores; entre ellos, las prácticas culturales de los habitantes de la región amazónica y otros sectores del país que cuentan con clima tropical y es común la utilización de este material para la construcción en la mayoría de hogares rurales

Acorde a la FAO (1971), la población rural corta, elabora y emplea la madera a medida que la necesita. La reparación y el mantenimiento de las casas por lo general forman parte del ciclo anual de labores en el campo y están integradas en los quehaceres de la vida diaria.

Cuadro 62. Material utilizado en la vivienda de acuerdo a la autoidentificación de los hogares.

Parte de la vivienda	Material	Tipo de hogar		
		Hogar con miembros indígenas	Hogar con miembros mestizos	Hogar con miembros de otras autoidentificaciones
Paredes	Hormigón	6,5%	12,9%	9,6%
	Ladrillo o bloque	22,1%	28,9%	23,1%
	Adobe o tapia	0%	0,4%	0%
	Madera	70,1%	56,8%	65,4%
	Otro	1,3%	1,1%	1,9%
Piso	Duela, tablón, parquet o piso flotante	0%	0,9%	0%
	Tabla sin tratar	72,7%	56,3%	59,6%
	Cerámica, baldosa, vinil o mármol	2,6%	7,4%	5,8%
	Ladrillo o cemento	23,4%	35,5%	32,7%
	Tierra	0%	0%	1,9%
	Otro	1,3%	0%	0%

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Por otra parte, el mayor uso de la madera se atribuye también a que es el material más económico en comparación a materiales industrializados. Al tratarse de una provincia donde el 60% de la población vive por debajo de la línea de pobreza (GADP Sucumbíos 2011), la posibilidad de acceder a materiales más costosos para la construcción de sus viviendas es limitada. Frente a esta realidad, la gente opta por la madera, la cual puede obtener en sus propios terrenos, o adquirirla a costos más bajos al ser una zona en donde la madera aún es de fácil acceso y disponibilidad.

Sumado a esto, el notable uso de la madera para la construcción de casas supone la utilización de especies maderables valiosas extraídas del bosque, como la capirona, el guayacán y el sande. Núñez (2013) señala que hay finqueros que todavía tienen bosques primarios, a los que además de considerar importantes para la economía familiar, lo son porque les proveen de materiales para la construcción de sus viviendas.

Esta realidad podría ser generalizada a nivel de la región amazónica; ya que según Mejía y Pacheco (2013) en otras provincias como Napo aunque los bosques no son considerados como un recurso importante para enfrentar las crisis financieras de las familias, éstos también cumplen con la función importante de aprovechamiento de madera para solventar gastos esenciales de las familias relacionados con la salud, educación, alimentación y de manera particular a la vivienda.

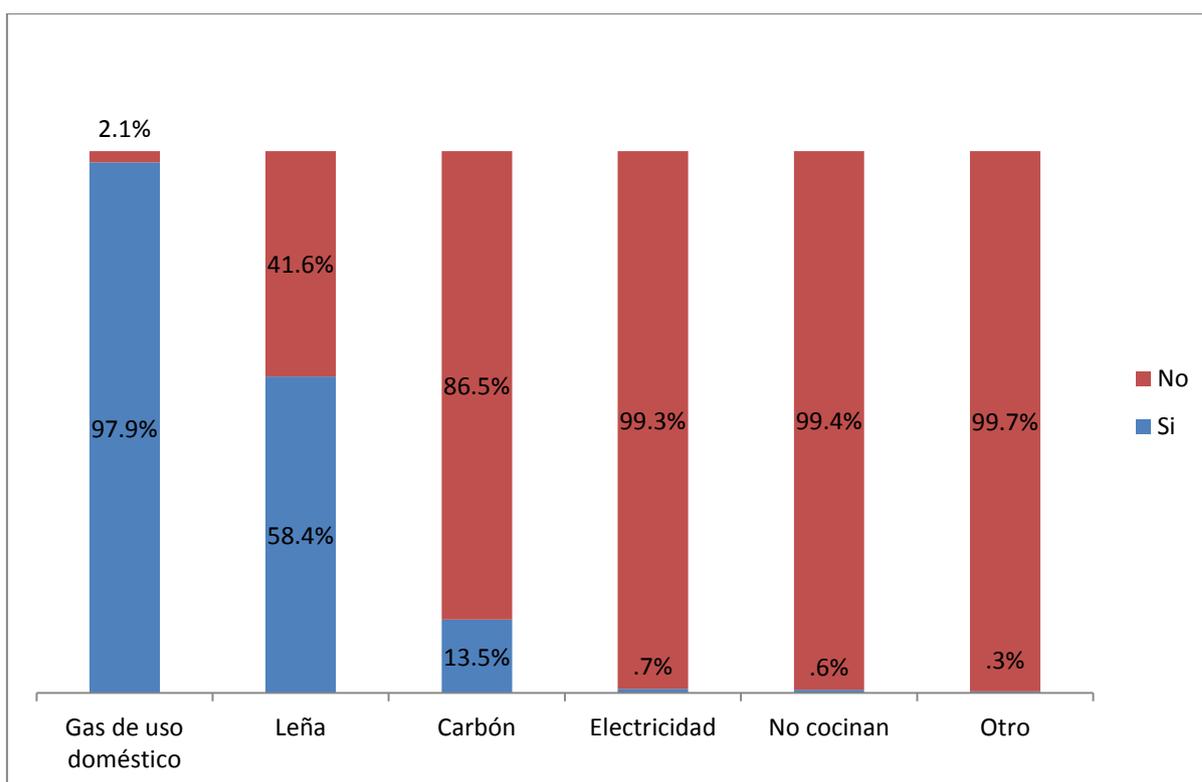
Es claro que las diferentes interacciones entre la gente y el bosque dependen de las necesidades poblacionales, de ahí que estas deben ser conocidas y valoradas; con lo cual se pueden implementar estrategias para mejorar la contribución de los bosques al desarrollo social, a los medios de vida y a la erradicación de la pobreza como prácticas sostenibles.

Se debe considerar que el desarrollo rural tiene que ser concebido desde la óptica de garantizar las condiciones que permiten a los campesinos vivir bien en su tierra. La vivienda rural debe ser adaptada, tanto a las condiciones del sector rural, como a sus tradiciones; lo que exige un esfuerzo de reinterpretación del campo desde las perspectivas y realidades actuales (Celi *et al.* 2009).

#### 4.3.1.4.2. Combustible para cocinar

Dentro de las presiones que hay sobre el bosque, es necesario observar las dinámicas de la población encuestada en el uso de recursos maderables como combustible.

Figura 30. Combustible que utilizan los hogares para cocinar



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Los resultados arrojados reflejan que la población en mayor porcentaje hace uso de GLP y leña como combustibles en sus hogares. El embasamiento y distribución de GLP por parte del Estado ecuatoriano inicia desde el año de 1957 y hasta la fecha se ha expandido a casi todos los rincones urbanos y rurales del país, convirtiéndose en el combustible más utilizado por los hogares ecuatorianos<sup>26</sup>. Con base en los resultados, se ha identificado que los hogares encuestados poseen una alta preferencia por el uso simultáneo de gas y leña. Wunder<sup>27</sup> (1996), realizó un estudio en bosques de la sierra ecuatoriana, encontrando que existe la tendencia en la mayoría de hogares de combinar los dos combustibles<sup>28</sup>.

De la encuesta se puede ver que el consumo de leña corresponde al 58,4% de la población encuestada. Muchas de estas familias combinan ambos combustibles, GLP y leña, usando este último para fines agrícolas y ganaderos en la mayoría de los casos. El uso de leña como combustible en los hogares de la Provincia de Sucumbíos relacionados con los bosques es alta<sup>29</sup>. Esto rara vez es así; pese a que se estima que las poblaciones rurales consumen por año

<sup>26</sup> Diario el Telégrafo. (06 de Agosto de 2013). El 88% del GLP de consumo interno es importado. PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS ABASTECERÁN AL PAÍS DE ENERGÍA NO CONTAMINANTE.

<sup>27</sup> Cabe aclarar que el estudio de Wunder (1996) se efectuó en otra región del país, no obstante esta realidad se extiende a nivel nacional debido a la preferencia que tienen la mayoría de los hogares por el uso de gas licuado de petróleo (GLP) como combustible para cocinar.

<sup>28</sup> La información se obtuvo considerando una respuesta de selección múltiple sobre los combustibles utilizados para cocinar en el hogar.

<sup>29</sup> En relación al volumen promedio anual autorizado por el MAE para el período 2007 – 2010 en todo el Ecuador a través de los PAFsi y PAFsu en donde se dictaminó un total de 572.132 m<sup>3</sup> de madera.

un total de 69.535 m<sup>3</sup> de madera, existen otras fuerzas más destructivas que contribuyen a la deforestación de los bosques de la zona (FAO 1985).

Cuadro 63. Lugar de donde obtienen la leña para cocinar

	Total
Sistemas agroforestales	37,2%
Bosque nativo	20,1%
Cultivos permanentes	18,3%
Plantaciones	12,5%
Rastrojos	8,4%
Otros	6,9%
Silvopastura	6,1%
Otros	4,6%
Mosaico	,3%
Compran	,3%
TOTAL	100,0%
# de hogares cocinan con leña	17096

Cuadro 64. Especies que cortan y recolectan para leña

Especie	Hace 10 años	Los últimos 12 meses
Guaba o guabillo	27,27%	36,01%
Café	19,09%	24,56%
Laurel	10,00%	1,93%
Pambil	8,18%	1,50%
Guayaba o guayabillo	5,45%	8,45%
Capirona o capiron	4,55%	2,00%
Naranja	3,64%	4,63%
Cacao	2,73%	5,72%
Otros	19,09%	15,18%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

	Sube
	Se mantiene en el rango
	Baja

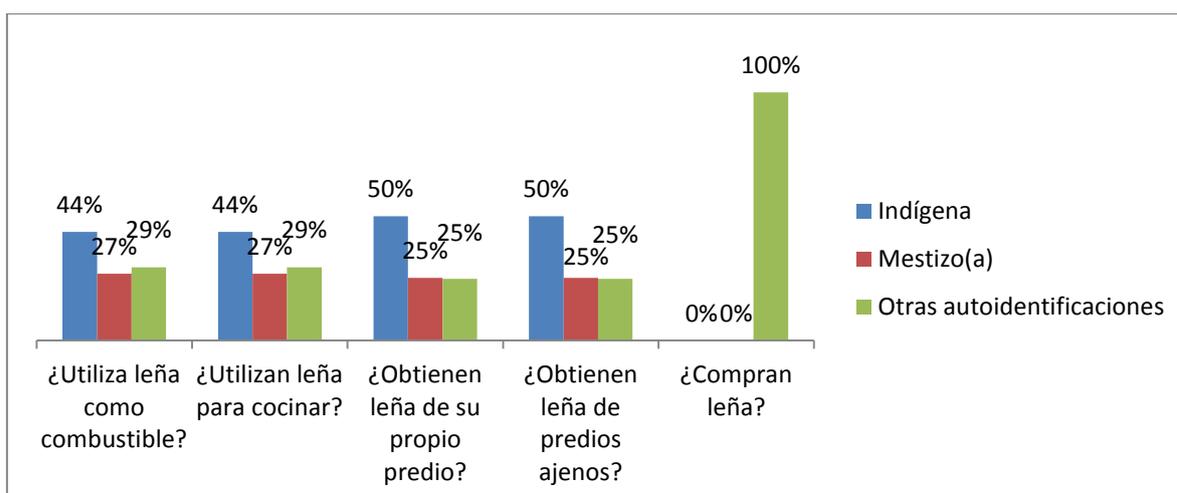
Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Por otra parte, la encuesta de hogares reveló que el 37,2% de la leña que consumen los hogares para cocinar<sup>30</sup> procede de sistemas agroforestales (SAF) de especies como: la guaba, el café, el laurel, la guayaba, las cuales se utilizan por ser especies de buena combustión. De manera adicional, se utilizan alrededor de 60 especies maderables consideradas valiosas como: la capirona, el guayacán y el sande; de las cuales sólo se aprovechan los desperdicios originados después de la explotación forestal. Cabe señalar que la leña al venir en su mayoría de sistemas agroforestales no es un factor de presión sobre los bosques.

Se identificó que el 20,1% de la leña para cocinar se obtiene también de bosques naturales. Esto sugiere que los SAF no son la única fuente de abastecimiento de leña. Aquí es necesario observar que el consumo de leña depende de las prácticas culturales de cada una de las autoidentificaciones, como podemos observar en el siguiente gráfico:

<sup>30</sup> La información se obtuvo considerando una respuesta de selección múltiple sobre los lugares de donde obtienen la leña para cocinar los hogares de la provincia de Sucumbíos.

Figura 31. Utilización de leña por autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Como podemos observar, quienes se autoidentificaron como indígenas, representan en mayor porcentaje el grupo que más consumo de leña realiza, que va relacionada con sus prácticas culturales.

#### 4.3.1.4.3. Cobertura y uso del suelo

La cobertura y uso del suelo que mantienen los hogares de la provincia de Sucumbíos en sus terrenos son diversificados. En la mayoría de fincas tienen algún tipo de infraestructura como casas o vías, destaca también la presencia de cultivos permanentes; y en menor porcentaje se encuentra el bosque nativo, tal como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 65. Disponibilidad de coberturas y usos del suelo en los terrenos

Coberturas y usos del suelo	Disponibilidad (%)
Áreas pobladas y/o infraestructura	63,3
Cultivos permanentes	41,0
Bosque nativo	35,7
Silvopasturas	25,5
Agroforestería	22,1
Cultivos de ciclo corto	20,9
Vegetación arbustiva	16,1
Mosaico agropecuario	15,6
Área sin cobertura vegetal	13,7
Pasto cultivado	11,5
Vegetación herbácea	9,6
Cuerpo de agua artificial	5,2
Cuerpo de agua natural	3,6
Plantación forestal	1,2
Cultivos semipermanentes	0,8

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Con base en estos resultados, se puede afirmar que los cultivos permanentes tienen especial importancia para los dueños de las fincas, y de manera particular los cultivos de cacao, palma africana y café.

Según Núñez (2013) en el caso de productos comerciales como café y cacao, a pesar de estar sujetos a las fluctuaciones del mercado son de interés para los agricultores y en determinadas zonas se extienden a expensas de los bosques remanentes en las fincas; mientras que en el caso del cultivo de la palma africana señala que desde el punto de vista de algunos actores, esto responde a la gran presión que están ejerciendo las empresas palmicultoras en la zona, lo cual va acompañado por factores como la facilidad de obtener renta de manera permanente por varios años.

La importancia de estos cultivos es notable, ya que de acuerdo a Castro y colaboradores (2013) durante el 2000 y 2008 en la zona norte de la Amazonía, el cacao aumentó su superficie en 16,6 miles de has; mientras que la palma africana fue el segundo cultivo con mayor expansión en la zona y creció 4,5 miles de hectáreas gracias a la creciente demanda internacional.

De acuerdo a la información obtenida, existe una tendencia en la distribución del uso del suelo en los terrenos, en donde el mayor porcentaje se encuentra orientado a cultivos, pero no necesariamente ocupa la mayor extensión. Por el contrario el bosque nativo, a pesar de que sólo el 35,7 % de los hogares mantienen este tipo de cobertura en sus terrenos, este ocupa la mayor superficie, como se muestra en el siguiente cuadro<sup>31</sup>.

Cuadro 66. Superficie y porcentaje de las coberturas y usos del suelo presentes en los terrenos

<b>Categoría</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>%</b>
Bosque nativo	301.482	53,6%
Silvopasturas	93.915	16,7%
Cultivos permanentes	55.262	9,8%
Vegetación arbustiva	27.806	4,9%
Pasto cultivado	25.577	4,5%
Agroforestería	22.578	4,0%
Vegetación herbácea	11.497	2,0%
Cultivos de ciclo corto	9.163	1,6%
Área sin cobertura vegetal	7.384	1,3%
Mosaico agropecuario	3.395	0,6%
Plantación forestal	1.464	0,3%
Cuerpo de agua natural	1.175	0,2%
Áreas pobladas y/o infraestructura	639	0,1%
Cultivos semipermanentes	544	0,1%
Cuerpo de agua artificial	405	0,1%
<b>Total</b>	<b>560.583</b>	<b>100%</b>

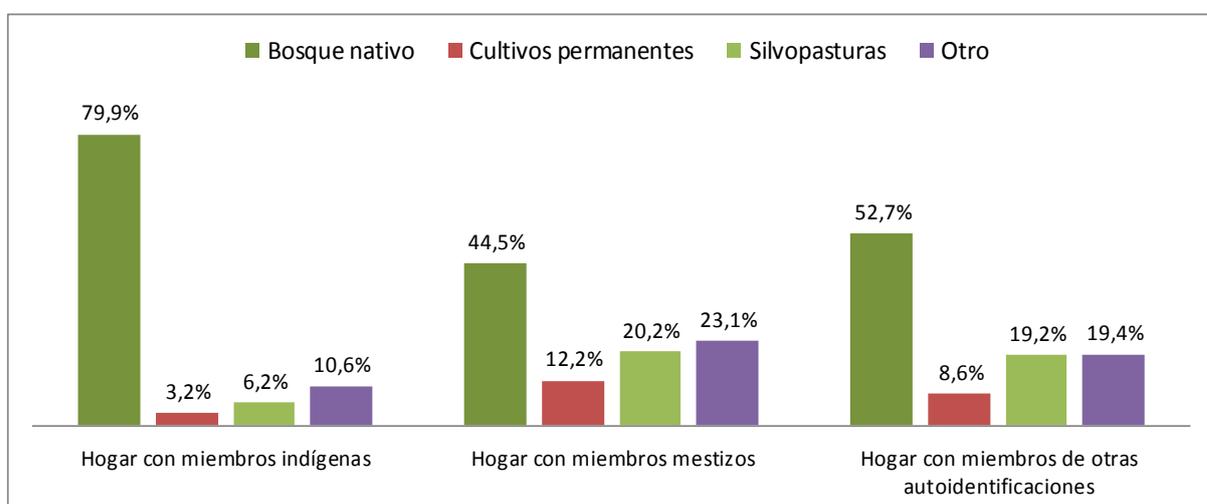
Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

<sup>31</sup> Los datos que se presentan son el resultado de la estimación de los hogares encuestados, mas no han sido medidos.

Sin embargo, la superficie de coberturas y uso del suelo difiere de acuerdo a la autoidentificación; así en los hogares con miembros que se autoidentifican como indígenas la superficie de bosque nativo es ampliamente superior con respecto a la de otras coberturas y usos del suelo; en tanto que en hogares con miembros mestizos y de otras autoidentificaciones se puede evidenciar una distribución más homogénea entre coberturas; ya que la superficie de bosque se ve disminuida mientras que los cultivos permanentes, silvopasturas y otras coberturas aumentan.

En función de esta información podemos concluir que las costumbres que mantienen los hogares son distintas de acuerdo a la etnia, ya que mientras los hogares con miembros mestizos y de otras autoidentificaciones mantienen una producción agropecuaria más intensiva, la población indígena tiene una producción más de chacra y en armonía con el bosque.

Figura 32. Superficie de coberturas y uso del suelo de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Por otro lado, es importante mencionar que la cobertura de bosque obtenida a través de las encuestas realizadas a hogares, difiere de los datos proporcionados por la línea base de deforestación del Ecuador Continental (MAE 2012), en donde se indica que el bosque nativo de la provincia es de 1'381.548 has. Esta diferencia se debe, en parte, a que en las encuestas los propietarios por diferentes motivos tienden a brindar datos subestimados.

Además a que existen áreas con ecosistemas boscosos en la provincia de Sucumbíos, que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), las que no están contempladas dentro de la información brindada por los hogares encuestados, ya que las áreas de bosque a las que hacen referencia son a las de su propiedad o tenencia.

La superficie de bosque contenida dentro de las áreas protegidas es representativa. Sucumbíos es una de las provincias del Ecuador que mayor superficie de áreas protegidas tiene, la cual constituye aproximadamente el 60 % de su territorio, que van desde el páramo en la zona alta de la Provincia, hasta el bosque húmedo tropical en sus zonas bajas (GADP Sucumbíos 2011).

Cuadro 67. Áreas naturales protegidas de la Provincia de Sucumbíos

Áreas Naturales Protegidas	Superficie (ha)
Parque Nacional Cayambe – Coca	167.681,70
Reserva de la Biósfera Sumaco- Napo- Galeras	21.846,71
Reserva de Producción Faunística Cuyabeno	351.449,172
Reserva Ecológica Cofán Bermejo	53.312,77
Reserva Biológica Limoncocha	3.673,38
Reserva Municipal La Bonita- Cofanes- Chingual	70.000,00
Total	667.963,73

Fuente: GADP Sucumbíos (2011)

De acuerdo a los resultados, otras de las coberturas que alcanzan una superficie representativa son las áreas con silvopasturas y los cultivos permanentes, debido a los patrones de uso de la zona, bosque – cultivos – pastos. En algunos casos, no hay conversión a pastos y se mantienen los cultivos permanentes como es el caso del cacao, café y palma africana. La ganadería constituye la actividad más extensiva y que más practican las familias de la zona.

The REDD Countries Database (2012), señala que la expansión continua de campos agrícolas comerciales y de subsistencia, así como la ganadería, son algunas de las principales causas de la pérdida de la cobertura boscosa en el país; coincidiendo con Núñez (2013), quien afirma que la tendencia de reemplazar el bosque por tierras de producción agropecuaria es también una de las causas directas de deforestación en la provincia amazónica de Sucumbíos.

Según el INEC (2010), la distancia al mercado regional más cercano incide sobre el índice de probabilidad de deforestación<sup>32</sup>, el cual se basa en la teoría sobre las decisiones de uso del suelo, concretamente en los modelos de Von Thünen<sup>33</sup>, donde la motivación del cambio de uso del suelo es dedicar la tierra a la actividad que genere mayores ingresos a sus propietarios. Bajo este contexto, los hogares prefieren por tanto deforestar para pasar de suelos con bosque hacia suelos agrícolas para el desarrollo de sus actividades económicas así como de auto sustento.

Otra de las razones que incentivan a los dueños de las fincas a que opten por esta conversión es la dificultad que tienen para comercializar los productos del bosque. Esto se refiere a que mientras el título de propiedad de los pastizales y de los cultivos que se producen en sus tierras está bien definido y la ley no puede disputar el derecho del dueño a arrendarlos o vender estos bienes; en el caso de los árboles, el título de propiedad y la posibilidad de transformarlos en dinero tienen alcance limitado, ya que para aprovecharlos y venderlos deben seguir un laborioso trámite para obtener el permiso de corta. A lo anterior hay que añadir que la rentabilidad de la conversión de bosque para pastizales es más alta que la

<sup>32</sup> El Índice de Riesgo o de Probabilidad de Deforestación, ahora renombrado como Índice de Presión Económica a la Deforestación (IRDef) fue creado por el INECC con el propósito de que instituciones como la CONAFOR (Consejo Nacional Forestal) pudieran utilizarlo como uno de los indicadores que sirva para poder focalizar cada vez mejor sus programas.

<sup>33</sup> La teoría de la localización de von Thünen es una hipótesis general sobre la distribución de los usos agrícolas del suelo.

comercialización de productos del bosque de manera legal, por los mismos factores relacionados con los permisos y trámites. Pero es necesario aclarar que esto se refiere cuando el aprovechamiento del bosque se realiza como actividad apegada a la legalidad, ya que cuando esto no ocurre, los costos de trámites y permisos bajan, los tiempos se acortan y el grado de rentabilidad para las familias es más alto.

En adición, cabe mencionar que la expansión de la frontera agropecuaria no es un fenómeno reciente. En la Amazonía el cambio de uso de la tierra de bosques a cultivos agrícolas y pastizales se produce con el proceso de colonización de la región e impulsado por las políticas de reforma agraria promovidas por el Estado en las décadas de 1960 y 1970, las cuales fueron impuestas por la falta de conocimiento de la importancia de las tierras forestales, ya que el Estado las consideraba como “tierras baldías” (Varea y Ortiz 1995); razón por la cual, tanto propietarios como colonos debían talar entre el 50 y 80%, con la finalidad de evitar en el caso de los primeros la expropiación y en el de los segundos, obtener la adjudicación de los terrenos (McKenzie 1994).

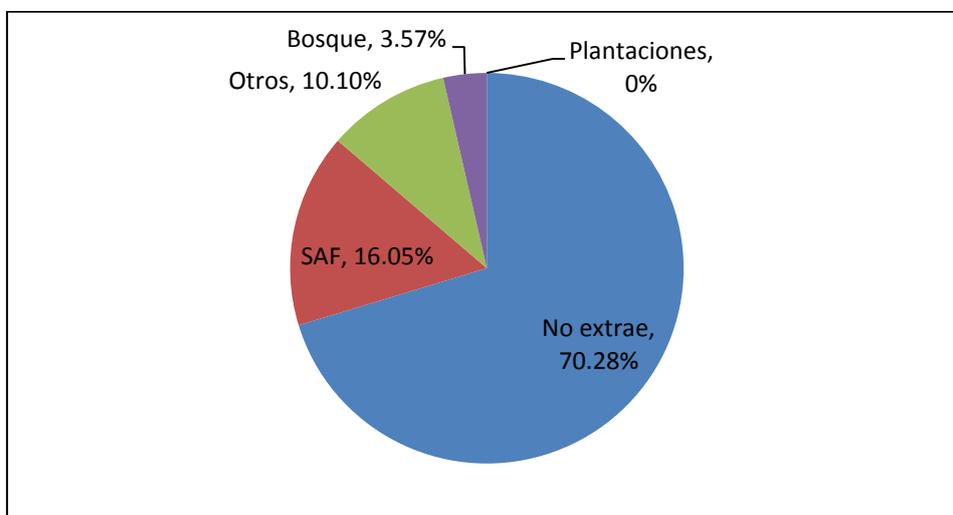
Como es evidente en la provincia de Sucumbíos las políticas por lo general destinadas han influido en aumentar la presión sobre los bosques. Con respecto a esto, el estudio realizado por Nguyen Van y Azomahou (2007), sobre la deforestación en 59 países en desarrollo entre 1972 y 1994, demuestra que el fracaso de las instituciones políticas desempeña una importante función en la deforestación, por lo que es indispensable analizar las acciones que se implementan y su posible impacto sobre los bosques.

Además, la ausencia de incentivos en la gestión forestal ha sido un elemento clave para que los propietarios de la tierra no valoraran la cobertura boscosa, y buscaran fomentar actividades agrícolas o ganaderas más rentables, motivo por el cual se requiere de la generación de estrategias e iniciativas que fomenten la conservación de los ecosistemas boscosos.

#### 4.3.1.4.4. Aprovechamiento de madera para la venta

El aprovechamiento de madera para la venta según lo reportado en la encuesta se llevó a cabo por el 30% de los hogares, quienes indicaron que la obtienen principalmente de sistemas agroforestales como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 33. Sitio de donde extraen la madera los hogares



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Siguiendo la línea del análisis anterior, de la encuesta realizada, el 70,28% expresó no haber extraído madera durante los últimos 12 meses y el 29,72% que si extrae madera, se distribuye en 16,05% que extrae de SAF's, el 10,10% de cultivos permanente, 3,57% de bosque y 0% de plantaciones. Con ello se visualiza que la presión sobre los bosques por extracción de madera con fines comerciales es de 3,57%, según los resultados de la encuesta, aunque estas cifras pueden variar al contrastarlas con otras fuentes, tomando en cuenta que ésta variable y su correspondiente pregunta tienen un carácter de sensibilidad, por lo cual la población encuestada, tiende a ocultar o cambiar la información otorgada.

El anterior análisis nos da claridad sobre las prácticas de extracción de madera y los sistemas donde realizan esta actividad. Como otro insumo para comprender la relación gente-bosque que da la encuesta, es necesario seguir con el análisis de la dinámica y modalidades de aprovechamiento de madera. De acuerdo a los datos de aprovechamiento, esta práctica se da bajo dos modalidades: i) sin la participación de los miembros del hogar, es decir cuando venden los árboles en pie y, ii) con la participación de los miembros del hogar, cuando venden madera aserrada.

Bajo la primera modalidad, las familias no participan en las operaciones de aprovechamiento y el comprador es quien se encarga de las labores de corta, aserrado, transporte de la madera, así como de los trámites para la legalización. En la venta de árboles en pie, el total de madera comercializada, según el MAE (2011) en el período de agosto de 2011 a agosto de 2012 fue de 49.069 m<sup>3</sup>, donde consta como la más vendida el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*), una especie de alta demanda en la región amazónica, aprovechada principalmente en los bosques nativos y muy utilizada en la industria del mueble y la construcción. En cuanto a especies como el canelo (*Ocotea spp*) y la guaba o guabillo (*Inga spp*) son también cotizadas, la primera por ser una madera dura apta para carpintería de interiores y exteriores (PREDESUR 1979); y la segunda por ser madera blanda utilizada para encofrado.

Cuadro 68. Volumen de árboles en pie vendidos por especie.

ESPECIE	Volumen(m3)
Chuncho ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> )	7.308
Canelo ( <i>Ocotea spp</i> )	5.568
Guaba o guabillo ( <i>Inga spp</i> )	5.046
Manzano ( <i>Guarea kunthiana</i> )	3.480
Caoba ( <i>Swietenia macrophylla</i> )	3.480
Caimitillo ( <i>Pouteria spp</i> )	3.132
Coco ( <i>Virola spp</i> )	2.610
Sangre de gallina ( <i>Otoba spp</i> )	2.610
Romerillo ( <i>Podocarpus spp</i> )	2.610
Cedro ( <i>Cedrela spp</i> )	2.262
Arenillo ( <i>Erismia uncinatum</i> )	2.262
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	1.740
Lotería ( <i>Osteophloeum platyspermum</i> )	1.740
Sangre de drago ( <i>Croton lechleri</i> )	1.044

ESPECIE	Volumen(m3)
Copalillo ( <i>Protium spp</i> )	870
Achotillo ( <i>Sloanea grandiflora</i> )	870
Bella maría ( <i>Vochysia ferruginea</i> )	696
Tamburo ( <i>Vochysia lequiana</i> )	522
Moral fino*	174
Otras	1.044

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

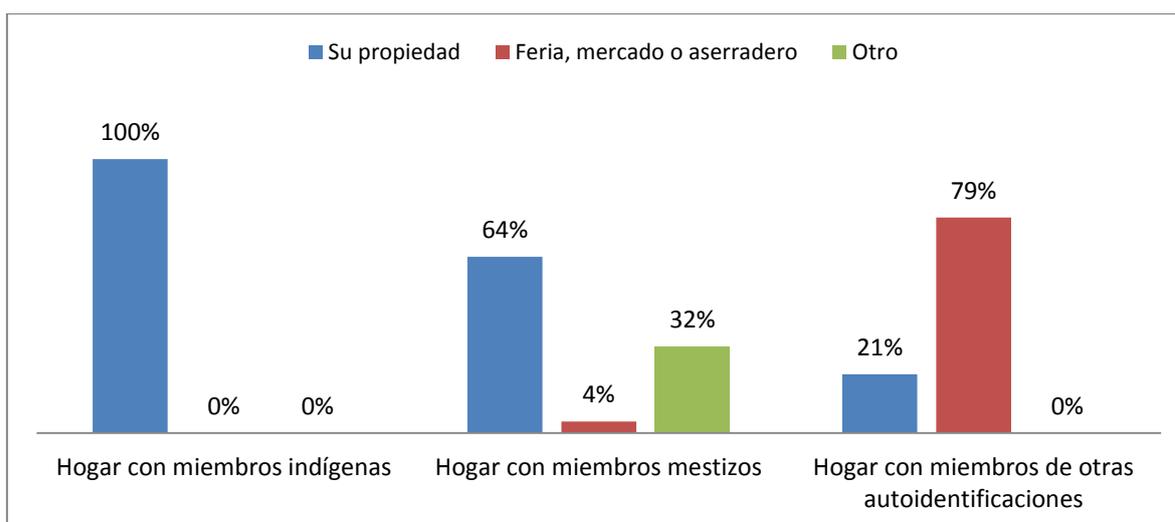
En lo referente al precio en que se venden los árboles, éste depende de la especie y del volumen del individuo. Considerando el valor promedio en que los hogares vendieron cada árbol, la especie que registra el mayor precio es el Moral fino con un valor de USD\$300, pero en la venta no representa importantes ingresos a los hogares, debido a la baja cantidad de individuos comercializados, a la inversa de lo que ocurre con el chuncho (*Cedrelinga cateniformis*) que con bajo costo por unidad, reporta los mayores ingresos por la cantidad de árboles vendidos.

De acuerdo a estos resultados, los datos de venta de madera indican que esta práctica es muy utilizada por las familias, quienes optan por esta modalidad debido posiblemente a los gastos y al tiempo que implican los trámites de legalización de la madera, las altas barreras en requisitos y costos para ingresar a programas de aprovechamiento como el PAFSI y PAFSU; a que no cuentan con las herramientas para realizar el aprovechamiento, o a que se trata de hogares con un reducido número de miembros. En este sentido, el pago de impuestos, alquilar las herramientas o contratar mano de obra implica que los costos del proceso de producción de madera aserrada resulten demasiado elevados y por tanto no les sea rentable.

Cuando se da la venta de madera aserrada, se cuenta con la participación de los miembros del hogar en el aprovechamiento forestal, contratando a terceras personas para las labores que éstas no pueden realizar. Una vez obtenidas las piezas aserradas, por lo general, las familias también se encargan del transporte de las mismas hasta el lugar de la venta, utilizando para ello distintos medios según la autoidentificación del hogar.

No obstante, en la mayoría de los hogares se manifiesta que la madera es cargada y un porcentaje significativo señala que la transporta en animales, lo que indica que las distancias que tienen que recorrer son cortas; presumiblemente la madera se vende por lo general a filo de carretera. Esto se corrobora con la información presente en la (Figura 34), que muestra que tanto la población indígena como la mestiza, indican que la madera es vendida en sus propios terrenos.

Figura 34. Sitio en donde vendieron la madera de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

De la información recopilada en la encuesta, se señala que entre los hogares indígenas, la madera es vendida al consumidor final (100%), los mestizos con el 64% y quienes se definen como otras autoidentificaciones, la mayoría (79%) asegura vender en la feria, mercado o aserradero. Siguiendo esta línea, el comprador entre los hogares indígenas es el consumidor final con el 85%, entre los mestizos, el intermediario con el 90% y de otras autoidentificaciones, de igual forma el intermediario, con el 93%.

En lo referente a la venta de madera aserrada los hogares reportaron la comercialización de tablonés y vigas. El total de madera vendida bajo esta modalidad, durante el período de agosto de 2011 a agosto de 2012 representó un volumen estimado de 31.059 m<sup>3</sup> y la mayor cantidad de unidades comercializadas fueron de laurel (*Cordia alliodora*); una madera muy utilizada en la industria del mueble y pisos, y que en la Amazonía procede en general de sistemas agroforestales. Además, se registraron importantes ventas de especies como: arenillo (*Erisma uncinatum*), sangre de gallina (*Otoba spp*) y chuncho (*Cedrelinga cateniformis*); maderas que son aprovechadas en su mayoría de los bosques nativos de la Amazonía (Mejía y Pacheco 2013 basados en SAF 2011).

En cuanto a ingresos por madera aserrada, los hogares recibieron un valor estimado de USD\$2'773.292, que representa el 83,4 % del total de ingresos por comercialización de madera y lo que demuestra que ésta estrategia de venta es la que mayores ingresos generan a los finqueros.

Cuadro 69. Volumen por especie de madera aserrada vendida.

ESPECIE	Volumen madera aserrada (m3)
Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	5984,8
Arenillo ( <i>Erisma uncinatum</i> )	3413
Ceibo ( <i>Ceiba spp</i> )	2626,4
Sangre de gallina ( <i>Otoba spp</i> )	2238,1
Chuncho ( <i>Cedrelinga cateniformis</i> )	2068,5

Guaba o guabillo ( <i>Inga spp</i> )	1526,9
Lotería ( <i>Osteophloeum platyspermum</i> )	1461,6
Sapote ( <i>Sterculia spp</i> )	1017,9
Caimitillo ( <i>Pouteria spp</i> )	969,2
Manicillo ( <i>Caryodendron orinocense</i> )	932,5
Canelo ( <i>Ocotea spp</i> )	887,4
Manzano ( <i>Guarea kunthiana</i> )	783
Colorado *	718,8
Peine mono ( <i>Apeiba membranacea</i> )	704,7
Corcho*	626,4
Guayacán ( <i>Tabebuia spp</i> )	472,4
Guarango ( <i>Parkia multijuga</i> )	375
Sabroso ( <i>Eschweilera gigantea</i> )	334,8
Jigua verdaco*	334,1
Coco ( <i>Virola spp</i> )	326,3
Capirona ( <i>Calycophyllum spruceanum</i> )	287,1
Dormilón rojo ( <i>Cojoba spp</i> )	278,4
Poma rosa ( <i>Syzygium jambos</i> )	261
Tamburo ( <i>Vochysia lequiana</i> )	261
Madera blanca ( <i>Mabea spp</i> )	261
Bálsamo/balsa ( <i>Ochroma spp</i> )	261
Caracolí*	244,7
Amarillo ( <i>Ocotea spp</i> )	244,7
Chonta caspi ( <i>Cassia cowanii</i> )	208,8
Mascarey ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> )	195,8
Guayabillo ( <i>Terminalia oblonga</i> )	167
Malva ( <i>Turpinia spp</i> )	149,3
Fonos ( <i>Eschweilera spp</i> )	133,6
Aguacate o aguacatillo ( <i>Nectandra spp</i> )	100,2
Sangre de toro ( <i>Otoba spp</i> )	63
Pechiche ( <i>Vitex gigantea</i> )	58,7
Guapapango*	45,7
Cuero de sapo ( <i>Parinari spp</i> )	36,7

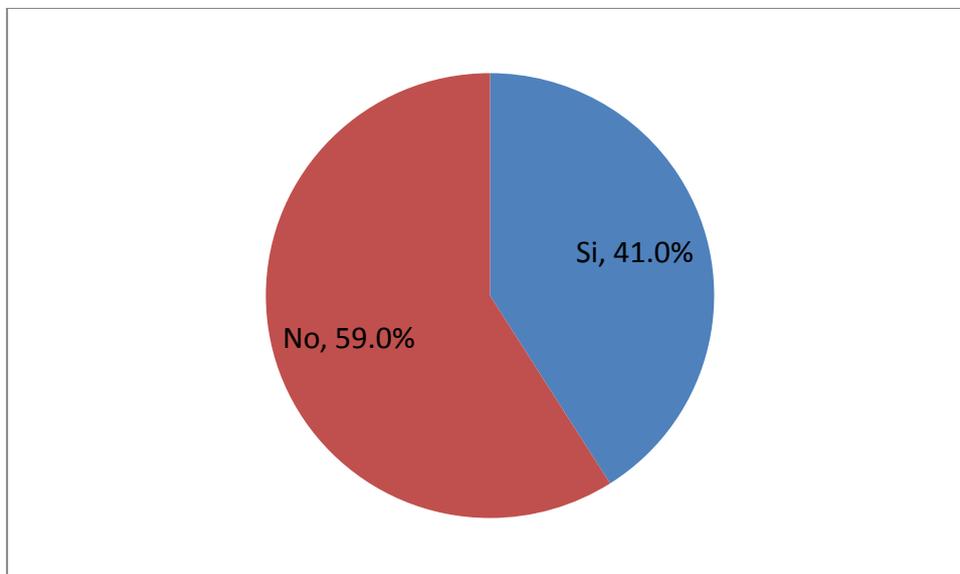
Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

En total de acuerdo a lo reportado por los hogares, el volumen aprovechado para la venta fue de 80.128 m<sup>3</sup> ( $\pm$  2.404 m<sup>3</sup>), valor que difiere con el registrado por el Sistema de Administración Forestal (SAF) en la provincia de Sucumbíos para el mismo período, que es de 159.832 m<sup>3</sup><sup>34</sup>. Como se observa en los resultados de la encuesta de hogares, el 41 % de los

<sup>34</sup> La diferencia con los resultados obtenidos, se debe primero a que la herramienta implementada por limitaciones internas como externas, arrojó datos subestimados, además que en el análisis no se reportan los datos del consumo de madera dado por las empresas y tampoco el aprovechamiento que se da en áreas comunales. Sumado a esto, cabe mencionar que en la provincia de Sucumbíos existe una gran cantidad de madera que es aprovechada ilegalmente.

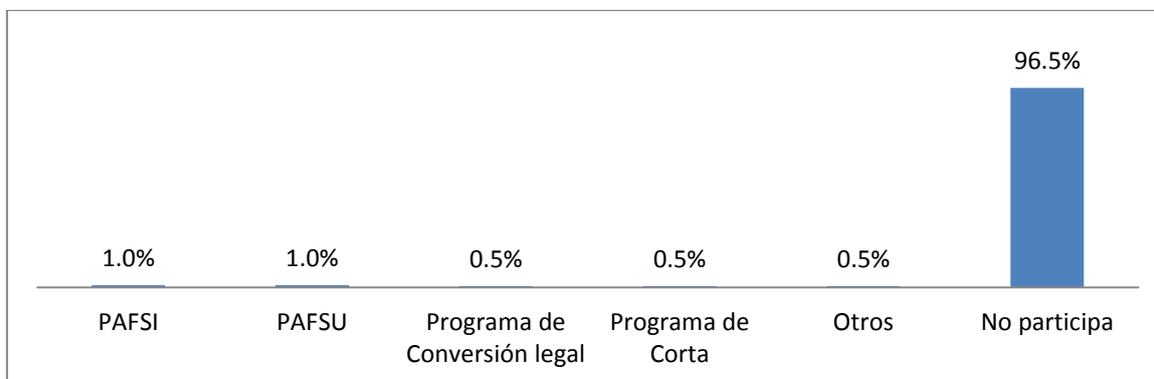
hogares que reportaron que aprovechan madera conocen que se deben obtener permisos para el aprovechamiento; pero además tan solo el 3,5 % de estos manifestaron haber participado en algún programa de los especificados por el Ministerio del Ambiente, siendo los más comunes el PAFSU, PAFSI, PAFCL y PCAR.

Figura 35. Conocimiento sobre permiso para cortar y vender madera



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

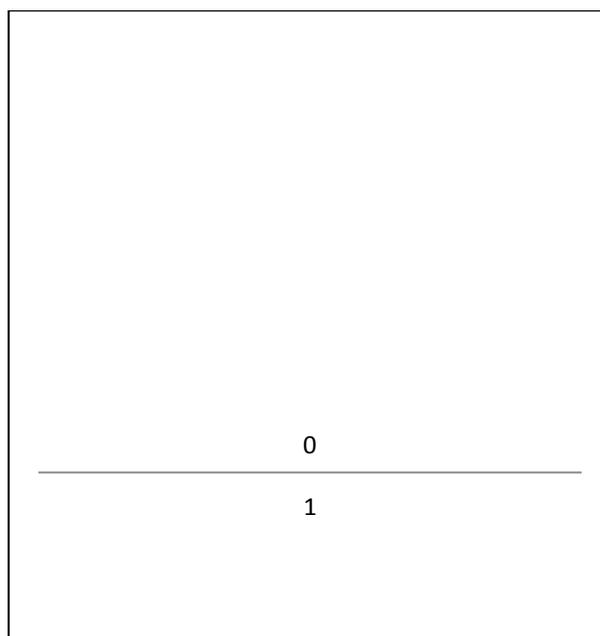
Figura 36. Porcentaje de participación de los hogares que extraen madera en los programas de aprovechamiento



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Esta apreciación coincide con lo expuesto por Palacios (2008), quien estima que en las ciudades amazónicas casi toda la madera que es consumida, es de origen clandestino. Según este autor la madera es llevada desde los bosques a las ciudades por, campesinos, intermediarios, o por propietarios de carpinterías o depósitos quienes la compran al borde de caminos y carreteras o en las mismas ciudades a donde llegan por la noche; transportada sin la respectiva guía de circulación. El comercio ilegal es un grave problema y una de las razones que contribuye al mismo, representa la dificultad que los hogares tienen para aplicar a los programas de aprovechamiento, de manera particular al PAFSU, PAFSI y PAFCL; pero de entre estos siendo el PAFSI el programa que ha generado mayores dificultades.

Figura 37. Porcentaje de hogares que han tenido dificultades con los programas



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Otro de los factores que ha contribuido a incentivar el comercio ilegal son las cantidades irrisorias que los finqueros perciben por la compra de la madera, lo que los empuja a aprovechar más, con la finalidad de obtener mayores ingresos. Esto se demuestra con los resultados obtenidos en la encuesta en donde a pesar de que el volumen de madera aprovechada es alto, los ingresos por la venta de los árboles en pie y productos aserrados representaron en promedio tan solo el 4,8 % de los ingresos totales de las familias. La ilegalidad de la madera es una de las mayores dificultades que enfrenta Sucumbíos, lo que ha conducido a significativos procesos de deforestación y degradación de los bosques de la provincia. A pesar de que entre los años 2000 - 2008 la tasa de deforestación disminuyó con respecto al periodo 1990 - 2000, ésta continúa siendo una de las provincias con una de las más altas tasas de deforestación.

Cuadro 70. Deforestación anual promedio periodo 1990-2008

Provincia	Tasa anual de cambio (%)	Deforestación anual promedio (ha/año)
Azuay	-0,55	1.012
Bolívar	-2,53	1.854
Cañar	-0,41	651
Carchi	-0,05	36
Chimborazo	-1,21	524
Cotopaxi	-0,61	856
El Oro	-1,18	2049
Esmeraldas	-1,46	13.490
Galápagos	ND	ND
Guayas	-1,15	4.801
Imbabura	-0,74	1.165

Provincia	Tasa anual de cambio (%)	Deforestación anual promedio (ha/año)
Loja	-0,83	3.157
Los Ríos	-6,64	1.382
Manabí	-0,91	4.834
Morona Santiago	-0,54	10.107
Napo	-0,35	2.932
Orellana	-0,21	3.969
Pastaza	-0,15	4.256
Pichincha	-1,57	3647
Santa Elena	-2,82	3.614
Sto. Domingo	-0,98	393
Sucumbíos	-0,24	3.508
Tungurahua	0,11*	-106
Zamora Chinchipe	-0,94	7.181

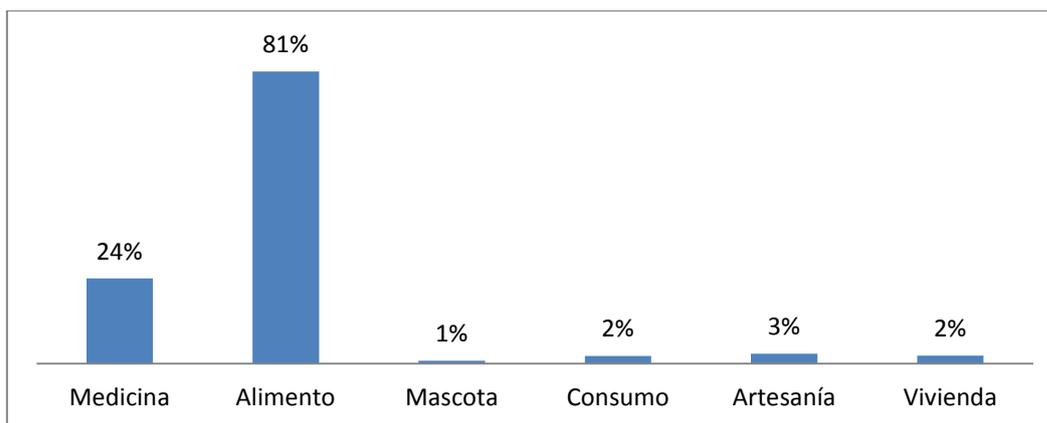
Fuente: MAE (2013a)

No se puede dejar de mencionar, que entre las causas que han contribuido al fenómeno de la deforestación están presentes también los aspectos normativos relacionados a la legislación forestal del país. Según Mejía y Pacheco (2013) el esquema de gobernanza forestal se basa en la imposición vertical de normas sobre finqueros e indígenas que tienen dificultad para adaptarse a las prácticas exigidas; por lo que según estos autores, se precisan mayores esfuerzos en ajustar las regulaciones para adaptarlas mejor a las necesidades e intereses de estos actores. Por su parte Palacios (2008) señala que el Ecuador se ha caracterizado por la promulgación de políticas públicas sectoriales “concebidas en forma aislada unas de otras” y por tanto, no han considerado sus impactos en los ecosistemas boscosos y en el ambiente en general. Bajo este marco el Ministerio del Ambiente se encuentra en un proceso de revisión, a fin de mejorar la política pública en este ámbito, hecho fundamental para la preservación de los ecosistemas boscosos del país, cuyos esfuerzos se ven reflejados en la promulgación del Acuerdo Ministerial 003 de 2014, donde se incorpora el ajuste para el manejo forestal sostenible, además del Acuerdo Ministerial 114 de 2013, donde se sienta las bases para el nuevo modelo de Gobernanza Forestal.

#### 4.3.1.4.5. Aprovechamiento de Productos Forestales no Maderables (PFNM)

Además de las actividades de extracción de madera, la relación de la población con el bosque está dada por el aprovechamiento de los productos forestales no maderables, los cuales son extraídos del bosque con distintos propósitos, tal como se aprecia en:

Figura 38. Categorías de uso de los PFM que los hogares extrajeron del bosque

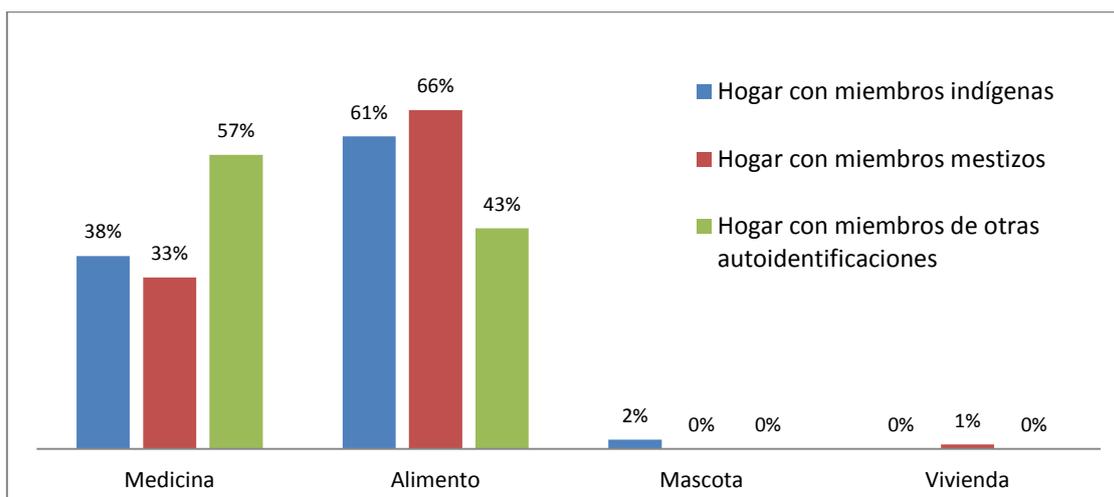


Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

En función de estos resultados, podemos identificar que los productos que se obtienen son utilizados principalmente con fines de alimentación, pero también es notable que constituyan un importante insumo para la medicina. Dentro de la categoría de alimento los hogares reportaron productos que incluyen semillas, frutos, carnes, miel, entre otros. Estos productos incluyen alimentos que pueden ser consumidos de manera directa o que necesitan de procesos de preparación simples. En tanto que dentro de la categoría de medicina los productos incluyen una variedad de especies vegetales y animales tradicionalmente empleadas en el tratamiento de enfermedades por los hogares rurales.

En función de la autoidentificación de los hogares encuestados, como indígenas, mestizos y de otras etnias, los porcentajes de aprovechamiento así como los usos que le dan a los productos son similares, lo cual se explica por la dinámica rural de la población encuestada cuyos territorios se encuentran cercanos al bosque.

Figura 39. Categorías de uso que los hogares le dieron a los PFM que extrajeron del bosque, de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Los PFM cumplen un papel importante en la vida diaria de la población de Sucumbíos. Se ha podido registrar el aprovechamiento de 28 productos provenientes del bosque, los cuales son una fuente importante de insumos para hacer frente a sus diversas necesidades de

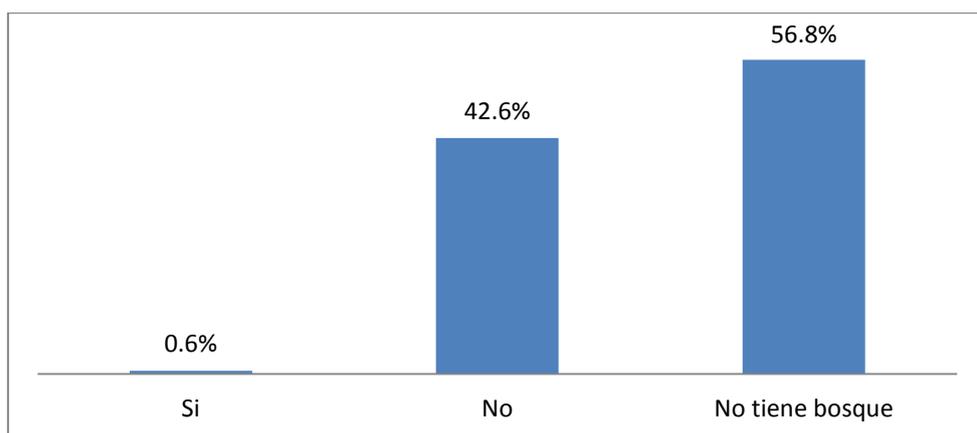
subsistencia, pero además se constituyen en la fuente de ingresos adicionales en algunos hogares, los cuales representaron el 0,04 % de los ingresos anuales de las familias. Si bien estos ingresos por la venta de PFNMs no es representativa en todos los hogares, estos productos si tienen relevante importancia en todas las familias en términos de autoconsumo, de ahí su mayor importancia en la vida de los hogares relacionados con el bosque de la provincia.

Dada la trascendencia de estos bienes es importante señalar que su permanencia obedecerá al manejo sustentable que se le dé a los bosques de la provincia, lo cual es ratificado por Figueroa<sup>35</sup> (2005) quien señala que el futuro de los PFNMs dependerá de la integridad y estabilidad de los recursos forestales, tanto desde el punto de vista de su extensión (superficie ocupada) como de su riqueza (diversidad).

#### 4.3.1.4.6. Actividades turísticas

El turismo es uno de los principales servicios que ofrecen los bosques, que además de contribuir a la conservación de estos ecosistemas, genera una actividad económica que de manera planificada puede aportar al bienestar financiero de las poblaciones locales.

Figura 40. Aprovechamiento del bosque para actividades turísticas



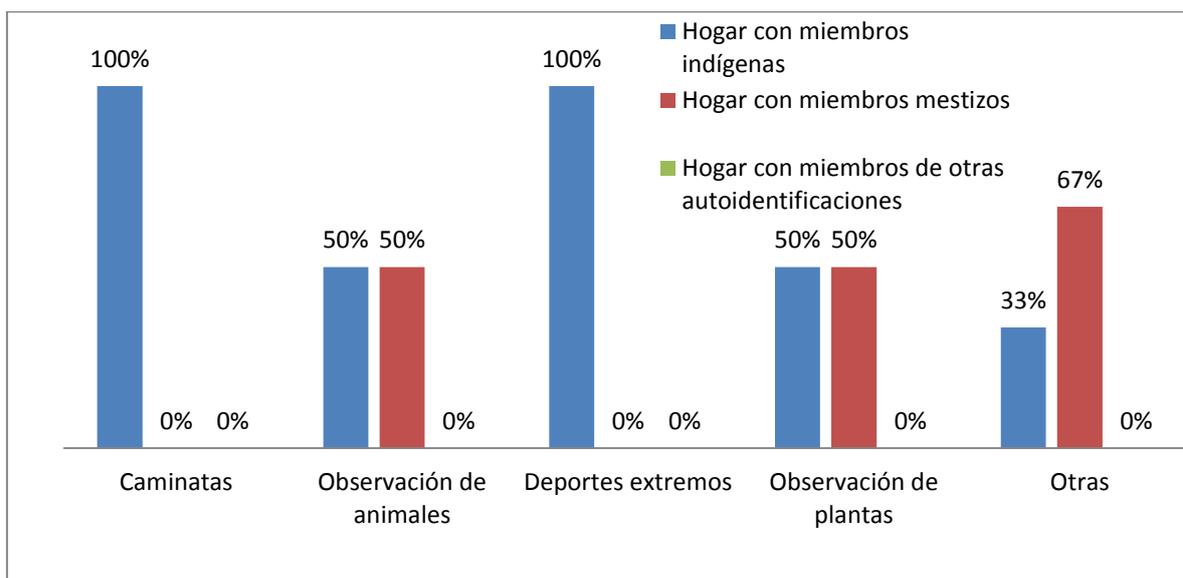
Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

A pesar de contar con las condiciones<sup>36</sup> para realizar actividades turísticas rentables, entre la población encuestada tan solo el 0,6 % de los hogares indica que aprovecha el bosque para realizar alguna actividad de este tipo; lo que posiblemente se deba a la falta de programas que incentiven el desarrollo de estas actividades. Además se puede observar que en este sector, los hogares desarrollan muy pocas actividades y de quienes si las realizaron, reportaron las caminatas y de deportes extremos, como las más comunes, seguido de los recorridos para la observación de plantas y animales.

<sup>35</sup> El estudio de Figueroa (2005) se efectuó en Estado de Bolívar, Venezuela, no obstante esta es una realidad que se extiende a nivel mundial.

<sup>36</sup> La Amazonía ecuatoriana cuenta con atractivos como clima, flora y fauna, la presencia de nacionalidades indígenas con muestras culturales ancestrales que motivan la visita de turistas nacionales y extranjeros. Producto de esta actividad en la Amazonía se ofertan 306 establecimientos de turismo, 11.982 camas, en cuanto a establecimientos 303 hoteles con óptimas condiciones. Fuente: PROECUADOR, Análisis Sectorial del Turismo, Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, Noviembre 2012.

Figura 41. Actividades turísticas que los hogares realizan en sus bosques de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Sin embargo, a pesar de la poca actividad turística reportada, es importante mencionar que de la población que desarrolla estas actividades el mayor porcentaje se concentra en los hogares indígenas, lo que da cuenta de la relación equilibrada que existe entre esta población y el bosque. La preservación del ambiente sigue siendo prioritaria para la cosmovisión indígena y por ello, cada actividad económica a la que se dedican siempre está en función del cuidado del entorno.

#### 4.3.1.4.7. Seguridad Alimentaria

En términos de auto sustento, los hogares mantienen una fuerte dependencia de los mercados locales para la obtención de sus alimentos; no obstante, sus propios cultivos también representan una importante fuente de provisión de alimentos para la familia. De manera adicional, como se aprecia en el (Cuadro 71), los hogares que recolectan alimentos del bosque se reducen a un 5,5% del total de la población.

Cuadro 71. Procedencia de los alimentos<sup>37</sup>

Procedencia de los alimentos	Total
Mercados locales	97,0%
Propios cultivos	52,7%
Otro	11,7%
Recolectados del bosque	5,5%
Mercados nacionales	5,3%
Intercambio	2,1%
Total de hogares	29.276

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

<sup>37</sup>La información se obtuvo considerando una respuesta de selección múltiple sobre la procedencia de los alimentos que utilizan los hogares de la provincia de Sucumbíos.

De los hogares que recolectan alimentos de manera directa de los bosques, se destaca la extracción de peces (38%), carne (16,9%), frutos (9,2%) y animales (3,8%). En menores proporciones, y con fines medicinales, se extraen productos como: cortezas, hojas y sangre de drago.

En el Ecuador la LORSA<sup>38</sup> establece el marco legal para la seguridad y soberanía alimentaria como un mecanismo normativo por parte del Estado. Sin embargo, los procesos y mecanismos para la regulación estatal están en proceso, aunque se expresa la voluntad estatal para lograr una más eficiente seguridad y soberanía alimentaria de los hogares rurales relacionados con los bosques.

Cuadro 72. Dificultades en el acceso a los alimentos<sup>39</sup>

<b>Dificultades para el acceso a los alimentos</b>	<b>Total</b>
Precios altos	74,7%
Distancia	48,1%
Otro	22,1%
Falta de mercados locales	19,0%
Vías en mal estado	13,7%
Especulación de precios	12,9%
No tiene problemas	11,4%
Origen de los alimentos	8,9%
Vedas	0,3%
<b>Total de hogares</b>	<b>29.276</b>

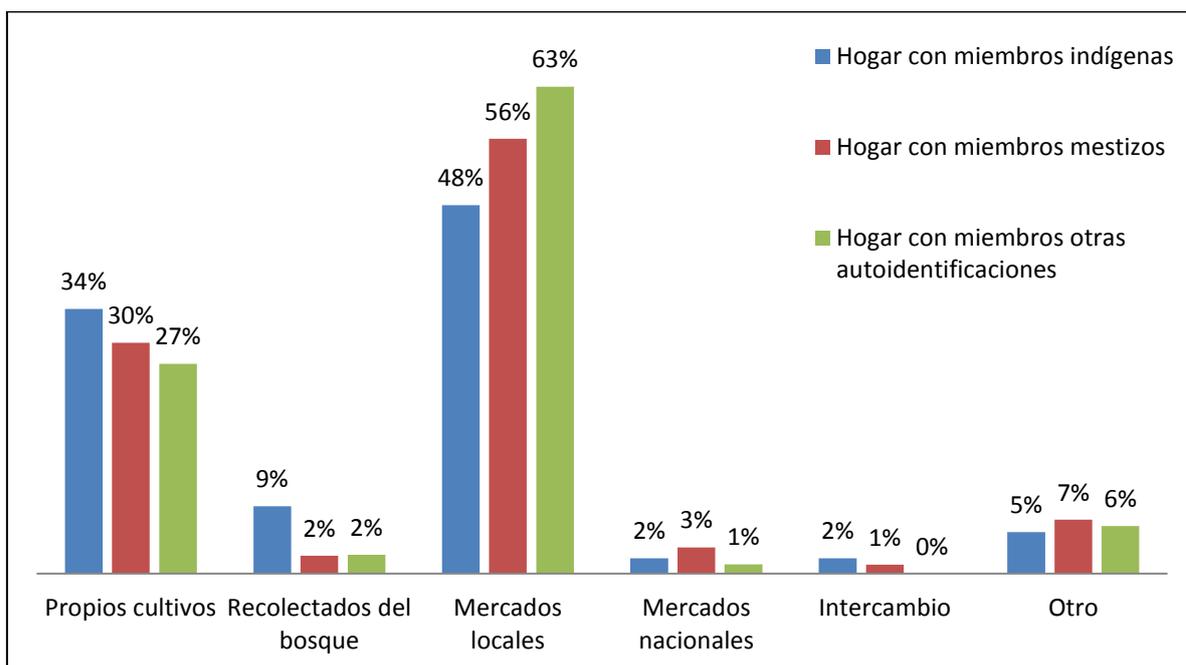
Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Por otra parte, las familias manifiestan que el alto precio de los alimentos es una de sus mayores dificultades al momento de acceder a ellos.

<sup>38</sup> Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2010

<sup>39</sup> La información se obtuvo considerando una respuesta de selección múltiple sobre las dificultades en el acceso a los alimentos que utilizan los hogares de la provincia de Sucumbíos.

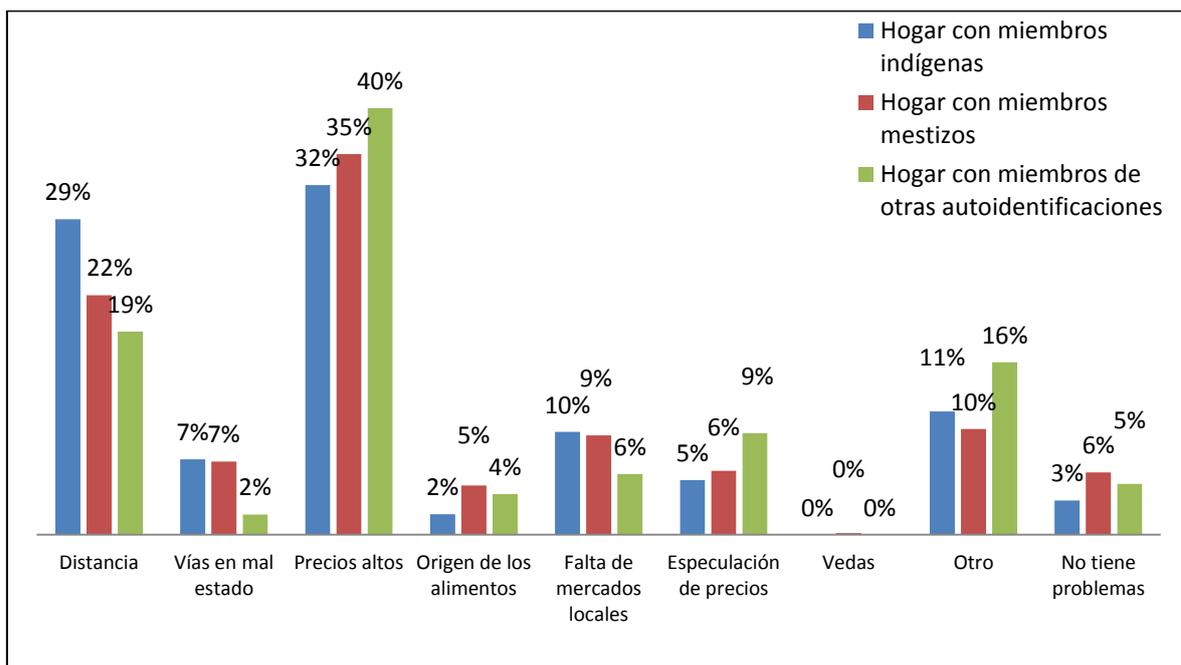
Figura 42. Procedencia de los alimentos que consumen los hogares de acuerdo a la autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

De la información obtenida de la encuesta, el porcentaje más alto dentro de autoidentificación corresponde a la procedencia de alimentos consumidos de los mercados locales, seguido por cultivos propios, donde el mayor porcentaje (34%) corresponde a hogares con autoidentificación indígena. Con esto se refleja la importancia de los mercados locales dentro de la seguridad alimentaria en las comunidades de la provincia de Sucumbíos, incluso por encima de los cultivos propios, infiriendo que no existe una práctica agrícola de autosustento.

Figura 43. Dificultades que encuentran los hogares para acceder a los alimentos que consumen



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Tanto para hogares con autoidentificación indígena, mestiza y otras, la principal dificultad para acceder a los alimentos es el costo de los mismos, seguido por el factor distancia, donde la población indígena representa el mayor porcentaje (29%), Esto último se explica por la dinámica rural de la población indígena cuyos territorios están distantes de los mercados locales. Junto con el anterior dato, podemos ver que los principales factores de dificultad, distancia y precios altos, están vinculados con la dinámica que tienen los mercados locales, como fuente principal de acceso a alimentos. A pesar de tener dificultades como recorrer largas distancias o pagar precios altos en los mercados locales, estos siguen siendo la primera opción para acceder a los alimentos, siendo una población rural posicionada como consumidor más que como productor.

Según FAO (2014) las fluctuaciones de los precios, son una característica normal de los mercados agrícolas que funcionan debidamente. Sin embargo, cuando estas se tornan impredecibles o volátiles, las mismas pueden tener un efecto negativo para consumidores y productores locales. De manera adicional, la distancia comprende la segunda dificultad que experimentan los hogares para acceder a los alimentos. Con relación a esto, SENPLADES (2009) afirma que la seguridad alimentaria de los hogares se ve afectada por una débil infraestructura territorial que no permite desarrollar vías efectivas para mejorar las condiciones de vida. Se debe considerar que existe una estrecha relación entre el desarrollo territorial y la seguridad alimentaria, lo que sugiere la implementación de planes de desarrollo que propicien y fortalezcan una ansiada estructura nacional poli céntrica articulada y diferenciada de asentamientos humanos para impulsar el desarrollo rural enfocado en la soberanía alimentaria.

Existe relación entre la seguridad alimentaria y la degradación forestal. Según Lipper (2000), los bosques y los beneficios que de ellos se derivan en forma de alimentos y protección de las cuencas fluviales, desempeñan un papel esencial por cuanto brindan a los pueblos relacionados con los bosques un suministro estable y suficiente de alimentos<sup>40</sup>. Esto afirma el vínculo que tienen los hogares para extraer alimentos de manera directa del bosque. En términos de seguridad alimentaria se debe también considerar el acceso a otros servicios ecosistémicos como es el caso del agua, para que las poblaciones rurales puedan utilizar el recurso en la preparación de alimentos y en forma de riego para sus cultivos. Sin embargo, vemos que el bosque no es una de las fuentes principales de acceso de alimentos, por lo cual esta necesidad no representa una causa principal de degradación del bosque, sin que esto implique que sean otros factores que contribuyan a la degradación.

#### 4.3.1.4.8. Organización

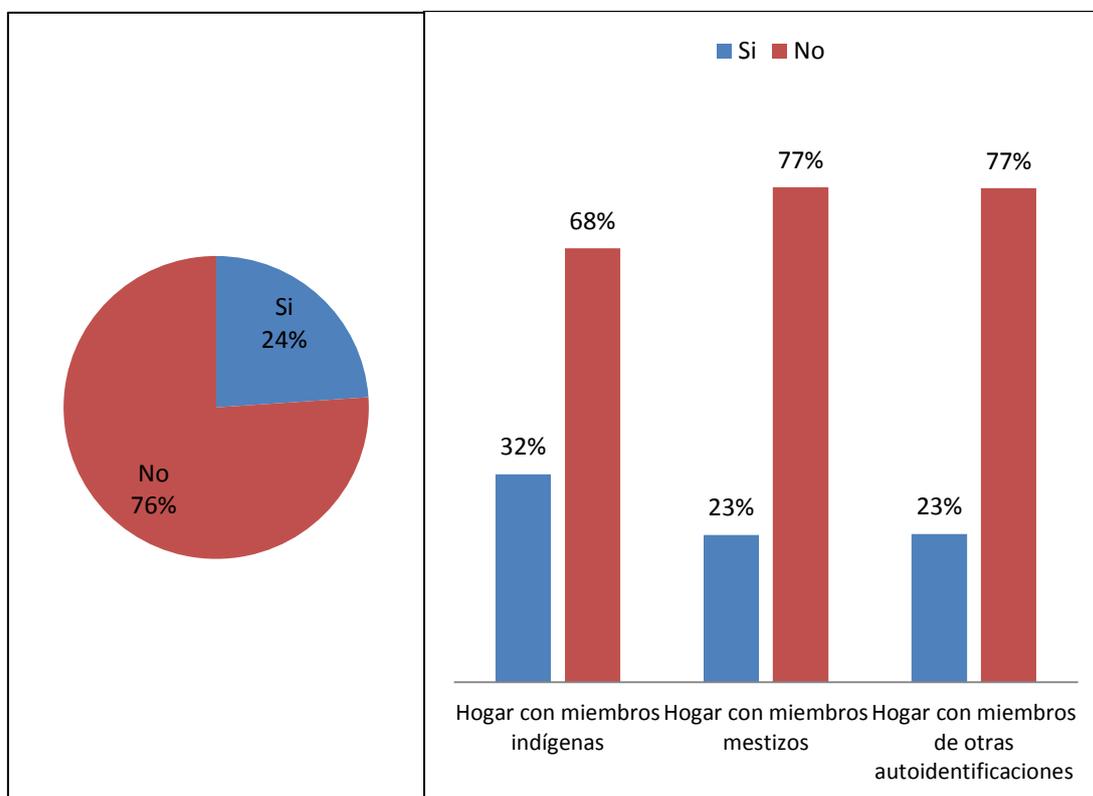
En términos organizativos y de tejido social, la población en la Amazonía ecuatoriana se asocia en función de urgencias puntuales como problemas de contaminación ambiental, de exclusión étnica y/o explotación laboral, principalmente dentro de la población indígena. No obstante,

---

<sup>40</sup> Según el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, la seguridad alimentaria ha sido definida como el acceso económico y físico de toda la gente y en todo momento a los alimentos. Implícito en el concepto está el reconocimiento de que la capacidad de las personas para consumir alimentos puede depender tanto de su propia producción como de su capacidad para comprar alimentos, y de que para alcanzar la seguridad alimentaria son precisas la suficiencia, la estabilidad y la continuidad de los suministros. La definición implica también que la seguridad alimentaria supone satisfacer las necesidades alimentarias no sólo de las poblaciones actuales sino también de las generaciones futuras.

estas organizaciones se han caracterizado por tener un periodo corto de existencia y no han desarrollado planes a largo plazo ni se han vinculado con la población, en contraposición con las organizaciones conformadas alrededor de ramas de actividad que se articulan en función de lograr beneficios para su sector económico productivo.

Figura 44. Porcentaje de hogares que pertenece a una organización y distribución por autoidentificación



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Entre la población encuestada, apenas el 24% pertenece a una organización de los cuales el más alto porcentaje se concentra en la población indígena con el 32%, lo cual da cuenta de la dinámica que existe entre la población indígena rural y su necesidad de articularse en función de un objetivo específico.

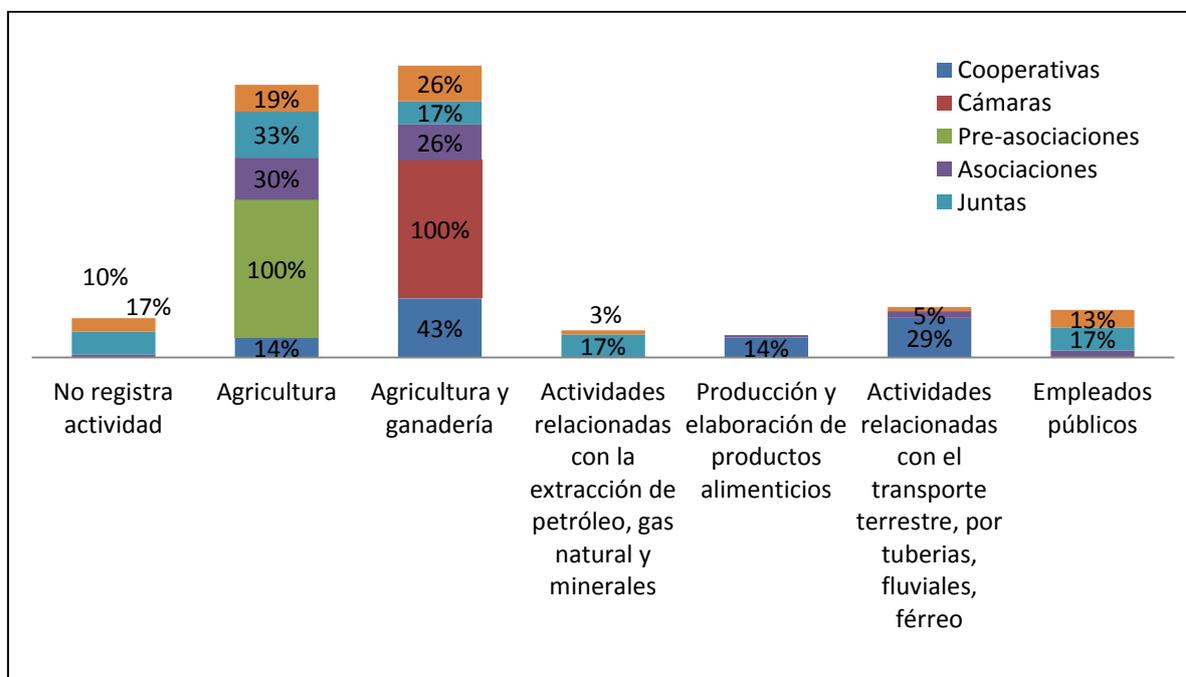
Cuadro 73. Relación entre el tipo de organización a la que pertenecen los hogares y la actividad económica que desarrollan

	No registra actividad	Agricultura	Agricultura y ganadería	Actividades relacionadas con la extracción de petróleo, gas natural y minerales	Producción y elaboración de productos alimenticios	Actividades relacionadas con el transporte terrestre, por tuberías, fluviales, férreo	Empleados públicos
Cooperativas		14%	43%		14%	29%	
Cámaras			100%				
Pre-asociaciones		100%					
Asociaciones	2%	30%	26%		2%	5%	5%
Juntas	17%	33%	17%	17%			17%
Otro	10%	19%	26%	3%		3%	13%

Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Como se menciona, la dinámica rural en torno a temas de organización está vinculada con el sector económico-productivo al que pertenece, siendo visible en la población encuestada la agricultura y la ganadería las actividades que más organizadas están en personerías jurídicas como pre-asociaciones, cámaras y cooperativas. Estos tipos de organización dentro del sector agrícola y ganadero son clave para la venta de cultivos y/o animales producidos.

Figura 45. Relación entre el tipo de organización a la que pertenecen los hogares y la actividad que desarrollan



Fuente: Encuesta a hogares - Componente socioeconómico ENF

Los flujos migratorios masivos e intempestivos, el surgimiento de poblados sin planificación clara y concreta, frágiles procesos de control sobre la economía y territorio, ha generado dentro de la Amazonía la existencia de población sin pertenencia e identidad con relación al

territorio donde vive, por lo cual la necesidad de organizarse alrededor de temas de manejo y cuidado de su entorno no ha sido una prioridad, excluyendo la asociatividad vinculada con los sectores económico-productivos, por necesidades de mercado.

#### *4.3.2. Resultados de la información recopilada a nivel de actores estatales y privados*

La información recopilada a través de encuestas tanto a actores estatales (GAD's) como privados (carpinterías, aserraderos, mueblerías, etc.), presentes en la provincia de Sucumbíos, aún se encuentra siendo procesada. Sin embargo, respecto a estos mismos actores, de los organismos centrales y asociaciones a los que se solicitó información a nivel de nacional, se obtuvo el siguiente detalle.

A pesar de que se menciona en la parte de metodología, vale la pena indicar que es información a nivel nacional

##### *4.3.2.1. Actores estatales*

- Agencia de Regulación y Control Minero, información sobre concesiones mineras otorgadas y minería ilegal.
- TRANSELECTRIC, información sobre líneas de tendido eléctrico construidas y las que serán construidas en los próximos 5 años.
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, información sobre políticas de Estado para el Agro Ecuatoriano, incentivos otorgados para la producción agropecuaria y programas de fomento forestal.
- Ministerio del Ambiente, información sobre aprovechamiento de madera por tipo de programa y distribución geográfica del aprovechamiento forestal nacional desde el año 2008 al 2012.
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, información sobre el Inventario vial del año 1996 y el Inventario de la red vial estatal del año 2002.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. CELEC, información sobre Proyectos hidroeléctricos implementados a nivel nacional y las actividades de protección y conservación de las fuentes de agua, realizadas por los proyectos.
- Secretaría de Hidrocarburos, información y shapefiles sobre líneas sísmicas, aeropuertos y pistas de aterrizaje construidas y líneas de sote y gasoducto.

##### *4.3.2.2. Actores privados*

- AGROBAN (Corporación Regional de Bananeros Ecuatorianos) envió una lista con el contacto de 24 asociados, APROCAFA (Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma) entregó una lista de 32 socios activos; y la CNA (Cámara Nacional de Acuacultura) envió una lista de 154 afiliados (productores); las dos primeras mencionaron que el envío del resto de información no era posible por motivos de tiempo; mientras que la última señaló que era por temas de confidencialidad.
- ANCUPA (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana) entregó la extensión total de cultivos e incentivos que percibe y mencionó que debido a un convenio de confidencialidad que mantienen con los socios, no podía transferir el listado de asociados ni los shapefile de la distribución de áreas de cultivo.
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional) y EXPOFLORES (Asociación de Productores y/o Exportadores de Flores del Ecuador) entregaron toda la información solicitada,

excepto los shapefile de la distribución de las áreas de cultivo; debido a que no cuentan con esta información.

- Finalmente las asociaciones de las que no se obtuvo ninguna información fueron: AGSO (Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente); AGLYG (Asociación de Ganaderos del Litoral y Galápagos) y AIMA (Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera); debido a temas de confidencialidad y tiempo.

Adjunto en anexos, se puede revisar los resultados obtenidos del levantamiento de información, tanto en las instituciones estatales como asociaciones privadas, referente a los tiempos que se dieron en el proceso de solicitud y entrega de información.

#### **4.4. Reflexiones y Aprendizajes**

##### *4.4.1. Trabajo de campo y análisis*

- Una de las fortalezas de la metodología aplicada en este estudio es la representatividad del marco de muestreo, ya que se enfoca en la determinación del universo de estudio por medio de análisis sistemáticos de factores relacionados a la parte rural o hacia las familias que evidencian una relación con el bosque, por lo tanto puede considerarse como un modelo replicable
- Una forma interesante de maximizar el tiempo con los encuestados y verificar la información brindada, podría manifestarse cuando los encuestadores generan espacios de diálogo con actores claves de las áreas encuestadas mientras acompañan y colaboran con labores o actividades cotidianas de los encuestados. En este sentido, resulta importante pensar en la composición de equipos de encuestadores multidisciplinarios. Se debe considerar la necesidad de definir un rol de supervisión de las encuestas, para que se cuente con personas especializadas con experiencia en la aplicación de métodos tanto cuantitativos como cualitativos.

##### *4.4.2. Fuentes de información*

- Se pueden utilizar varias fuentes para complementar la información primaria levantada en campo; la que puede contribuir en la contextualización de las diferentes zonas de interés para el estudio socioeconómico. Entre estas fuentes se puede destacar la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) del INEC que obtiene información del sector agrícola y pecuario que se desarrollan en el Ecuador. Cuenta con catorce capítulos que recogen información relacionada a la superficie plantada y cosechada, ganado, aves y datos de 26 productos agrícolas específicos cuyos resultados son presentados en desagregados provinciales, regionales y nacionales (INEC 2012).
- Otra fuente interesante de información es el SAF, que descansa en una serie de normas legales e institucionales que permite una clara visión de su implementación por parte de las oficinas centrales y regionales del MAE; sus objetivos son: 1) administrar e informar sobre los recursos forestales a nivel nacional, 2) realizar un seguimiento de cada uno de los procedimientos a lo largo de la cadena de valor forestal, es decir desde el aprovechamiento en el bosque hasta la comercialización de productos terminados en el mercado nacional e internacional y, 3) conocer las

características y condiciones de los recursos naturales para su uso con la finalidad de realizar un análisis de los Planes y Programas de Aprovechamiento Forestal para su correcta aprobación (MAE s/f).

- En este contexto, se podría considerar además la utilización de otras metodologías para complementar tanto la recolección de información, como su análisis al momento de realizar el estudio a nivel nacional. Las tendencias investigativas actuales en aspectos relacionados a las ciencias sociales se inclinan a conducir de manera conjunta la participación de los pueblos indígenas y las comunidades locales; por lo que el Marco de Capitales de la Comunidad (MCC) y el Enfoque de Medios de Vida (EMV), pueden ser herramientas de apoyo muy valiosas que contribuyan a la implementación de programas de difusión y consenso participativo desde la sociedad hacia las instituciones y viceversa (CATIE 2011).

#### 4.4.3. *Objetivo: Causas de deforestación*

- Debido a la importancia del uso de suelo para cultivos como una de las principales causas de deforestación, sería importante medir el impacto a nivel nacional relacionado específicamente con la producción de cultivos básicos para la subsistencia como el maíz, plátano, etc.; y los cultivos comerciales de pequeña escala como son el café y el cacao. En consideración de que la producción en pequeña escala está estrechamente vinculada a la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales y urbanas; se debe tener en cuenta la permanencia de la deforestación causada por los pequeños agricultores. A menudo, estos actores realizan una agricultura migratoria mediante un sistema de rotación de cultivos, en donde se dejan las áreas despejadas en barbecho y la regeneración del bosque se produce rápidamente, creando un mosaico de los bosques de diferentes edades en contraste. De esta manera, en muchos casos la agricultura migratoria de los pequeños agricultores no conduce a la pérdida de bosques permanentes, sino a la sustitución de bosques primarios por bosques secundarios (Brown y Schreckenber, 1998).

#### 4.4.4. *Objetivo: Co-beneficios*

- Para el análisis de los co-beneficios es importante considerar las lecciones aprendidas de otros estudios e investigaciones que pueden contribuir al desarrollo de una herramienta local. Por ejemplo, la herramienta del documento *Forest Poverty Toolkit* de la UICN; además de los avances e insumos del proyecto del CIFOR *Poverty and Environment Network*.
- No obstante, se debe tomar en cuenta que los datos levantados en un sitio no necesariamente pueden ser extrapolados para analizar la realidad de otra localidad; por lo que la falta de información relacionada a los co-beneficios de los bosques puede constituir uno de los obstáculos más grandes al momento de realizar este tipo de análisis a nivel nacional.

#### 4.4.5. *Objetivo: Costos de oportunidad*

- Es necesario mejorar la comprensión de los costos de oportunidad a nivel local de los bosques, ya que pueden ser percibidos sin valor económico, lo que genera su conversión a otros usos del suelo.
- Si bien la encuesta piloto cuenta con varias partes enfocadas a levantar información sobre los ingresos relacionados a las actividades agropecuarias; las partes correspondientes al levantamiento de información con respecto a los costos es limitada. En este sentido, es importante incluir instrumentos que permitan registrar y verificar los costos, considerando que (i) los pequeños propietarios no llevan cuentas; (ii) la mano de obra generalmente es familiar (unidad de finca, no sólo por cultivo); (iii) la noción de superficie y otras unidades de medida puede variar; y, (iv) los costos de arriendo de pasto/terreno no se conocen.
- Con respecto al registro de gastos, es importante considerar otras formas para calcularlos, ya que es muy poco probable que la población a nivel de finca mantenga un registro de esta información y esto puede representar un sesgo importante en la recolección de datos. En este marco se podrían incluir gastos familiares como movilización, alimentos y otros; gastos de aprovechamiento forestal. Además, se podría priorizar la información sobre animales mayores, ya que los costos asociados para animales menores son muy difíciles de calcular.

#### 4.4.6. *Encuesta de instituciones*

- Dentro de un contexto nacional, resulta fundamental la identificación de los diferentes actores claves relacionados con los bosques. Es importante considerar un mejor acercamiento con los actores involucrados en el proceso de toma de decisiones locales, como los GADs; para contar con apoyo en el territorio y tener acceso a mejor información.
- Al diseñar variables para recopilación de información de GADs se debe considerar la temporalidad, ya que a menudo los cambios institucionales internos implican una discontinuidad y dificultades en la obtención y entrega de información.
- A pesar que en las zonas censales del marco de muestreo se establecieron instituciones de interés, en el levantamiento de información no pudieron ser ubicadas, debido a cambios de dirección. Por ello, se debe considerar herramientas complementarias como la formación de grupos focales a nivel comunitario dentro de las provincias para solventar los vacíos de información.

#### 4.4.7. *Sinergias institucionales para incrementar la disponibilidad y calidad de información*

- En un contexto de una eventual implementación a nivel nacional del componente socioeconómico de la ENF, las alianzas con instituciones y expertos constituyen una herramienta fundamental para incrementar la disponibilidad y calidad de información, así como para profundizar conocimientos en las diferentes áreas relacionadas.
- Con respecto al acompañamiento de expertos en el proceso, podría ser interesante conformar grupos de especialistas para fortalecer conocimientos relacionados

especialmente a costos de oportunidad y co-beneficios, que son temas recientes y poco explorados en el país.

- Por otro lado, las alianzas estratégicas entre instituciones deberían ser lideradas por la Autoridad Nacional Ambiental (MAE), por lo que la articulación de las diferentes iniciativas que ya existen resulta fundamental. Por ejemplo, con el fin de realizar actividades de monitoreo continuo para levantar información a largo plazo, se debería considerar la posibilidad de establecer un trabajo conjunto con el INEC en el futuro, con el propósito de contar con su conocimiento, experiencia y reconocimiento en la aplicación de herramientas socioeconómicas en campo; y de esta manera, lograr una alineación de las variables, lo que a su vez, evitará la duplicación de esfuerzos.
- El vínculo con la información del Inventario Nacional Forestales relevante, considerando que la información del componente socioeconómico puede explicar fenómenos registrados por la información biofísica. La información socioeconómica fortalece la información técnica sobre la situación actual de los bosques del Ecuador.
- Adicionalmente, una consideración importante, es que la toma de decisiones de las autoridades incide en la profundidad de la metodología del componente socioeconómico, tanto en el tamaño del instrumento, variables a usarse, etc. De esta manera, es fundamental realizar procesos de validación y nuevos pilotajes en diferentes partes del país, a fin de maximizar la calidad de la información primaria levantada, y por tanto, la validez del análisis posterior.
- Es necesario realizar un proceso de acercamiento a las autoridades locales (juntas parroquiales y líderes comunitarios) para socializar los objetivos de la investigación o el estudio e integrar a la población desde el diseño hasta la implementación de las herramientas para el levantamiento y análisis de información.

#### 4.5. Referencias bibliográficas

BIC (Centro de Información Bancaria, EE.UU). 2010. Carreteras y Deforestación – Diagnóstico adecuado y bases para transporte sostenible en el R-PP Peruano. Boletín Mensual BICECA. Washington, DC.

Castro, M., R. Sierra, O. Calva, J. Camacho, F. López y P. Lozano. 2013. Zonas de Procesos Homogéneos de Deforestación del Ecuador. Factores promotores y tendencias al 2020. Programa GESOREN-GIZ y Ministerio de Ambiente del Ecuador. Quito, EC.

Celi, C., Molina, C., Weber, G. Centro de Investigaciones CIUDAD; Observatorio de la Cooperación al Desarrollo en el Ecuador. 2009. Cooperación al desarrollo en la Frontera Norte. Una mirada desde Sucumbíos, Quito, EC. 198p.

CONAIE (Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador). 2013. Lista de Nacionalidades y Pueblos indígenas del Ecuador (en línea). Consultado 25 feb. 2014. Disponible en: <http://www.conaie.org/nacionalidades-y-pueblos>.

EP PETROECUADOR (Empresa Pública de Hidrocarburos del Ecuador). 2013. Logros de la Gerencia de Comercialización (en línea). Consultado 17 feb. 2014. Disponible en: <http://www.ep.petroecuador.ec/GerenciaComercializacion/index.htm>.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1971. Empleo de madera para vivienda (en línea). Consultado 09 dic. 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/c3848s/c3848s00.htm>.

\_\_\_\_\_. 1985. Cultivos de árboles por la población rural (en línea). Consultado 17 feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/x5861s/x5861s00.pdf>.

\_\_\_\_\_. 2014. División de Infraestructuras Rurales y Agroindustrias. Transporte Rural y Carreteras (en línea). Consultado 18 feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ags/infraestructura-rural/transporte-rural-y-carreteras/es/>

\_\_\_\_\_. 2014a. Volatilidad de los precios en los mercados agrícolas (en línea). Consultado 19 feb. 2014. Disponible en: <http://www.fao.org/economic/est/temas-emergentes/volatilidad-de-precios/es/#.UwUVGGJdVkg>

Figuerola, J. 2005. Valoración de los productos forestales no maderables (PFNMs) en la reserva forestal Imataca, bajo el enfoque de la economía ecológica: caso de estudio cuenca alta del río Botanamo, Estado de Bolívar. Venezuela. 323p.

Finner, M., Vijay, V., Pappalardo S.E., De Marchi, M. Special to mongabay.com 2013. Exclusive: Stunning aerial photos reveal Ecuador building roads deeper into richest rainforest on Earth – Yasuní National Park (en línea). Consultado 19 feb. 2014. Disponible en: <http://news.mongabay.com/2013/1112-yasuni-secret-oil-road-finer.html>

GADP SUCUMBIOS (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Sucumbíos, EC). 2011. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Sucumbíos. Sucumbíos, EC. 442p.

Gatter, S. Romero M. 2005. Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada proveniente de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía Ecuatoriana. Fundación Servicio Forestal Amazónico. Macas, EC.

Haltia, O. y Keipi, K. 1997. Financing Forest Investments in Latin America: The Issue of Incentives. Working Paper No. ENV-113. Washington D.C.: IDB

Horne, B. 2014. Nos sentíamos mareados después de todos los que matamos. Newsweek en Español. Quito, EC.

IDE Business School. Perspectiva—Artículos (en línea). Consultado 20 dic. 2013. Disponible en: <http://investiga.ide.edu.ec/index.php/component/content/article/114-marzo-2008/625-las-cifras-del-gas-en-ecuador>

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2010. Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. Fascículo provincial Sucumbíos. Quito, EC.

INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). 2001. Resultados del Censo 2001 de población y vivienda en el Ecuador. Quito, EC.

INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático Mexicano). Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental. Sin fecha. Índice de Presión Económica a la Deforestación. Nota metodológica. (en línea). Consultado 06 de feb. 2014. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/irdef\\_notametodologica.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/dgipea/irdef_notametodologica.pdf)

José María Bravo. 2009. Los caminos vecinales (en línea). El Mundo.com. Consultado 18 feb. 2014. Disponible en: <http://elmundo.com/portal/resultados/detalles/?idx=109984>.

Lipper, L., 2000. Degradación forestal y seguridad alimentaria (en línea). UNYSILVA, Revista internacional de silvicultura e industrias forestales. Vol. 51. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/x7273s/x7273s05.htm>. Consultado 19 feb. 2014

Little, P., Obando, G., Trujillo, B., y Aguilar, R., 1992 Ecología Política de Cuyabeno. El desarrollo no sostenible de la Amazonía. ILDIS. ABYA-YALA. Quito, EC.

MAE (Ministerio del Ambiente, EC). 2010. Aprovechamiento de los Recursos Forestales 2007 – 2009. Quito, EC.

\_\_\_\_\_. 2010a. Metodología para desarrollar el estudio piloto de la ENF en conformidad con el mecanismo REDD+. Evaluación Nacional Forestal. Quito.

\_\_\_\_\_. 2011. Descripción de cadenas productivas de madera en el Ecuador. Quito, EC.

\_\_\_\_\_. 2012. Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental. 30p.

\_\_\_\_\_. 2013. Metodología para determinar la relación gente – bosque. Evaluación Nacional Forestal. Quito.

\_\_\_\_\_. 2013a. Tasa estimada de deforestación y tasa anual de cambio de cobertura de bosque a nivel provincial - período 2000 – 2008 (sin publicar). Quito.

McKenzie, M. 1994. La política y la gestión de la energía rural: La experiencia del Ecuador. FLACSO. Quito, EC.

Mejía, E. y Pacheco, P. 2013. Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. Bogor, Indonesia: CIFOR.

MCPEC (Ministerio de Coordinación de la Producción, Empleo y Competitividad. 2011. Agendas para la transformación productiva territorial: Provincia de Sucumbíos (en línea). Consultado 04 nov. 2013. Disponible en <http://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/02/AGENDA-TERRITORIAL-SUCUMBIOS.pdf>

MRNNR (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables) 2012. Mapa de bloques petroleros del Ecuador, Ronda Sur Oriente. Mapa catastral petrolero del Ecuador (inclusive la XI Ronda Petrolera del Sur Oriente) (en línea). Consultado 16 ene. 2014. Disponible en: <http://www.geoyasuni.org/?p=915>.

MRNNR (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables) 2013. "Precio del gas para personas inscritas en el RISE no varía" (en línea). Consultado 20 dic. 2013. Disponible en <http://www.recursosnaturales.gob.ec/precio-del-gas-para-personas-inscritas-en-el-rise-no-varia/>

MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) 2011. Dirección de Comunicación Social y Atención al Ciudadano. Inversión Histórica en Obra Pública. (en línea). Consultado 18 feb. 2014. Disponible en: [http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/03-02-2012\\_Especial\\_RENDICION\\_DE\\_CUENTAS.pdf](http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/03-02-2012_Especial_RENDICION_DE_CUENTAS.pdf)

\_\_\_\_\_. 2013. Coordinación de Planificación, Dirección de Información Seguimiento y Evaluación. Inversión Devengada por Provincias. Período: 2007-2013. (en línea). Disponible en: <http://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/01/Inversiondevengada-MTOP.pdf>

Nguyen Van, P.; Azomahou, T. 2007. Nonlinearities and heterogeneity in environmental quality: An empirical analysis of deforestation. *Journal of Development Economics*, Elsevier 84 (1): 291-309.

Núñez, Martha. 2013, "Mapeo de actores y Causas e impulsores de la Deforestación". Programa Net Zero Deforestation - NZD, The Nature Conservancy (TNC), Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Sucumbíos (GADPS). Quito, EC.

Ormaza, Bajaña, F. Sin fecha. Informe del Proyecto "Discusiones sobre áreas comunitarias para la conservación. Territorios A'í Cofán, Siekóya, P'Âi, Siona, Shuar y Kichwa. Zona baja de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. Sucumbíos y Orellana. UICN, TILCEPA, TGER, CENESTA, GTZ, Fundación Natura-ECOLEX. Sucumbíos, Orellana, EC.

Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2017. Estrategia Territorial Nacional. sf. (en línea). Consultado 03 Feb. 2014. Disponible en: [http://issuu.com/buen-vivir/docs/7\\_etn\\_introduccion\\_justificacion\\_me\\_3a3fc3ebdfa034?e=8910223/4404378](http://issuu.com/buen-vivir/docs/7_etn_introduccion_justificacion_me_3a3fc3ebdfa034?e=8910223/4404378).

Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación del Bosque en los países en Desarrollo. Programa Nacional Conjunto ONU-REDD 2014. Talleres de costos de oportunidad y actividades REDD+. Carpeta de Facilitación. Quito, EC.

Rainforest Conservation Fund (RCF) 2014. The Global Timber Trade – A brief discussion. Chapter 3) Road construction and its relationship to deforestation. (en línea). Consultado 19 Feb.2014. Disponible en: <http://www.rainforestconservation.org/rainforest-primer/7-special-topics/a-the-global-timber-trade-a-brief-discussion/3-road-construction-and-its-relationship-to-deforestation/>

SENPLADES, 2009. República del Ecuador. Plan Nacional de Desarrollo. Plan Nacional para el Buen Vivir 2009 – 2013: Construyendo un Estado Plurinacional e Intercultural, versión resumida, Quito, EC.

SENPLADES, 2013. Plan Nacional de Desarrollo. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013 – 2017, Quito, EC.

SIISE (Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador). 2003. Sistema integrado de indicadores sociales del Ecuador (en línea). Consultado 15 ene. 2013. Disponible en [www.siise.gob.ec](http://www.siise.gob.ec).

Subcomisión Ecuatoriana PREDESUR, 1979. Estudio tecnológico de propiedades y usos de 64 especies maderables del sur ecuatoriano. Quito, EC.

Tapia, L. 2004. Territorio, territorialidad y construcción regional amazónica. Abya-Yala. Quito, EC.

The REDD Countries Database (2012), Ecuador: An Overview from the REDD Countries Database. Disponible en [www.theREDDdesk.org/countries/ecuador](http://www.theREDDdesk.org/countries/ecuador). Consultado 07 feb. 2014.

Treminio, C. 2010. Soberanía y Seguridad Alimentaria y Nutricional en Territorios Sociales. Santiago, CHL. 142p.

Varea, A; Ortiz, P. 1995. Conflictos socio ambientales vinculados a la actividad petrolera en el Ecuador. Estudio introductorio. In Marea negra en la Amazonía. Abya- Yala/ILDIS/FTPP/UICN. Quito, EC.

White, A; Martin, A. 2002. ¿De quién son los bosques del mundo?: Tenencia forestal y bosques públicos en transición. Forest Trends. Center for International Environmental Law. Washington D.C., US. 42p.

Wunder, S. 1996. Los caminos de la madera. Estudios. Quito, EC. 423p.

## **5. PERSPECTIVAS**

***Autores:*** *Róger Villalobos, Mario Chacón, Sven Günter, Fernando Casanoves, María Belén Herrera, Cristhian Aguirre, Denisse Encalada y James McBreen*

### **5.1. Apoyo para la planificación del uso de la tierra y el manejo forestal**

Los datos generados por la ENF nos permiten hacer algunas aproximaciones sobre prioridades de gestión por estratos o zonas, ver tendencias y detectar posibles situaciones de alerta. En muchos casos las tendencias detectadas nos sirven para identificar la necesidad de desarrollar mecanismos para obtener información más detallada y precisa en determinadas regiones.

Nos referimos a una gestión donde la conservación de los principales ecosistemas y su biodiversidad debe ser una prioridad permanente a escala territorial, independientemente de que el estado decida que, por conveniencia nacional es menester la deforestación de determinadas zonas. Lo anterior es importante, pues aun los procesos de deforestación predeterminada deberían desarrollarse en el marco de una planificación territorial que regule los impactos de la actividad humana y procure conservar la funcionalidad ecológica a escala territorial en relación con aspectos propios de la conservación de biodiversidad, como lo es la conectividad entre fragmentos de bosque; pero también en relación con la conservación de servicios ecosistémicos fundamentales, como la provisión de agua, la prevención de riesgos, adaptación al cambio climático y otros.

Es por ello que la planificación de los procesos de monitoreo y evaluación del estado de los bosques deberá de ser alimentado con la revisión de políticas actualizadas de desarrollo para cada región, y deseablemente con acuerdos de ordenamiento territorial, ya sean estos definidos por instancias nacionales o locales (como los Gobiernos Autónomos Descentralizados), en particular cuando estas políticas de desarrollo y ordenamiento incluyen elementos que de manera directa afectan el uso de la tierra, o la conservación, aprovechamiento, aumento o reducción de los bosques. Se evidencia aquí la necesidad de coordinación entre el MAE, su instancia de monitoreo forestal, y la Secretaría de Planificación.

Al analizar el vínculo de la ENF y del monitoreo forestal en general con los temas de ordenamiento y de planificación del desarrollo local, el MAE y la instancia de monitoreo forestal deben identificar cuáles son las instancias de toma de decisión locales que ejecutan o forman parte de estos procesos de planificación, para definir en acuerdo con las mismas las estrategias de monitoreo forestal adecuadas en función de las expectativas sobre uso de la tierra y de los bosques en particular.

Acuerdos internacionales como el Enfoque Ecosistémico de la Convención de Diversidad Biológica, y las conclusiones de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, plantean la descentralización como una condición fundamental para promover la sostenibilidad y enfrentar los retos del Cambio Global, esto nos coloca ante el reto de buscar estrategias ya sea para descentralizar el monitoreo o para que el mismo sea consistente con los diversos niveles geográficos de toma de decisiones. Al limitar el criterio de estratificación de la ENF a los tipos de bosque, quedan de lado consideraciones de la delimitación de los procesos de gestión y planificación como los mencionados. La próxima ENF muy probablemente requerirá un diseño más complejo de estratos y subestratos.

Desde varias facetas, la falta de vínculo entre la regionalización del país para definir normativas, prioridades de desarrollo o procesos de planificación, y la estratificación por tipos de bosque utilizada por la ENF, limita su valor como herramienta para orientar y revisar las decisiones para la gestión de los bosques y de los territorios en general.

### *5.1.1. La definición de prioridades y estrategias de conservación*

Uno de los filtros de análisis y discusión por el cual deben pasar los resultados de la ENF, se refiere a determinar si los mismos responden a las expectativas de quienes han venido identificando prioridades de conservación para los ecosistemas del país, en aspectos como cobertura arbórea, reservas de carbono, regeneración y biodiversidad. Este es uno de los grupos de gestión de recursos naturales que se debe garantizar reciba y revise la información generada por la ENF.

Resulta también de particular importancia que el monitoreo forestal analice, ya sea a través de la ENF o de dispositivos complementarios más intensos en términos de frecuencia y precisión, las tendencias de deforestación en zonas donde los bosques se consideren prioritarios de conservar. En este sentido, debe clarificarse la relación entre el proceso de ENF y los esfuerzos previos que se han realizado para medir deforestación en el Ecuador, como los estudios de cobertura de 1999, 2000 y 2008. Puede que la escala general y sistema de muestreo del ENF, al menos bajo la metodología que se siguió en este primer esfuerzo, no sea la adecuada para monitorear el avance de la frontera agrícola en las zonas donde esta dinámica es más intensa. Las autoridades interesadas, y la instancia de monitoreo forestal en particular, deben definir si se incluyen dentro de la ENF ajustes o dispositivos particulares para el monitoreo de la deforestación en zonas críticas.

La ENF, por otra parte, puede eventualmente aportar información que oriente el desarrollo de esfuerzos para monitorear o controlar la deforestación, y además, la degradación de bosques, sobre la cual podrían obtenerse indicios en las parcelas de inventario. La implementación de sistemas de alertas tempranas, podrían ser una herramienta importante a tomar en cuenta.

Consideraciones similares a las indicadas para la deforestación aplican para el monitoreo de procesos de restauración, que requieren dispositivos específicos para las zonas donde el gobierno haya priorizado el desarrollo de acciones en ese sentido. También de manera similar la ENF podría, a lo largo de sus sucesivas realizaciones, indicar la necesidad de hacer esfuerzos de restauración en zonas específicas. Muy probablemente el monitoreo de este tipo de procesos se optimiza cuando hay un equipo de trabajo bien entrenado que da seguimiento a los procesos de evaluación y las metodologías de inventario a lo largo del tiempo, lo cual se esperaría de una instancia permanente de monitoreo forestal.

Estos comentarios son particularmente válidos para procesos de restauración a escala territorial, que son los más significativos en términos de funcionalidad de ecosistemas para la generación de sus servicios. Tales procesos de restauración son complejos, van mucho más allá que la siembra de árboles carente de estrategias integrales de seguimiento. Conllevan la definición de zonas críticas para la provisión de servicios específicos como el de regulación hídrica, y el involucramiento estratégico y bien orientado de los grupos humanos afectados, ya sea para sumar esfuerzos que permitan garantizar la protección y promoción silvicultural de procesos de sucesión secundaria con fines productivos o de protección estricta, ya sea para promover la actividad forestal productiva en plantaciones o sistemas de manejo de la regeneración.

Se evidencia aquí la necesidad de concertar y coordinar estrategias de gestión territorial y de desarrollo forestal entre MAE y MAGAP, dado que ya se realizan importantes esfuerzos de restauración en Amazonía, y estos deben ser sistematizados. Se evidencia la necesidad de consolidar un análisis de zonas prioritarias de restauración a escala nacional, pero en coordinación con esfuerzos como los de los Gobiernos autónomos descentralizados, y con los entes que estén a cargo de su promoción en campo y de los incentivos para el proceso, como es el caso de Socio Bosque. La ENF puede brindar elementos para este ordenamiento, y puede constituirse en

herramienta de monitoreo del mismo. Una vez consolidada una instancia permanente de monitoreo forestal, la coordinación de sus actividades con entes como Socio Bosque y con proyectos locales de restauración debería de ser permanente, dada la necesidad vigente de por actualizar líneas de acción.

Las estrategias de restauración vía incorporación de la producción forestal en las estrategias de vida locales, además de tener un gran potencial de efectividad por sus beneficios socioeconómicos y permitir un impacto positivo sobre áreas mucho mayores, son consistentes con el interés del estado en diversificar la matriz productiva en zonas rurales. Este tipo de estrategias, sin embargo, conllevan el desarrollo de los diferentes eslabones de la cadena productiva forestal, incluida la promoción de mercados y de vías de comercio justo, así como de desarrollo de cadenas de valor. Corresponde entonces analizar si su implementación exitosa debe integrar el esfuerzo del MAE, sino también de otras instancias gubernamentales y privadas, pues requiere de la promoción o establecimiento de condiciones habilitadoras para una economía forestal exitosa, que incluyen financiamiento, infraestructura, capacidades técnicas para el manejo del bosque, así como para el procesamiento de sus productos, políticas y normas favorables (tales como la simplificación de procedimientos). De ahí la relevancia de contar con un sistema de monitoreo capaz de valorar la efectividad de tales estrategias de restauración y desarrollo local.

Por otra parte, una estrategia de restauración a escala territorial conlleva la definición previa de zonas prioritarias en términos de los servicios particulares que se pretende recuperar, incluida la conectividad entre masas de bosque natural remanentes, es decir, requiere de un ordenamiento territorial que incorpore consideraciones ecológicas. El monitoreo de estos procesos conlleva la medición de la evolución de las masas forestales en su crecimiento físico y espacial. Iniciativas como el Programa Socio Bosque deberían tener un efecto positivo en la restauración de ecosistemas, el mismo podrá ser rastreado a través del monitoreo forestal en la medida que haya esfuerzos enfocados y planificados en territorios específicos estratégicos. Le toca a la instancia permanente de monitoreo forestal determinar hasta qué punto el monitoreo de esos esfuerzos se realice vía ENF y hasta qué punto mediante dispositivos específicos.

Un aspecto que conlleva también un enfoque de monitoreo particular, es el de los árboles incluidos en sistemas agroforestales y silvopastoriles. Su cuantificación con un nivel alto de precisión, requiere de herramientas de inventario diferentes a las que podrían aplicarse para plantaciones forestales o para bosques secundarios. Una vez más debe discutirse: si se pretende que a futuro la ENF incluya este tipo de vegetación, y si para el monitoreo de la misma se establecerán métodos complementarios al de inventario nacional antes realizado. Los sistemas agroforestales y silvopastoriles pueden contribuir también de manera significativa a la restauración de funciones ecosistémicas, en particular si se promueven en el marco de un ordenamiento estratégico del territorio, que debería como se dijo antes considerarse en los enfoques de inventario de las zonas respectivas.

Por lo tanto, el MAE y la instancia permanente de monitoreo deben velar por que se valore y aproveche la relación inherente entre ENF y planificación territorial, en ambos sentidos de retroalimentación, para la toma de decisiones. Los actores que toman decisiones sobre el ordenamiento territorial, y sobre los modelos de desarrollo del país, deben visualizar la información de la ENF como una herramienta para la planificación de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático a toda escala, estrategias REDD+, estrategias de conservación, y estrategias de desarrollo humano.

Debe analizarse, sector por sector, cómo abordar las estrategias de conservación de bosques para los cuales la ENF da indicios de muy limitado potencial maderero, tal es el caso de los estratos de manglar, el bosque seco andino, el bosque seco pluvio-estacional y bosque siempre verde andino de pie de monte, que tienen poco volumen comercial, el aprovechamiento maderero no parece una forma relevante de darles valor como sistemas productivos. Antes, debe verificarse si hay contradicciones entre este resultado y eventuales actividades extractivas que se han detectado por periodos prolongados, que podrían indicar la necesidad de verificar la condición poco productiva con mayor precisión y consideración de microambientes. También debe verificarse que el sesgo detectado, de una ubicación de parcelas principalmente en sectores de bosque secundario, en detrimento de la representación del bosque primario, está generando una subestimación de existencias.

Además, no debe perderse de vista la necesidad de revalidar tales apreciaciones en futuros procesos de ENF, en la medida en que la lista de especies comerciales se modifique y amplíe. En el caso del manglar, por ejemplo podría estarse subestimando el potencial de aprovechamiento de este tipo de madera para poblaciones vecinas, debido a un enfoque de definición de individuo comercial que no aplica a este tipo de ecosistema.

Pero si la información disponible es consistente en lo relacionado al poco potencial productivo de madera de algunos tipos de bosques, entonces debe definirse cuan prioritaria es su conservación, por zonas, y cuáles son las vías para proteger estos bosques o darles valor en función de otras alternativas económicas. Puede que la conservación de muchos de estos bosques sea relevante para el país en términos de sus servicios ecosistémicos, pero como se menciona antes, tal clasificación de zonas prioritarias no se utilizó para esta ENF. Si la prioridad de conservación de un área de bosque es en relación con determinados servicios, conviene discutir si esto conlleva alguna variable adicional que incluir en la ENF, o la implementación de dispositivos de monitoreo complementarios que brinden información específica en determinadas localidades.

Similarmente, debe de contarse con información más precisa de aquellas zonas donde las autoridades locales o nacionales, así como la iniciativa privada, están haciendo inversiones en desarrollo turístico asociado a naturaleza o identifican un potencial relevante al respecto, de modo que la ENF genere información más clara sobre la relación entre bosques y servicios.

Otra forma de dar valor a los bosques, que podría eventualmente reforzar estrategias de conservación bajo esquemas de manejo sostenible, es el aprovechamiento de PFMN. Si bien esta primera ENF incorpora alguna información sobre este tipo de productos, la misma es muy general. Por otra parte, dada la especificidad de hábitos de crecimiento o particularidades de las especies que generan PFMN, su enorme diversidad, su presencia y relevancia generalmente limitada a ciertas zonas, debe analizarse con cuidado la pertinencia de cuantificar existencias de PFMN en el marco de procesos de INF. Dados los retos de mejora para las próximas ENF, una demanda de información detallada y precisa sobre existencias de PFMN podría conllevar un nivel de costos y complejidad excesivo. Puede que la información al respecto deba abordarse desde la mejora del levantamiento de información social y económica, en términos de seguir identificar las zonas donde se hace aprovechamiento de PFMN y tratar de hacer una valoración general de la relevancia de tales actividades, para implementar posteriormente dispositivos de cuantificación específicos por localidades y especies.

Por otra parte, debe de tenerse cuidado con la designación de zonas para el aprovechamiento exclusivo de PFMN, pues para algunas de estas especies el fomento de su aprovechamiento, sin que esté ligado a la generación de claros típica del aprovechamiento maderero, puede generar un

agotamiento del recurso por no contar con condiciones que fomenten su regeneración. Una unidad de monitoreo debería en principio crear protocolos para la medición y evaluación de PFMN.

Uno de los tipos de bosque sobre el cual los datos de la ENF pueden estarnos enviando una señal de alerta es el de bosques secos. Los datos del inventario nos sugieren para estos ecosistemas un potencial muy limitado para la producción maderera, por cuanto ese tipo de sistema productivo no parece ser viable como base de una estrategia para dar valor al ecosistema y sustentar su conservación. Paralelamente, los datos de la ENF confirman que este tipo de ecosistemas es visto y utilizado como fuente de leña, una forma de uso que suele estar vinculada a condiciones de subsistencia o de mercados con mínimo valor para el producto, donde resulta muy complejo promover un manejo sostenible del bosque como fuente de materia prima.

El grado de deterioro de los bosques secos se evidencia a partir de las estimaciones de sus existencias de carbono, pues los datos obtenidos son menores a lo esperado según tendencias internacionales para este tipo de ecosistemas. Podemos entonces estar ante amplias áreas de bosque en condición de deterioro y soportando a la vez la presión de la extracción de leña sin criterios de manejo. Las autoridades ambientales deben prestar particular atención a la situación de estos ecosistemas y definir cuán relevante se considera la conservación de los diferentes sectores con bosques secos, pues los esfuerzos de conservación requerirán aquí de estrategias más complejas. Este análisis debe hacerse también a la luz de varios aspectos de las iniciativas de cambio en la matriz de fuentes de energía. Mientras la leña constituya un combustible más accesible y barato que sus sustitutos potenciales, los bosques secos seguirán bajo presión. Debemos plantearnos si de alguna forma ingeniosa esta presión podría ser la base de un programa de restauración y manejo, que incluya la producción sostenible de leña como un eje estratégico.

#### *5.1.2. El manejo forestal como estrategia de conservación y desarrollo*

Dado que a muchos de los bosques para los cuales la ENF evidencia un mayor potencial de producción maderable se les atribuye también un alto valor de conservación, tal es el caso de los estratos andino montano, andino de pie de monte y en particular el de tierras bajas amazónicas, conviene que el MAE y otros actores institucionales y privados involucrados definan con claridad si en Ecuador se va a utilizar el manejo forestal sostenible como estrategia principal de conservación. Debe existir una comprensión de este enfoque y una convicción absoluta para habilitar las condiciones que permitan su funcionamiento como tal. Esto sería claramente consistente con los esfuerzos por ajuste de la matriz productiva, con varios elementos del Plan Nacional del Buen Vivir, y con la Estrategia para el desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador (Villacís *et al.* 2012).

Un manejo forestal sostenible de bosques naturales, técnicamente bien implementado, permite dar valor al bosque e incorporarlo como sistema productivo a los procesos de desarrollo, al mismo tiempo que el ecosistema conserva su diversidad, estructura fundamental, funciones y servicios ecosistémicos derivados. Pero para que tal manejo sostenible resulte viable, ante la dura competencia por otros usos más rentables de la tierra, es fundamental que sea verificada o promovida la existencia de condiciones habilitadoras para su funcionamiento, en aspectos como:

- Existencia de mercados para la madera para la zona de interés,
- Infraestructura adecuada para el transporte;
- Condiciones adecuadas, justas y transparentes para comercialización desde el bosque;

- Clima de negocios favorable (seguridad en el acceso al recurso forestal, créditos para empresas forestales, estabilidad en normativas, costos de transacción bajos, trámites simplificados);
- Formación de capacidades técnicas para el manejo y procesamiento de los productos,
- Búsqueda de alternativas de diversificación tanto de la materia prima como de sus posibilidades de valor agregado.
- Donde hay tenencia comunal del bosque, pero condiciones de pobreza y acceso deficiente a la educación, el manejo forestal requiere de mucho acompañamiento, siempre tendiente a desarrollar las capacidades locales. Este acompañamiento podrían brindarlo ONG que asuman tal responsabilidad ante el estado. No se debe olvidar que varias de las poblaciones actualmente asentadas en la Amazonía, carecen de cultura forestal e incluso de vínculos ancestrales con el bosque.

Algunos de estos aspectos han sido abordados en el documento “Gobernanza Forestal en Ecuador”, del MAE (González *et al.* 2011).

Todo lo anterior implica que las instituciones y demás actores involucrados deben definir con rigurosidad las áreas donde resulte adecuado promover estrategias locales de desarrollo forestal productivo como estrategia de conservación. En las mismas la información general brindada por la ENF requerirá ser complementada con dispositivos de inventario más detallados, para verificar su potencial productivo o para abordar estrategias de manejo. Por otra parte, se deberá garantizar un monitoreo a largo plazo de la conservación del bosque en estas áreas. Cuando el aprovechamiento forestal es promovido sin tomar en cuenta aspectos como la participación de comunidades locales en los beneficios de la actividad productiva, se corre el gran riesgo de que las vías de aprovechamiento forestal se constituyan en vías de invasión al bosque para el cambio de uso, no como resultado de un mal manejo, sino de la búsqueda de opciones productivas por comunidades del entorno. De nuevo, el monitoreo forestal se constituye en una herramienta para verificar el buen desempeño de las estrategias de conservación y de desarrollo sostenible, tanto a través de la ENF como de dispositivos adicionales complementarios.

El programa Socio Bosque está por implementar un incentivo para manejo forestal sostenible por lo que será crítico dotar de capacidades y herramientas al programa para que sus resultados contribuyan a consolidar el manejo de los bosques del Ecuador como herramienta de conservación, desarrollo y mitigación del cambio climático. A la vez deben de revisarse los impactos de los actuales costos de transacción para la actividad forestal.

Es oportuno recordar que la sostenibilidad de la actividad productiva forestal en bosques tropicales se incrementa, tanto en sentido ecológico como financiero, en la medida que somos capaces de diversificar la producción, tanto en términos de la gama de productos como de especies involucradas. Los cambios en el listado de especies comerciales y de las categorías de valor de las mismas, conforme se desarrollan las cadenas de valor forestal, afectan periódicamente la interpretación de la información de los sistemas de monitoreo, y es fundamental contar con información veraz y actualizada al respecto. En el proceso de interpretación de datos que condujo al presente informe, resultó muy difícil acceder a listados de especies por zonas confiables, accesibles y comparables.

El manejo, necesaria y deseablemente diversificado de los bosques tropicales, conlleva retos complejos. Limita, por ejemplo, las posibilidades de desarrollar productos industriales uniformes a gran escala. Se debe por lo tanto tener cautela en cuanto al tipo de desarrollo industrial que se plantea para determinadas zonas. Los resultados de la primera ENF evidencian existencias bajas

para varias especies comerciales. Además de plantear estrategias de manejo que puedan mejorar existencias a mediano y largo plazo, será necesario desarrollar polos de forestería comunitaria basados en cadenas de producción flexibles, para trabajar con especies y productos diversos.

Por otra parte, los datos de la ENF que muestran que para algunas áreas donde hay existencias de madera comercial interesante, podría haber una regeneración limitada. En estas zonas el desarrollo de actividades de aprovechamiento debe ser antecedido por un análisis más detallado de la composición y dinámica de bosques, eventualmente incluir estrategias de promoción de la regeneración con tratamientos silviculturales a partir de herramientas como el muestreo diagnóstico posterior a la cosecha, y además ir acompañado de procesos de monitoreo de mediano y largo plazo, pues se esperaría que el aprovechamiento *per se* constituya un tratamiento de fomento de la regeneración, pero su efecto puede variar en función de aspectos microambientales.

La preocupación que genera la existencia de áreas detectadas por la ENF donde menos individuos de los esperados alcanzan el diámetro mínimo de corta amerita un diagnóstico particular de estas zonas, para determinar si se trata de bosques degradados por prácticas indebidas, o que ameritan algún tipo de tratamiento silvicultural para mejorar su productividad.

## 5.2. Desafíos

La revisión de resultados de este primer esfuerzo de ENF, debe llevar a las instituciones y actores involucrados al análisis sobre el balance de prioridades de las futuras ENF, para definir su enfoque y variables principales en temas como:

- Reservas y flujos de carbono en bosques y acciones de mitigación como la estrategia nacional REDD+.
- *Deforestación*: monitoreo, control, reducción, zonificación.
- *Restauración*: monitoreo de programas específicos por zonas.
- *Biodiversidad*: cuantificación, zonificación, valoración.
- *Desarrollo forestal*: definición de zonas para manejo, seguimiento de estrategias de manejo sostenible, monitoreo de plantaciones forestales con fines productivos y de restauración; monitoreo del efecto de estrategias para la promoción de la actividad forestal en aspectos como extensión del bosque y su estado.
- Impacto social de las políticas y acciones de conservación y de desarrollo forestal. Estado de las comunidades vinculadas al bosque. Monitoreo de la relación entre grupos humanos y bosques.
- Valoración de SE: monitoreo vinculado a estrategias para gestión de los servicios, zonificación de zonas críticas de provisión o de utilización de los mismos.

El grado de relevancia que se le asigne a cada uno de estos temas puede incidir en el diseño del ENF y su estratificación, así como en la definición de esfuerzos adicionales de monitoreo que idealmente deben complementarse desde su diseño, con la estrategia de obtención de datos de la ENF.

Para poder definir el aporte particular y esencial de la ENF, en el contexto de una estrategia integral de monitoreo, es fundamental clarificar sus objetivos. La ENF, por su escala, tiene limitaciones en cuanto a la precisión con la que resulte viable medir muchas variables, de ahí que sus objetivos deben relacionarse con la definición de políticas y estrategias generales, incluida la determinación de prioridades locales de esfuerzos de medición más detallados.

Los objetivos a futuro de la ENF, deben identificarse tomando en cuenta al menos categorías de información como las referentes a:

- Conocimiento y conservación de ecosistemas y su biodiversidad: en este aspecto es de interés la caracterización de zonas más biodiversas, el monitoreo de zonas de alto valor de conservación; la definición de zonas frágiles o en riesgo, el impacto de las acciones humanas sobre la biodiversidad, entre otros.
- Aprovechamiento y manejo sostenible de ecosistemas forestales y sus recursos: al respecto nos interesa entender, por ejemplo, sobre los bosques con mayor potencial maderero, o con restricciones para el mismo; o sobre bosques con mayor potencial para la producción de productos no maderables. También puede ser de interés contar con datos siempre actualizados sobre la proporción de áreas bajo aprovechamiento forestal, en sus diversas condiciones.
- Aprovechamiento y gestión sostenible de servicios ecosistémicos: sobre esto puede interesarnos definir y monitorear áreas clave para la generación del recurso hídrico, para la conservación o para la restauración de ecosistemas, para el turismo, para la conservación de suelos o para la mitigación de desastres; también puede interesarnos el análisis sobre funcionalidad de paisajes.
- Definición de políticas sobre uso del suelo: la información del ENF debería orientar políticas de ordenamiento territorial y de priorización de zonas para evitar o contrarrestar la deforestación;
- Cambio climático: uno de los aspectos clave de la ENF puede ser el inventario periódico de existencias de carbono, vinculadas a variables como el aumento en cobertura o en deforestación, que a su vez reflejan el resultado de esfuerzos en mitigación; adicionalmente diferentes tipos de inventario forestal pueden evidenciar los impactos del cambio climático. El tema de adaptación al cambio climático de los ecosistemas forestales o el rol de los bosques en la adaptación, también deben ser considerados.
- Aporte de los bosques a la economía: que conlleva la identificación de zonas bajo aprovechamiento o manejo, así como de ser posible la estimación del impacto económico y social de tales actividades.

Las entidades a cargo del monitoreo forestal en el país deben procurar una mejora en los procedimientos que garanticen la disponibilidad de información básica para alimentar los procesos de definición de estratos de medición, así como los procesos de análisis de resultados. Debe revisarse si los datos de diversidad de especies generados por la presente ENF tienen tendencias coherentes con las expectativas de quienes han trabajado previamente en la caracterización de la biodiversidad del país y quienes han definido las zonas con alto valor de conservación. Al respecto, la instancia de monitoreo forestal podría ser el ente encargado de garantizar y coordinar tales espacios de discusión, para que de los mismos se obtengan eventuales criterios de ajuste tanto a las futuras ENF como a la definición de zonas.

El presente esfuerzo de ENF evidencia la necesidad de fortalecer los procesos de definición de zonas críticas para la provisión de determinados servicios ecosistémicos. El criterio de percepción local, tal y como se procuró documentar durante el inventario, se revela como una variable de difícil interpretación e insuficiente para la toma de decisiones en cuanto al aporte de

determinados sitios o estratos en términos de servicios ecosistémicos. Este tema se discute más adelante con mayor detalle.

Algunos de los datos generados por la ENF pueden servir de base para la discusión de prioridades de uso del suelo a gran escala, tomando en cuenta tanto aspectos de valor de conservación como de potencial productivo forestal. Las instancias del sector forestal deben procurar el diálogo con otros sectores del estado y de la sociedad en general, en procura de que diversos aspectos de los bosques y su funcionalidad sean tomados en cuenta en la definición de los modelos de desarrollo de cada zona.

Ecuador es un país con diversidad de condiciones topográficas, climáticas, orográficas, geológicas y por ende cuenta con diversos ecosistemas forestales, para cada uno de los cuales pueden haber requisitos particulares en términos por ejemplo de densidad de muestreo. La discusión sobre delimitación de estratos con base en los cuales se realizó la ENF ha sido intensa, y procuró tomar en cuenta versiones actualizadas sobre los tipos de bosque del país. Aun así, queda pendiente revisar si esta misma delimitación será la óptima para inventarios futuros, y si deben de ser revisada la incoherencia entre la definición de estos estratos y la división por zonas para la aplicación de la normativa forestal.

Por situaciones como las descritas, la instancia que va a asumir la responsabilidad del monitoreo forestal debe delimitar, con la participación de las principales instituciones, organizaciones y actores privados involucrados, los productos específicos que se requieren de la ENF, y aquellos que requieran el establecimiento de dispositivos o procesos de medición particulares, especializados en la obtención de datos específicos para determinadas zonas.

Entre los procesos de medición que podrían requerir dispositivos adicionales especializados, podrían incluirse:

- Seguimiento de procesos de deforestación en zonas críticas;
- Seguimiento de procesos de restauración en zonas definidas como prioritarias para ese efecto;
- Cuantificación de existencias de madera comercial en zonas de mayor potencial;
- Monitoreo de regeneración en zonas bajo diferentes escenarios de manejo forestal,
- Monitoreo de indicadores de biodiversidad en zonas bajo diferentes escenarios de manejo forestal;
- Monitoreo de existencias de PFM en zonas donde su aprovechamiento es relevante.

Esta primera versión de ENF se enfocó en las áreas cubiertas con bosques naturales. Se debe analizar hacia el futuro si se mantiene este enfoque o de qué manera se integra este tipo de información con la de presencia de elementos forestales en zonas con otras formas de uso de la tierra. Resulta innegable que la gestión forestal integral, que incluye tanto la definición de estrategias para el desarrollo de la producción forestal, como de estrategias para la conservación de la biodiversidad, su funcionalidad ecológica y la generación de servicios ecosistémicos; debe tomar en cuenta además de los bosques naturales los recursos forestales que se generan por medio de bosques riparios, plantaciones forestales y sistemas agroforestales y silvopastoriles. Pero el monitoreo de los mismos a escala nacional puede abordarse desde una metodología uniforme de inventario o desde la integración de metodologías complementarias que nos permitan regular mejor la precisión de las estimaciones para cada forma de uso de la tierra. Esta

discusión debe abordarse desde la instancia permanente de monitoreo forestal, tomando en cuenta los intereses y necesidades de los otros sectores involucrados.

### **5.3. El potencial de mitigación al cambio climático en el Ecuador**

La ENF presenta un aporte importante para la construcción de sistema de Medición, Reporte y Verificación de actividades de mitigación al cambio climático, en especial dentro del marco de estrategias REDD+. El siguiente sub capítulo trata de resumir brevemente el potencial de mitigación de sector uso de la tierra del Ecuador como una forma de contextualizar los resultados de al ENF:

Las particularidades geográficas y climáticas del Ecuador hacen que sea un país megadiverso (Mittermeier *et al.*, 1997) cuyas áreas forestales poseen un alto valor por su biodiversidad y por los bienes y servicios de los ecosistemas que proveen (MAE, 2009). Estos bienes y servicios incluyen productos de alto valor económico como la madera (MAE/OIMT, 2011) y de alto impacto para el clima, al aportar a regular la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (Bertzky *et al.*, 2011). Sin embargo, el aprovechamiento forestal para madera y la deforestación pueden causar fuertes impactos negativos en los bosques si no se siguen medidas apropiadas de manejo.

Datos recientes muestran que tanto el aprovechamiento de bosques para madera como la deforestación, actividades que emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera, se encuentran en crecimiento. En el año 2010 se autorizaron 5108 programas de corta que representaron 106 543,22 ha entre bosques nativos, bosques secundarios y plantaciones forestales; 20 990,15 hectáreas más que en el 2009 (MAE/OIMT, 2011). En cuanto a deforestación, se estima que los bosques del Ecuador cubrían en el año 2000 una extensión de bosques de 11,6 millones de hectáreas, que se redujeron a 9,8 millones de hectáreas al 2010 (FAO, 2010; Mejía y Pacheco, 2013) con tasas de deforestación en la plataforma continental de 75.287 ha año<sup>-1</sup> (0,56%) para el período 2000-2008 y de 65.880 ha año<sup>-1</sup> (0,54%) para el período 2008-2012. Si bien no existen datos actuales de emisiones de gases de efecto invernadero, estimaciones pasadas indican que las emisiones en el Ecuador por parte de este sector también crecen.

Según la segunda comunicación nacional del Ecuador enviada a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), se estima que en términos de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq a la atmósfera, el país emitió en 1990 un total de 265.139,7 Mg CO<sub>2</sub>-eq a 410.010,75 Mg CO<sub>2</sub>-eq en 2006. De esos, el sector uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura fue el principal emisor con 98.069 Mg CO<sub>2</sub>-eq en 1990 y de 188.973,6 Mg CO<sub>2</sub>-eq en 2006. Las emisiones prácticamente se duplicaron (MAE, 2011a).

Bajo el anterior contexto, se hace urgente que se continúe generando información científica que permita crear tecnologías y diseñar políticas y normativas legales a escalas locales y nacionales. Esta políticas deberían permitir el uso sostenible y el monitoreo de estos bosques bajo modelos de conservación integrales que a su vez permitan aprovechar el potencial de mitigación del sector forestal a distintas escalas espaciales (Nasi *et al.*, 2009; Angelsen *et al.*, 2012).

#### **5.3.1. Avances en mitigación al cambio climático desde el sector forestal de Ecuador**

El Ecuador es una de las partes que conforman la CMNUCC y desde esta plataforma participa en la creación de políticas internacionales sobre cambio climático que además orientan políticas nacionales de mitigación, entre otras. Si bien, bajo el actual acuerdo vinculante de la Convención

denominado Protocolo de Kioto que finalizará en 2020<sup>41</sup>, el Ecuador no está obligado a tomar medidas de reducción de emisiones, sí ha realizado una serie de actividades voluntarias. Dentro de esas medidas voluntarias, algunas eventualmente se integrarían en un futuro acuerdo internacional vinculante que debería estar diseñado para el 2015 y que debería empezar a ser implementado en 2020 una vez finalizado Kioto<sup>42</sup>.

A nivel nacional, ya en la Constitución de la República del Ecuador del 2008 se menciona en su artículo 414 que el estado adoptará medidas de mitigación al cambio, entre ellas el tomar medidas para reducir emisiones relacionadas a la deforestación. Además, dentro del Plan Nacional para el Buen Vivir en sus versiones de 2009-2013 y 2013-2017, se contempla el adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en todos los niveles del estado, incluyendo la creación de programas de incentivos para mejorar el manejo de recursos naturales, el apoyo a la academia para generar investigación y mejorar las capacidades y el conocimiento humano (SENPLADES, 2009, 2013). Adicionalmente, para dar mayor soporte político e institucional a las actividades relacionadas con el cambio climático, en el 2012 el Ecuador publicó la Estrategia Nacional de Cambio Climático (República del Ecuador, 2012). Esta estrategia contempla orientaciones relevantes a la adaptación y a la mitigación para varios sectores de la economía de Ecuador, incluyendo el Plan Nacional de Mitigación que funge como marco de referencia para realizar medidas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. El Plan Nacional de Mitigación, contempla la creación de una serie de programas, dentro de los cuales se incluye el sector agrícola y forestal.

En la práctica, se han llevado a cabo diferentes medidas desde el sector energía, el sector transporte, el sector desechos y el sector uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (USCUSS). Para el sector USCUSS, que incluye el sector forestal, el Ecuador ha venido realizando cambios en la gobernanza forestal (ej. mejorando y creando nuevas normativas y programas institucionales), además de promover un enfoque holístico del manejo de los recursos naturales, con el fin de reducir la deforestación. Entre estas iniciativas se encuentran el programa nacional de incentivos de conservación Socio Bosque y la actual creación del Programa Nacional Forestal REDD+.

Desde el 2008 al 2013, el Ecuador a través del Ministerio de Ambiente (MAE) se encontraba realizando tres proyectos paralelos con apoyo de FAO y agencias de desarrollo como GIZ de Alemania. Estos proyectos eran la Evaluación Nacional Forestal, el Mapa de Carbono, el Mapa histórico de Deforestación y la generación de ecuación alométricas para estimar biomasa en bosques del Ecuador.

### 5.3.2. REDD+ en el Ecuador

La CMNUCC ha venido desarrollando desde el 2005 una política internacional de mitigación al cambio climático denominada REDD+: reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal; además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock

---

<sup>41</sup> El Protocolo de Kioto es un acuerdo legal ligado a la CMNUCC que obliga a los países a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Un primer periodo del protocolo de Kioto fue llevado a cabo entre 2008-2012. Durante la conferencia de las partes en Doha, Qatar o COP18, las partes acordaron en segundo período que iría desde 2013 a 2020 ([https://unfccc.int/kyoto\\_protocol/doha\\_amendment/items/7362.php](https://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php)).

<sup>42</sup> Durante la conferencia de las partes COP17 llevada a cabo en Durban, Sur África en 2011, los gobiernos decidieron adoptar para el 2015, un acuerdo legal universal que entraría en vigencia a partir de 2020. Este trabajo se realiza bajo el grupo de trabajo adjunto llamado Plataforma Duran (UNFCC decisión 1/CP.17).

(reservas) de carbono de los bosques en los países en desarrollo (UNFCCC, 2014). Ésta política está siendo adoptada por muchos países con bosques tropicales donde los gobiernos se encuentran realizando arreglos institucionales con el objetivo de que sea implementada en el mediano plazo, siendo Ecuador uno de estos países (Gálmez y Kómetter, 2009). En este sentido, el Ecuador se encuentra organizando el sector forestal alrededor de REDD+ mediante iniciativas a escala nacional lideradas por el gobierno, y a escalas locales o de proyectos mediante actividades voluntarias, generalmente lideradas por organizaciones no gubernamentales.

A nivel nacional, el Ministerio de Ambiente de Ecuador mediante la Sub Secretaría de Cambio Climático, se encuentra diseñando el Programa Nacional REDD+, el cual se enmarca dentro de la Estrategia Nacional de Cambio Climático y el Modelo de Gobernanza Forestal. El programa tiene como objetivo general "...contribuir paralelamente a la mitigación del cambio climático y al manejo integral de los ecosistemas boscosos a través de la implementación de políticas, medidas, proyectos y actividades para reducir la deforestación y sus emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a nivel nacional"<sup>43</sup>. Para la creación del Programa Nacional REDD+, el Ecuador participa del programa ONU REDD<sup>44</sup> de las Naciones Unidas desde el 2009. En el 2011 firmó un convenio para recibir de ONU REDD apoyo técnico y económico para la realización de arreglos institucionales, administrativos y técnicos que organizarán REDD+ según cuatro elementos y seis componentes transversales. Los elementos del Programa Nacional REDD+ son el Sistema de Información forestal de Medición, Reporte y Verificación (y monitoreo) de las actividades, Sistema de Incentivos para reducir deforestación y degradación, Control Forestal y regularización de la tenencia de la tierra. A estos cuatro elementos, se les apoya mediante seis componentes transversales que constan de un marco legal, financiero e institucional, la sostenibilidad financiera, la creación de beneficios múltiples, la planificación inter-sectorial y coordinación inter-institucional, y el involucramiento múltiples actores y de la academia para realizar tareas de investigación (PNC ONU-REDD Ecuador, 2011).

Como parte de la creación del Programa Nacional REDD+, el gobierno se encuentra diseñando normativas y actividades técnicas. A nivel normativo, ya se han creado acuerdos ministeriales que proveen lineamientos que buscan regular la implementación de REDD+ en el Ecuador. El acuerdo No. 33 provee de objetivos, descripción de conceptos, principios y líneas generales. Dentro de los lineamientos generales se destaca el artículo 6, que menciona REDD+ podrá ser implementado a nivel nacional y de actividades o proyectos. Además, ya se han creado normativas que regirán los mecanismos de consulta y de registro o contabilidad de las actividades REDD+ según sea el caso (Acuerdo No. 128 y 103).

A nivel técnico, Ecuador se encuentra implementado importantes proyectos a escala nacional tales como la Evaluación Nacional Forestal del Ecuador, el Mapa de Carbono del Ecuador y el Mapa Histórico de Deforestación (MAE, 2011a) los cuales a su vez proporcionarán información valiosa que permitirá construir los niveles de referencia de emisiones, necesario para estimar el potencial de mitigación de REDD+ a nivel nacional y orientarán además la construcción de sistemas de monitoreo.

#### *5.3.2.1. Experiencias con proyectos forestales de secuestro de carbono y REDD+*

Aparte de la labor que realiza el gobierno alrededor del tema de mitigación y sobre todo REDD+, organismos no gubernamentales internacionales y nacionales, han ejecutado y se encuentran

<sup>43</sup> MAE, página Web sobre REDD+. <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/924&page=0,1>

<sup>44</sup> ONU REDD Ecuador, página Web <http://www.un-redd.org/AboutUNREDDProgramme/NationalProgrammes/Ecuador/tabid/7073/Default.aspx>

ejecutando proyectos a escala local. Todos estos proyectos pueden proveer de experiencias a nivel de medición y monitoreo de carbono a escalas locales, incluyendo potenciales experiencias en monitoreo comunitario que podría ser utilizado bajo sistemas nacionales MRV. A continuación se presentan un resumen de proyectos presentes en el Ecuador, recalando que la lista no es exhaustiva.

Desde hace más de 10 años el Ecuador inició sus primeros intentos de diseñar proyectos forestales de carbono bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) bajo el marco de Protocolo de Kioto (Neira *et al.*, 2007; López, 2004). En 2003 creó la Autoridad Nacional Designada para el MDL cuyo fin sería el aprobar este tipo de proyectos, como parte de los requisitos para poder participar en mercados de carbono regulatorios según el protocolo de Kioto. La lista de proyectos MDL en Ecuador y que se encuentran en procesos de construcción reporta un total de 91 proyectos de los cuales 8 son proyectos de reforestación pero solo 5 de estos están debidamente registrados ante la AN MDL (Autoridad Nacional MDL Ecuador<sup>45</sup>)

Según la base de datos sobre proyectos REDD+ del Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR)<sup>46</sup>, en Ecuador existen unas 13 iniciativas. Ejemplos de estos son<sup>47</sup> *The Carbon Balanced Programme*, operado por la organización *World Land Trust*, con un total de 128 hectáreas con las cuales se espera reducir unas 32000 Mg CO<sub>2</sub>eq; el proyecto Nangaritza implementado por *Flemish Fund for Tropical Forests*; y el proyecto REDD+ de la provincia de Orellana que liderado por *Face the Future*, que generaría unas 40000 Mg CO<sub>2</sub>eq al año y que se espera sea validado bajo estándares voluntarios de carbono para lograr financiamiento mediante mercados voluntarios de carbono.

De entre todas estos proyectos, el proyecto de reforestación de especies nativas de las cuencas de los ríos Pachijal y Mira, ejecutado por la Fundación Mindo Cloudforest, ha sido validado bajo el estándar Clima Comunidad y Biodiversidad (CCBA)<sup>48</sup>. En estas iniciativas participan gran variedad de actores que van desde el gobierno, comunidades locales organizaciones no gubernamentales y la empresa privada

### 5.3.2.2. Estimación del potencial de mitigación del Programa Socio Bosque

Como una forma de analizar el potencial de Ecuador para mitigar el cambio climático a grandes escalas, se estimó el potencial de mitigación del Programa Socio Bosque, mediante el análisis de los logros alcanzados desde los inicio del programa en 2008 a 2013 y del impacto esperado según planteamiento de metas futuras. En este sentido, hay que enfatizar que el estudio deja de lado el impacto de Socio Bosque en términos de conservación de biodiversidad y de mejorar de la calidad de vida de las comunidades y familias beneficiadas, aspecto que deberá ser integrado en futuros análisis.

Es importante señalar, que dado que el programa Socio Bosque no ha sido originalmente diseñado para estimar y monitorear cambios en las reservas de carbono de sus actividades, por lo que la realización de este trabajo contó con una serie de limitantes metodológicas y de diseño de los

<sup>45</sup> AN MDL, Ecuador. <http://web.ambiente.gob.ec/?q=node/718>

<sup>46</sup> CIFOR, Global Data Base of REDD+ and other Forest Carbon Projects Interactive Map <http://www.forestclimatechange.org/redd-map/>

<sup>47</sup> Información proporcionada por la base de datos de The REDD Desk [http://theredddesk.org/countries/search-countries-database?f%5b0%5d=field\\_location%3A362&f%5b1%5d=type%3Aactivity&f%5b2%5d=field\\_project%3A1](http://theredddesk.org/countries/search-countries-database?f%5b0%5d=field_location%3A362&f%5b1%5d=type%3Aactivity&f%5b2%5d=field_project%3A1)

<sup>48</sup> Documentos relevantes al diseño y validación de este proyecto se pueden encontrar en: <http://www.climate-standards.org/?s=ecuador>

propios incentivos del Programa, que hace de la información acá presentada sea de carácter preliminar. Como una forma de mejorar las estimaciones de reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub> futuras del programa Socio Bosque, se brindan una serie de recomendaciones que podrían permitir estimar de manera precisa el potencial real de mitigación al largo plazo.

### 5.3.2.3. Reservas de carbono conservadas por el Programa Socio Bosque a finales de 2013

Desde el inicio del Programa Socio Bosque en 2008 y hasta diciembre de 2013, el programa ha logrado conservar un total de 1.230.273,9 ha de bosques de los cuales un 12% eran áreas bajo contratos individuales y 88% áreas bajo contratos colectivos. Estos bosques están conservando un total de 194,8 millones de toneladas (o Mg) de carbono (Cuadro 74).

Cuadro 74. Área de bosque conservado por el Programa Socio Bosque y carbono total almacenado y conservado al 2013

	Individual	Colectivo	Total
<b>Superficie (ha)</b>			
Dentro de uno de los 9 estratos	98.429,7	897.571,4	996.001,1
Fuera de uno de los 9 estratos	51.521,8	182.751,0	234.272,8
Total predios en conservación	149.951,5	1.080.322,4	1.230.273,9
<b>Carbono</b>			
Total generado por el mapa de carbono (1000 Mg)	11.909.990,1	146.842.687,6	158.752.677,7
Carbono relativo (Mg ha <sup>-1</sup> )	121,0	163,6	
Carbono en los predios fuera del mapa*	6.234.139,0	29.898.062,0	36.132.201,0
<b>Total carbono almacenado</b>			<b>194.884.878,6</b>

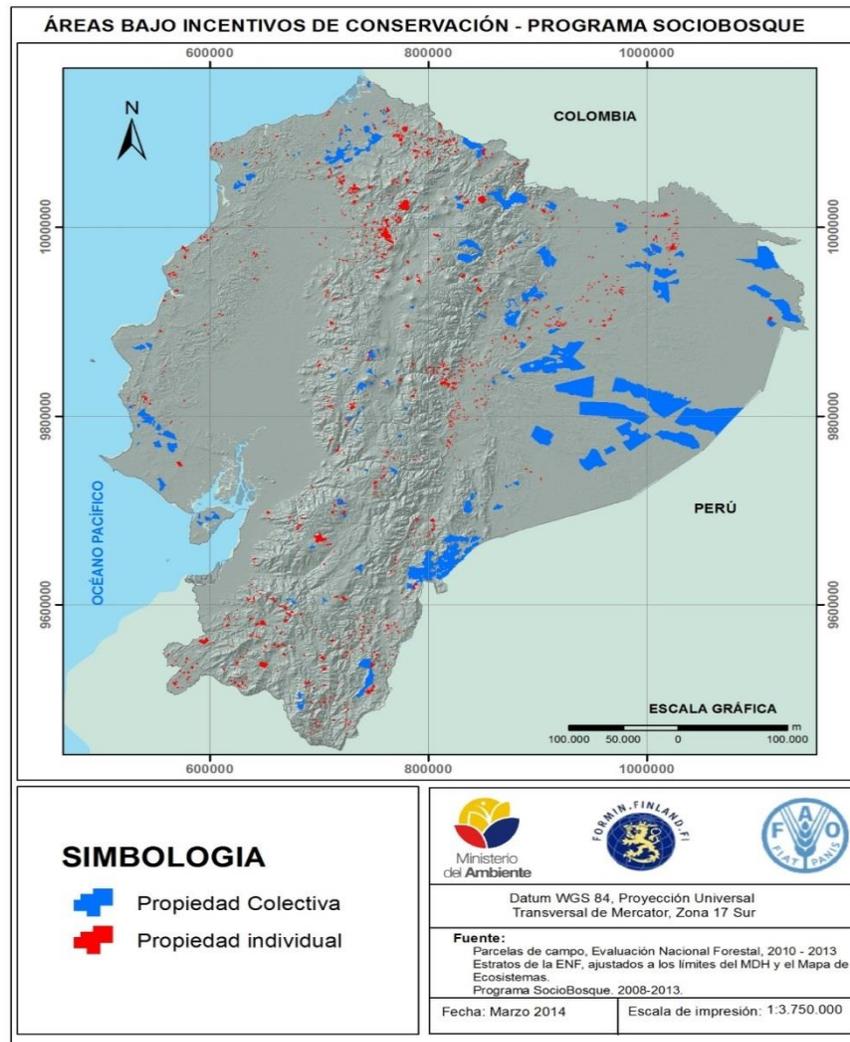
\*Esta estimación es el resultado de multiplicar el valor de carbono relativo por hectárea generado por el mapa de carbono, por el área de bosque conservadas.

Del total de carbono conservado, 9% era conservado bajo la modalidad de contratos individuales y 91% bajo la modalidad de contratos colectivos. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el mapa de las áreas bajo incentivos de conservación de bosques de Programa e indica de manera espacial como donde Socio Bosque está concentrando sus esfuerzos y donde es que se está conservando la mayor cantidad de carbono gracias a dicho programa.

### 5.3.2.4. Potencial de reducción de emisiones por restauración pasiva

Los escenarios de línea de base desarrollados para estimar el potencial de mitigación del incentivo de restauración pasiva del programa Socio Bosque, dan como resultado que las 8859 ha de bosques que se podrían integrar al programa entre 2013 y 2017 podrían generar 1,59 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al final de 20 años de contrato, las cuales, aplicando un descuento de 30% que no se contabilizarían como reducciones reales, servirían para mitigar pérdidas por fugas o por la no permanencia de los bosques restaurados debido a riesgos naturales o humanos, daría como resultado, un total de 1,15 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Todo esto, distribuido en 5 tipos de bosques (Cuadro 75).

Figura 46. Mapa de áreas de bosque bajo incentivos de conservación, Programa Socio Bosque, 2013.



El estado del mercado de carbono del 2013, reporta que la tonelada de reducciones de CO<sub>2</sub> transada para proyectos de reforestación fue de promedio de \$5,7 por tonelada (Forest Trends, 2013), la cual daría un valor total a las reducciones generadas por Socio Bosque por restauración pasiva de \$6,3 millones, luego de 20 años de contrato.

Cuadro 75. Potencial de reducción de emisiones (Mg CO<sub>2</sub>) por el Programa Socio Bosque debidas al incentivo restauración pasiva

Año	Total reducción de emisiones escenario línea de base	Total reducción de emisiones en escenario de restauración					Total reducciones todos los tipos de bosque	Total reducciones netas (escenario restauración- línea de base)	
		Bosque seco Pluvioestacional	Bosque seco andino	Bosque Ceja Andina	Bosque Andino Pie de Monte	Bosque Andino Montano		Total neto	Acumulado anual
2013	12.999,4	437,5	481,4	1.944,8	3.136,2	7.267,3	13.267,3	268,0	268,0
2014	25.998,7	2.780,7	3.059,7	6.205,2	10.006,4	23.187,2	45.239,1	19.240,4	18.972,5
2015	38.998,1	7.029,4	7.734,7	12.781,1	20.610,5	47.759,7	95.915,4	56.917,4	37.677,0
2016	51.997,4	13.455,5	14.506,6	21.672,5	34.948,7	80.984,7	165.568,0	113.570,6	56.653,2
2017	64.996,8	21.515,5	23.375,3	32.879,4	53.020,8	122.862,3	253.653,4	188.656,6	75.086,0
2018	77.996,1	36.818,0	37.721,5	45.343,4	73.119,9	169.437,0	362.439,8	284.443,7	95.787,0
2019	90.995,5	49.856,0	52.067,6	57.807,3	93.219,0	216.011,7	468.961,7	377.966,2	93.522,6
2020	103.994,8	62.894,0	66.413,8	70.271,2	113.318,2	262.586,3	575.483,6	471.488,8	93.522,6
2021	116.994,2	75.932,1	80.760,0	82.735,2	133.417,3	309.161,0	682.005,5	565.011,4	93.522,6
2022	129.993,5	88.970,1	95.106,2	95.199,1	153.516,4	355.735,7	788.527,4	658.533,9	93.522,6
2023	142.992,9	102.008,1	109.452,3	107.663,0	173.615,5	402.310,4	895.049,3	752.056,5	93.522,6
2024	155.992,2	115.046,1	123.798,5	120.127,0	193.714,7	448.885,0	1.001.571,2	845.579,0	93.522,6
2025	168.991,6	128.084,1	138.144,7	132.590,9	213.813,8	495.459,7	1.108.093,2	939.101,6	93.522,6
2026	181.990,9	141.122,1	152.490,8	145.054,8	233.912,9	542.034,4	1.214.615,1	1.032.624,2	93.522,6
2027	194.990,3	154.160,1	166.837,0	157.518,8	254.012,0	588.609,0	1.321.137,0	1.126.146,7	93.522,6
2028	207.989,6	167.198,1	181.183,2	169.982,7	274.111,2	635.183,7	1.427.658,9	1.219.669,3	93.522,6
2029	220.989,0	180.236,1	195.529,4	182.446,6	294.210,3	681.758,4	1.534.180,8	1.313.191,9	93.522,6
2030	233.988,3	193.274,2	209.875,5	194.910,6	314.309,4	728.333,0	1.640.702,7	1.406.714,4	93.522,6
2031	246.987,7	206.312,2	224.221,7	207.374,5	334.408,6	774.907,7	1.747.224,6	1.500.237,0	93.522,6
2032	259.987,0	219.350,2	238.567,9	219.838,4	354.507,7	821.482,4	1.853.746,5	1.593.759,5	93.522,6
								<b>Total</b>	<b>1.593.759,5</b>
<b>30% descuento por fugas y permanencia</b>									<b>478.127,9</b>
<b>Total menos descuento</b>									<b>1.115.631,7</b>

Se debe recordar, que el potencial de mitigación, puede variar dependiendo del tipo de bosque según la clasificación de la ENF, a las actividades de manejo en campo y según la metodología utilizada para realizar la contabilidad de la reducción de emisiones. Por ejemplo, durante el desarrollo de estos escenarios se han utilizado varios factores de emisión globales, habrá que realizar investigación para poder obtener factores de emisión para el Ecuador.

#### 5.3.2.5. Potencial de reducción de emisiones por manejo forestal

Por su parte, los escenarios de reducción de emisiones de manejo forestal tradicional versus manejo forestal sostenible (en los bosques en recuperación. Ver (Cuadro 76).

Cuadro 76), indican que si bien los dos sistemas de manejo emitirían CO<sub>2</sub> a la atmósfera, el manejo forestal sostenible (MFS) emitiría menos que el manejo forestal tradicional (MT). Durante el primer año de aprovechamiento, hipotéticamente el 2014, el MFS en bosque emitiría 31,5 Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> mientras que bajo MT emitiría -47,6 Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, luego de la cosecha y dejando el bosque recuperar por 15 años, la remoción de CO<sub>2</sub> sería de 38,1 Mg ha<sup>-1</sup>. La misma tendencia se observa en el bosque húmedo y en el bosque andino, encontrándose que el bosque húmedo podría remover 33,5 Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup> y el bosque andino 13,9 a 15 años de encontrarse el bosque en recuperación.

El estado del mercado de carbono del 2013, reporta que la tonelada de reducciones de CO<sub>2</sub> transada para proyectos manejo forestal sostenible fue en promedio de \$7,3 por tonelada (Forest Trends, 2013), la cual daría un valor total a las reducciones generadas por Socio Bosque debido a manejo forestal sostenible de \$450,3 para una hectárea de bosque seco, \$591,5 para una hectárea de bosque húmedo y de \$130 para bosques andinos luego de 15 años de mantener los bosques en recuperación. Ver (Cuadro 76).

Cuadro 76. Reducción de emisiones (Mg CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>) generadas manejo forestal tradicional y por el incentivo manejo forestal sostenible de Socio Bosque (- = emisiones, + = remociones)

Año	Bose seco				Bosque húmedo				Bosque andino			
	Manejo tradic. (MT)	Manejo Forestal Sostenible (MFS)	Netas (MFS -MT)	Anual	Manejo tradic. (MT)	Manejo Forestal Sostenible (MFS)	Netas (MFS -MT)	Anual	Manejo tradic. (MT)	Manejo Forestal Sostenible (MFS)	Netas (MFS -MT)	Anual
2014	-47,6	-31,5	16,0	16,0	-198,6	-202,3	-3,7	-3,7	-159,3	-175,8	-16,4	-16,4
2015	-44,8	-27,4	17,4	1,4	-197,6	-199,2	-1,5	2,2	-155,0	-169,1	-14,0	2,4
2016	-42,0	-23,2	18,8	1,4	-196,8	-196,1	0,7	2,2	-150,8	-162,4	-11,6	2,4
2017	-39,3	-19,0	20,3	1,4	-196,0	-193,0	2,9	2,2	-146,6	-155,8	-9,1	2,5
2018	-36,5	-14,8	21,7	1,4	-195,2	-190,0	5,2	2,3	-142,5	-149,1	-6,6	2,5
2019	-33,8	-10,7	23,1	1,4	-194,6	-187,1	7,5	2,3	-138,4	-142,5	-4,1	2,5
2020	-31,1	-6,5	24,6	1,4	-194,0	-184,1	9,9	2,4	-134,4	-136,0	-1,6	2,6
2021	-28,4	-2,4	26,0	1,5	-193,6	-181,2	12,3	2,4	-130,4	-129,4	1,0	2,6
2022	-25,8	1,7	27,5	1,5	-193,2	-178,4	14,8	2,5	-126,5	-122,9	3,6	2,6
2023	-23,2	5,8	29,0	1,5	-192,9	-175,6	17,3	2,5	-122,7	-116,4	6,3	2,6
2024	-20,6	9,9	30,5	1,5	-192,8	-172,9	19,9	2,6	-118,9	-109,9	9,0	2,7
2025	-18,0	14,0	32,0	1,5	-192,7	-170,2	22,5	2,6	-115,2	-103,5	11,7	2,7
2026	-15,4	18,0	33,5	1,5	-192,7	-167,6	25,2	2,7	-111,6	-97,1	14,5	2,8
2027	-12,9	22,1	35,0	1,5	-192,9	-165,0	27,9	2,7	-108,0	-90,8	17,2	2,8
2028	-10,4	26,1	36,5	1,5	-193,2	-162,5	30,7	2,8	-104,5	-85,4	19,1	1,9
2029	-8,0	30,1	38,1	1,6	-193,6	-160,1	33,5	2,8	-101,1	-87,2	13,9	-5,2
			<b>Total</b>	<b>38,1</b>			<b>Total</b>	<b>33,5</b>			<b>Total</b>	<b>13,9</b>

### 5.3.2.6. Reflexiones sobre la inserción de actividades de mitigación al cambio climático dentro Programa de Socio Bosque

Los incentivos de conservación de bosques, restauración pasiva y el incentivo para el manejo forestal sostenible de Socio Bosque, poseen un alto potencial de generar reducciones concretas de emisiones de CO<sub>2</sub> en el corto plazo y mediano plazo. Esto representa una oportunidad importante para el país para lograr sus metas nacionales de mitigación, sin embargo para que esta oportunidad sea una realidad, es necesario seguir un proceso que permita tomar decisiones técnicas y administrativas. Estas decisiones irían orientadas a analizar si Socio Bosque debe insertarse dentro de mecanismos de mitigación regidos ya sea por las políticas internacionales y nacionales, o mediante mercados voluntarios si existiera esta opción.

A nivel técnico, la primera decisión a tomar está relacionada a la inserción o no del Programa dentro de la estrategia nacional REDD+. Actualmente, el Ecuador se encuentra participando bajo la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) en la construcción de la política REDD+: reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal; además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock (reservas) de carbono de los bosques en los países en desarrollo. Socio Bosque podría insertarse en cualquier de estas actividades. El Ecuador ya se encuentra desarrollando una normativa para REDD+, por lo que será necesario evaluar el impacto de esta normativa sobre Socio Bosque, en el caso de que Socio Bosque decida generar reducción de emisiones bajo el marco de REDD+. Actualmente se cuentan con normativas que regirán los mecanismos de consulta y de registro o contabilidad de las actividades REDD+ (para más detalles consultar los acuerdos ministeriales 33, 128 y 103).

Si bien el Programa Socio Bosque ha realizado un esfuerzo por tratar de establecer contratos de conservación en áreas críticas o amenazada por deforestación, para poder realmente determinar si se han reducido emisiones debidas a deforestación, tendrán que realizarse una serie de análisis

técnicos que sigan los principios de la CMNUCC y acoplarse además a las políticas nacionales del Ecuador. Si bien esta discusión ya se encuentra en sus inicios, urge formalizar esta discusión de manera sistemática y haciendo análisis detallado en varios temas.

Otros de los temas que deberán ser estudiados, está el tema del tipo de actividades REDD+ a realizar y la escala. Como es sabido, el Programa Socio Bosque tiene la oportunidad de generar reducciones de emisiones al reducir deforestación, reducir degradación de bosques, mejorar las reservas de carbono, conservar carbono y realizar medidas de manejo forestal sostenible. Así que, parte de las decisiones serán analizar si es posible para Socio Bosque insertarse en cada una de estas actividades, siguiendo las directrices de la normativa del Ecuador y de la CMNUCC para REDD+. Además, si bien REDD+ se enfoca en la reducción de emisiones por deforestación, también incluye la conservación de los bosques, sin embargo, aún no está claro cómo se podrá proveer de financiamiento para la conservación de carbono en bosques, cuando estos no están amenazados por deforestación.

En cuanto al tema de la escala, si bien Socio Bosque es un programa de acción nacional, a nivel de actividades en campo (contratos individuales y colectivos), podría ser visto como una actividad sub-nacional REDD+ o de proyecto. En este sentido, habrá que evaluar si el Programa se inserta dentro de la contabilidad de emisiones a nivel nacional o niveles de referencia para REDD+ o si más bien se deberá de tratar como un proyecto o proyectos separados con sus propios niveles de referencia.

Otro tema a analizar dentro del tema de inserción de Socio Bosque dentro de la estrategia nacional REDD+, sería el tema de salvaguardas ambientales, sociales y el tema de distribución de beneficios. Socio Bosque ha generado una serie de experiencias no solo sobre conservación y restauración y manejo de bosques, pero también de experiencias relacionadas a los beneficios que estas prácticas pueden generar para la conservación de la biodiversidad, agua y sociales a nivel familiar y comunitario.

Relacionado con MRV ya sea para acciones internas de Socio Bosque o para el mecanismo REDD+ a nivel nacional, la contabilidad fiable, transparente y conservadora de la reducción de emisiones generadas por Socio Bosque, será un elemento que deberá ser incluido dentro de la estructura del Programa. Socio Bosque además, ha generado experiencia importante en cuanto a capacitación de personal local para la implementación de actividades de monitoreo, lo cual será de gran importancia para REDD+. El monitoreo comunitario brinda una oportunidad para insertar la participación local en sistemas de monitoreo, reporte y verificación (MRV) que forma parte de una estrategia REDD+.

El Programa Socio Bosque decide involucrarse de lleno en medir la mitigación al cambio climático que logren sus actividades, tendrá que estimar sus emisiones, para esto tendrá que seguir ajustar sus actividades ya sea bajo la normativa nacional REDD+, bajo mecanismos de desarrollo limpio de protocolo de Kioto o bajo estándares de los mercados voluntarios internacionales de carbono. Esto implicaría analizar el potencial de captar fondos mediante proyectos de mecanismo de desarrollo limpio MDL (parte del protocolo de Kioto para reforestación) o bajo modalidad de compensación de emisiones como el mecanismo REDD+ o bajo estándares incentivan los mercados voluntarios internacionales de carbono, de los cuales ya existen algunas experiencias en el Ecuador.

El programa Socio Bosque posee un alto potencial de mitigación al cambio climático, lo cual ha quedado demostrado con la estimación de las reservas de carbono conservadas a la fecha y con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> que se podrán generar mediante restauración pasiva y manejo forestal sostenible en el corto y mediano plazo. Sin embargo para que estas emisiones sean contabilizadas como reales, el programa deberá de tomar una serie de decisiones técnicas y realizar ajustes administrativos.

En este sentido, se recomienda formalizar un proceso que analice la factibilidad de insertar a Socio Bosque dentro de la estrategia nacional REDD+ del Ecuador, incluyendo el impacto de la normativa REDD+ en el programa. Este análisis conllevaría a evaluar las oportunidades que brinden los actuales estándares para proyectos de carbono bajo mercados voluntarios y MDL. Estas conversaciones ya se

han iniciado con la Sub Secretaría de Cambio Climático, pero sería oportuno elaborar un plan que lidere este análisis. Además, será importante analizar las implicancias para Socio Bosque de insertar sus incentivos de conservación dentro de acciones de mitigación, pues esto conllevaría a evaluar las capacidades internas, realizar análisis financieros y análisis legales, y evaluar los posibles impactos ambientales y sociales de estas acciones.

De concluirse que el insertar los incentivos del Programa Socio Bosque a acciones de mitigación es algo factible, el siguiente paso sería el desarrollo de adecuación de protocolos de monitoreo, reporte y verificación (MRV) de la reducción de emisiones, capacitar al personal para que logre mejorar sus capacidades en este tema e iniciar un proceso de información y consulta con las comunidades beneficiarias. En lo referente a MRV, será importante analizar cómo funcionaría el trabajo conjunto de un MRV para Socio Bosque con el MRV para REDD+ dentro de la estrategia nacional.

Finalmente, la generación de factores de emisión a escalas locales, sobre todo relacionadas al crecimiento de bosques bajo restauración pasiva y bajo manejo forestal sostenible, serán una necesidad que debe llenar en el corto plazo.

#### 5.4. Escenarios de muestreo

Para el cálculo de los escenarios de muestreo futuro se tomaron en cuenta la incertidumbre obtenidas para la suma del C en los sumideros árboles vivos, árboles muertos en pie, tocones y raíces en cada estrato (Cuadro 49). Estos sumideros contaban con la información completa en todas las subparcelas. Los sumideros madera caída, sotobosque y hojarasca no fueron utilizados para este cálculo porque no tenían la información completa, y por consiguiente su incorporación hubiera aumentado mucho los errores de muestreo (esto hubiera afectado directamente las incertidumbres). El cálculo del tamaño de muestra realizado anteriormente supone un plan de muestreo aleatorio sistemático dentro de cada estrato.

Otros componentes de la estimación del tamaño de muestra por cada estrato son su tamaño, los costos de relevamiento de información y las varianzas. En el caso del INF de Ecuador los costos por conglomerado (Cuadro 49) no fueron muy diferentes, por consiguiente incorporar esta información no afecta mucho los tamaños de muestra. El estrato con más desviación estándar estimada fue el 5. Este es sin duda el estrato donde hay que poner mayor esfuerzo en mejorar las evaluaciones futuras.

Cuadro 77. Distribución de unidades muestrales y costos por conglomerado para cada estrato del primer inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Tamaño del estrato (ha)	Tamaño del conglomerado (ha)	Cantidad de conglomerados totales	D.E.	Costos de muestro por conglomerado
1	162962,91	13,69	11904	20,47	1257
2	399322,53	13,69	29169	17,4	1257
3	1888674,12	13,69	137960	46,28	1310
4	1079697,24	7,29	148107	80,15	1357
5	502770,24	7,29	68967	68,89	1320
6	6293513,34	13,69	459716	56,24	1400
7	465706,17	13,69	34018	28,39	1400
8	104572,17	6,21	16839	29,84	1500
9	466068,87	6,21	75051	34,23	1500
Total	11363287,6		981731		

Por otra parte, al haberse realizado modificaciones en la definición de cada estrato y reasignado algunas subparcelas de un estrato a otro, no es conveniente usar las fórmulas de cálculo del tamaño maestral bajo un muestreo estratificado. Además, se quiere asegurar que para cada estrato se

alcance con el nuevo muestreo el 10% de incertidumbre; por este motivo es que los cálculos del tamaño muestral se realizaron para cada estrato por separado.

El muestreo realizado en el INF no siguió estrictamente un plan de muestreo sistemático. Se recomienda poner especial atención en la distribución sistemática de los puntos de muestreo (conglomerados) en la siguiente evaluación. El muestreo sistemático se realiza generalmente siguiendo una grilla superpuesta en el mapa de cada estrato, y se toma un conglomerado por cada punto de la grilla. Las dimensiones de esta grilla dependen del tamaño del estrato y de su variación en este caso en el contenido de C. Por ejemplo, en el inventario forestal nacional de México estas grillas son de 20 x 20 km, 10 x 10 km y 5 x 5 km dependiendo del estrato. Estas dimensiones hacen que estas grillas estén anidadas unas dentro de otras, haciendo más fáciles las extrapolaciones de la información no solo para las variables de interés del INF sino de aquellas asociadas a otras investigaciones.

A partir de los tamaños de muestra obtenidos por estrato para alcanzar el 10% de incertidumbre se estimó la cantidad de puntos por estrato para cada uno de los tamaños de grilla (Cuadro 50). Luego, se seleccionó el tamaño de grilla que se aproximaba más a los tamaños muestrales requeridos por cada estrato. En la última columna del Cuadro 50 se sugiere la grilla para cada estrato.

Cuadro 78. Numero de conglomerados necesarios por estrato para los distintos escenarios de muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Tamaño de la grilla			Incertidumbre	Actual	Recomendado	Grilla Recomendada
	5x5	10x10	20x20				
1	72	20	6	120	41	72	5x5
2	148	44	11	116	54	148	5x5
3	719	170	44	151	154	170	10x10
4	425	103	26	88	84	103	10x10
5	200	50	13	336	60	200	5x5
6	2538	624	144	61	174	144	20x20 y 40x40
7	186	47	12	66	87	192	5x5
8	41	8	2	85	30	82	5 x 2.5
9	172	45	13	108	27	110	5x5
Total				1131	711	1221	

En el Estrato 1, teniendo en cuenta que es uno de los de menos tamaño y por lo tanto no aporta tanto al cálculo del C total como los otros, se sugiere una grilla de 5 x 5 km, dando como resultados una cantidad por debajo de lo requerido para la incertidumbre. Para el Estrato 2 se sugiere algo más de lo recomendado para alcanzar la incertidumbre debido a que es un paisaje más fragmentado y podrían no encontrarse el uso bosque en todos los puntos definidos por la grilla de 5 x 5. En los Estratos 3 y 4, con una grilla de 10 x 10 se tiene un poco más del 10% de los conglomerados necesarios, pero este es un porcentaje razonable de puntos que no puedan evaluarse por no ser uso bosque o por accesibilidad.

En el Estrato 5, debido a su alta variabilidad, el número de puntos bajo la grilla de 5 x 5 no es suficiente para llegar al requerimiento de incertidumbre. Sin embargo para este estrato se puede mejorar las evaluaciones de manera de disminuir su varianza y así estar cerca de los requerimientos de incertidumbre. Además, su tamaño es pequeño por lo que representa menos del 5% de la superficie de bosque del Ecuador, por lo que no tiene gran importancia en la estimación del total del C en el inventario nacional.

El Estrato 6 es el más importante por su tamaño y cantidad de C. En el primer muestreo se hicieron 174 parcelas, y con una grilla de 20 x 20 de logran 144 puntos, lo cual excede lo requerido para

alcanzar la incertidumbre (61). Sin embargo, teniendo en cuenta este es el estrato que más aporta a la cantidad de C tanto por su tamaño como por su biomasa acumulada, se sugiere seguir la grilla de 20 x 20 y en casos de poca accesibilidad, bajar a 40 x 40 km (20 x 20 también esta anidada en 40 x 40).

En el Estrato 7, de acuerdo a la incertidumbre harían falta solo 66 conglomerados, algo menos de los 87 que se realizaron en el primer muestreo. Sin embargo, con la grilla de 10 x 10 solo se logran 39. Por este motivo se recomienda la grilla de 5 x 5, que si bien representa un total de 192 conglomerados, muchos de ellos no podrán ser evaluados por problemas de acceso o por cuestiones de seguridad.

Par el caso del Estrato 8, los manglares en el norte del país aparecen como una franja costera que en muchos casos no llega a los 5 km de ancho. Por este motivo, se recomienda seguir una grilla de 5 x 2,5 (la grilla de 5 x 2,5 esta anidada en la de 5 x 5). En el Estrato 9 con una grilla de 5 x 5 se supera lo requerido por incertidumbre. No obstante los conglomerados de este estrato son muy difícil de evaluar debido a que gran parte está bajo el agua, y además está muy fragmentado en el sur por lo que se pueden encontrar varios puntos sin uso bosque. La cantidad recomendada de 1221 conglomerados incluye alrededor de un 10% de puntos de más, es decir ya contempla el hecho de que algunos conglomerados no podrán ser evaluados por distintas razones operativas.

Debido a que el primer muestreo no siguió estrictamente un plan de muestreo sistemático, al realizar el segundo muestreo, ahora si bajo un plan sistemático, no habrá coincidencia entre las posiciones de las parcelas evaluadas anteriormente y los puntos de la nueva grilla que se medirán a futuro. Esto implica un problema a la hora de realizar las comparaciones de las dos mediciones sucesivas. Para solucionar en parte este problema se sugiere tomar como punto de origen (0,0) de la nueva grilla a aquel que produzca una menor distancia entre las parcelas del primer muestreo y las parcelas de la grilla para mediciones futuras.

Utilizando la información del C acumulado en los sumideros con información completa, se realizó un análisis de componentes de varianza (Cuadro 51). A partir de este análisis se puede determinar que la variación promedio de las parcelas dentro de un conglomerado es similar a la varianza entre conglomerados de un estrato, y sugiere que no sería necesario evaluar las tres subparcelas dentro de un conglomerado.

Cuadro 79. Componentes de varianza por estrato para conglomerados y subparcelas dentro de conglomerados en el primer muestreo del inventario nacional forestal del Ecuador

Estrato	Conglomerado	Parcela
1	16.42	14.93
2	13.75	14.94
3	43.51	69.01
4	24.50	49.88
5	70.46	47.71
6	37.77	50.96
7	21.17	24.08
8	22.84	30.30
9	24.26	30.45

Esto tiene implicancias económicas, ya que el esfuerzo de evaluar las subparcelas no trae beneficios a la hora del cálculo de las incertidumbres (porque los errores estándar usan el número de conglomerados, no de las subparcelas). Una de las posibles causas de este comportamiento es el hecho de que las subparcelas están muy distanciadas entre sí, por lo tanto lo que se está evaluando a nivel de variabilidad dentro de un conglomerado es información independiente.

Uno de los escenarios posibles entonces es seguir tomando la información como hasta ahora, pero debido al aumento de la cantidad de conglomerados necesarios para alcanzar la incertidumbre, puede ser no viable económicamente. Así, una posibilidad es disminuir a 1 parcela por cada conglomerado, y tomar conglomerados de 1 ha que facilitan los cálculos y la interpretación futura.

### **5.5. Consideraciones para la toma de decisiones**

Se presentan en esta sección algunas reflexiones sobre los aspectos que se considera deben de ser discutidos en diversas instancias gubernamentales, así como en instituciones, organizaciones no gubernamentales y del sector privado que de una u otra forma tienen fuertes intereses en la gestión de los bosques y sus recursos. Todo esto a la luz de los resultados de este primer ejercicio de Evaluación Nacional Forestal (ENF).

No corresponde a los encargados de hacer esta primera lectura de datos de la ENF, hacer planteamientos concretos de políticas o de ajustes legales, sino más bien dejar indicados los principales temas de discusión o aspectos que ameritan el análisis de las políticas y normativas actualmente vigentes. Conviene recordar que las prioridades principales definidas para la ENF fueron:

- Proporcionar información actualizada y sólida para mejorar la toma de decisiones y el desarrollo de las políticas relacionadas con el manejo forestal sostenible en el país.
- Responder a los requerimientos para acceder a los mercados internacionales de carbono bajo el mecanismo REDD+.

La revisión de resultados de este primer esfuerzo de ENF, debe llevar a las instituciones y actores involucrados al análisis sobre el balance de prioridades de las futuras ENF, para definir su enfoque y variables principales en temas como:

- Reservas y flujos de carbono en bosques y acciones de mitigación como la estrategia nacional REDD+.
- Deforestación: monitoreo, control, reducción, zonificación.
- Restauración: monitoreo de programas específicos por zonas.
- Biodiversidad: cuantificación, zonificación, valoración.
- Desarrollo forestal: definición de zonas para manejo, seguimiento de estrategias de manejo sostenible, monitoreo de plantaciones forestales con fines productivos y de restauración; monitoreo del efecto de estrategias para la promoción de la actividad forestal en aspectos como extensión del bosque y su estado.
- Impacto social de las políticas y acciones de conservación y de desarrollo forestal. Estado de las comunidades vinculadas al bosque. Monitoreo de la relación entre grupos humanos y bosques.
- Valoración de SE: monitoreo vinculado a estrategias para gestión de los servicios, zonificación de zonas críticas de provisión o de utilización de los mismos.

El grado de relevancia que se le asigne a cada uno de estos temas puede incidir en el diseño del ENF y su estratificación, así como en la definición de esfuerzos adicionales de monitoreo que idealmente deben complementarse desde su diseño, con la estrategia de obtención de datos de la ENF.

En las reflexiones siguientes se encontrarán diversidad de elementos que permiten visualizar el rol fundamental que debe de jugar el recurso forestal en el marco del Plan Nacional del Buen Vivir, y que aquí se vinculan con la orientación de los procesos de monitoreo forestal. Se mencionan a continuación algunos ejemplos en relación con los objetivos del Plan:

- Construcción del poder popular: al identificar las zonas con potencial forestal, lo mismo que los espacios de restauración, surge la oportunidad de desarrollar iniciativas locales o comunitarias de desarrollo empresarial, pero además de que las comunidades administren

sus bosques y sus territorios y sean las garantes de la gestión sostenible de sus servicios ecosistémicos.

- Inclusión y equidad social y territorial: al favorecer las opciones de manejo de recursos forestales para su incorporación en la matriz productiva se generan alternativas de desarrollo para comunidades rurales, indígenas y en zonas remotas.
- Mejorar calidad de vida: el desarrollo de estrategias debidamente planificadas y ordenadas territorialmente para el aprovechamiento sostenible de bienes y para la gestión y aprovechamiento de servicios de los bosques, se crean capacidades, opciones productivas y se garantiza el aporte de los servicios ecosistémicos al bienestar.
- Capacidades y potencialidades de la ciudadanía: toda la estrategia de desarrollo forestal y de gestión sostenible de los servicios requiere el desarrollo de capacidades de manejo de bosques, de desarrollo de modelos productivos, de organización y administración, de investigación.
- Sistema económico solidario, trabajo digno: el sector forestal puede y debe crear empleos justamente retribuidos y diversificar las opciones productivas en zonas principalmente rurales.
- Transformación de la matriz productiva: los bosques deben contribuir con la diversificación de actividades productivas ligadas al aprovechamiento de bienes renovables y sostenibles que a su vez permiten dar valor al bosque para garantizar su conservación, contribuir a almacenamiento de carbono en forma de productos durables y generan una cadena de valor y actividades conexas. Similarmente el ordenamiento en torno a los servicios ecosistémicos de los bosques debe promover el desarrollo de actividades económicas como turismo, gestión del recurso hídrico, generación de energía (hidroeléctrica o a partir de biomasa) y otros.
- Inserción estratégica en el mundo: con una gestión responsable del recurso forestal se amplían las posibilidades de hacer negocios con bienes forestales, a la vez que el país cumple con diversas convenciones internacionales.
- Derechos de la naturaleza; sostenibilidad ambiental, territorial y global. La relación del presente informe con este objetivo del Plan Nacional del Buen vivir, es la más evidente. La acción misma de la ENF es una contribución directa al conocimiento, valoración y aporte de criterios de manejo del patrimonio natural. Se mencionan en los capítulos siguientes elementos relevantes para la gestión sostenible de los bosques, la construcción de una gobernanza forestal, la promoción del bioconocimiento y bioseguridad, la gestión del patrimonio hídrico, de energías renovables; elementos para promover una producción forestal que debe estar vinculada a un consumo consciente de recursos forestales renovables. Todo lo anterior constituye de diversas formas parte de las estrategias nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático.

#### *5.5.1. Diseño un sistema de monitoreo forestal permanente*

La gestión adecuada de los bosques y sus recursos, tanto para efectos de conservar la biodiversidad que estos incluyen, su funcionalidad y los servicios que de esta se derivan, como también para incorporar el recurso forestal en las estrategias de desarrollo económico, conlleva entre sus elementos básicos: el contar con información adecuada y oportuna para la toma de decisiones, el que algunas variables clave de esta información sean monitoreadas en el tiempo y espacio para tener conocimiento de su evolución y de eventuales impactos de las decisiones implementadas, y realizar una planificación periódica y permanente de las acciones en torno a los ecosistemas forestales y sus recursos, tanto a escala nacional como de diversos componentes regionales y locales.

En el caso de los ecosistemas forestales es de relevancia, más que muchos otros usos de la tierra, estos requieren de una gran atención por parte del estado y de gran rigurosidad en términos de la planificación estratégica que oriente su gestión. Esta relevancia se debe a sus condiciones particulares de extensión, de ubicación, de vínculo con grupos étnicos específicos, de una usualmente mínima vinculación con actividades económicas de mercado; de relevancia e interés público, tanto por los servicios que brindan a la sociedad como por la sensibilidad creciente de diversos grupos sociales en torno a su administración, a sus condiciones de tenencia ya sea plenamente como propiedad del estado, o como tierras comúnmente sometidas a diversos tipos de restricciones o gravámenes.

La información para la toma de decisiones, en términos de definición de políticas, normas y planificación de acciones sobre los ecosistemas forestales y sus recursos, debe incluir la recolección de datos de significado local, regional y nacional, tanto en materia de composición de estos ecosistemas, como de estado de su funcionalidad ecológica, de su potencial de generación de bienes y servicios, y de aprovechamiento en términos sociales y económicos. La evaluación forestal nacional, como diagnóstico de situación del recurso a escala nacional, que se hace periódicamente, puede constituir un eslabón fundamental de una estrategia para la generación y análisis periódico de información estratégica.

El Ecuador debe por lo tanto definir su estrategia particular para garantizar el seguimiento en el corto, mediano y largo plazo, de los procesos de monitoreo forestal mínimos para orientar tanto las políticas como las decisiones de diversos grupos sociales interesados. Al momento de realizarse el presente Diagnóstico, el gobierno Ecuatoriano está en proceso de implementar una instancia permanente para el monitoreo Forestal, y de este primer ejercicio de ENF surgen algunas consideraciones que en la definición y en la actuación de esta instancia deberían ser tomadas en cuenta.

#### *5.5.2. La Evaluación Nacional Forestal a futuro*

Para poder definir el aporte particular y esencial de la ENF, en el contexto de una estrategia integral de monitoreo, es fundamental clarificar sus objetivos. La ENF, por su escala, tiene limitaciones en cuanto a la precisión con la que resulte viable medir muchas variables, de ahí que sus objetivos deben relacionarse con la definición de políticas y estrategias generales, incluida la determinación de prioridades locales de esfuerzos de medición más detallados.

Los objetivos a futuro de la ENF, deben identificarse tomando en cuenta al menos categorías de información como las referentes a:

- Conocimiento y conservación de ecosistemas y su biodiversidad: en este aspecto es de interés la caracterización de zonas más biodiversas, el monitoreo de zonas de alto valor de conservación; la definición de zonas frágiles o en riesgo, el impacto de las acciones humanas sobre la biodiversidad, entre otros.
- Aprovechamiento y manejo sostenible de ecosistemas forestales y sus recursos: al respecto nos interesa entender, por ejemplo, sobre los bosques con mayor potencial maderero, o con restricciones para el mismo; o sobre bosques con mayor potencial para la producción de productos no maderables. También puede ser de interés contar con datos siempre actualizados sobre la proporción de áreas bajo aprovechamiento forestal, en sus diversas condiciones.
- Aprovechamiento y gestión sostenible de servicios ecosistémicos: sobre esto puede interesarnos definir y monitorear áreas clave para la generación del recurso hídrico, para la conservación o para la restauración de ecosistemas, para el turismo, para la conservación de suelos o para la mitigación de desastres; también puede interesarnos el análisis sobre funcionalidad de paisajes.

- Definición de políticas sobre uso del suelo: la información del ENF debería orientar políticas de ordenamiento territorial y de priorización de zonas para evitar o contrarrestar la deforestación;
- Cambio climático: uno de los aspectos clave de la ENF puede ser el inventario periódico de existencias de carbono, vinculadas a variables como el aumento en cobertura o en deforestación, que a su vez reflejan el resultado de esfuerzos en mitigación; adicionalmente diferentes tipos de inventario forestal pueden evidenciar los impactos del cambio climático. El tema de adaptación al cambio climático de los ecosistemas forestales o el rol de los bosques en la adaptación, también deben ser considerados.
- Aporte de los bosques a la economía: que conlleva la identificación de zonas bajo aprovechamiento o manejo, así como de ser posible la estimación del impacto económico y social de tales actividades.

Las entidades a cargo del monitoreo forestal en el país deben procurar una mejora en los procedimientos que garanticen la disponibilidad de información básica para alimentar los procesos de definición de estratos de medición, así como los procesos de análisis de resultados. Debe revisarse si los datos de diversidad de especies generados por la presente ENF tienen tendencias coherentes con las expectativas de quienes han trabajado previamente en la caracterización de la biodiversidad del país y quienes han definido las zonas con alto valor de conservación. Al respecto, la instancia de monitoreo forestal podría ser el ente encargado de garantizar y coordinar tales espacios de discusión, para que de los mismos se obtengan eventuales criterios de ajuste tanto a las futuras ENF como a la definición de zonas.

El presente esfuerzo de ENF evidencia la necesidad de fortalecer los procesos de definición de zonas críticas para la provisión de determinados servicios ecosistémicos. El criterio de percepción local, tal y como se procuró documentar durante el inventario, se revela como una variable de difícil interpretación e insuficiente para la toma de decisiones en cuanto al aporte de determinados sitios o estratos en términos de servicios ecosistémicos. Este tema se discute más adelante con mayor detalle.

Algunos de los datos generados por la ENF pueden servir de base para la discusión de prioridades de uso del suelo a gran escala, tomando en cuenta tanto aspectos de valor de conservación como de potencial productivo forestal. Las instancias del sector forestal deben procurar el diálogo con otros sectores del estado y de la sociedad en general, en procura de que diversos aspectos de los bosques y su funcionalidad sean tomados en cuenta en la definición de los modelos de desarrollo de cada zona.

Ecuador es un país con diversidad de condiciones topográficas, climáticas, orográficas, geológicas y por ende cuenta con diversos ecosistemas forestales, para cada uno de los cuales pueden haber requisitos particulares en términos por ejemplo de densidad de muestreo. La discusión sobre delimitación de estratos con base en los cuales se realizó la ENF ha sido intensa, y procuró tomar en cuenta versiones actualizadas sobre los tipos de bosque del país. Aun así, queda pendiente revisar si esta misma delimitación será la óptima para inventarios futuros, y si deben de ser revisada la incoherencia entre la definición de estos estratos y la división por zonas para la aplicación de la normativa forestal.

Por situaciones como las descritas, la instancia que va a asumir la responsabilidad del monitoreo forestal debe delimitar, con la participación de las principales instituciones, organizaciones y actores privados involucrados, los productos específicos que se requieren de la ENF, y aquellos que requieran el establecimiento de dispositivos o procesos de medición particulares, especializados en la obtención de datos específicos para determinadas zonas.

Entre los procesos de medición que podrían requerir dispositivos adicionales especializados, podrían incluirse:

- Seguimiento de procesos de deforestación en zonas críticas;
- Seguimiento de procesos de restauración en zonas definidas como prioritarias para ese efecto;
- Cuantificación de existencias de madera comercial en zonas de mayor potencial;
- Monitoreo de regeneración en zonas bajo diferentes escenarios de manejo forestal,
- Monitoreo de indicadores de biodiversidad en zonas bajo diferentes escenarios de manejo forestal;
- Monitoreo de existencias de PFNM en zonas donde su aprovechamiento es relevante.

Esta primera versión de ENF se enfocó en las áreas cubiertas con bosques naturales. Se debe analizar hacia el futuro si se mantiene este enfoque o de qué manera se integra este tipo de información con la de presencia de elementos forestales en zonas con otras formas de uso de la tierra. Resulta innegable que la gestión forestal integral, que incluye tanto la definición de estrategias para el desarrollo de la producción forestal, como de estrategias para la conservación de la biodiversidad, su funcionalidad ecológica y la generación de servicios ecosistémicos; debe tomar en cuenta además de los bosques naturales los recursos forestales que se generan por medio de bosques riparios, plantaciones forestales y sistemas agroforestales y silvopastoriles. Pero el monitoreo de los mismos a escala nacional puede abordarse desde una metodología uniforme de inventario o desde la integración de metodologías complementarias que nos permitan regular mejor la precisión de las estimaciones para cada forma de uso de la tierra. Esta discusión debe abordarse desde la instancia permanente de monitoreo forestal, tomando en cuenta los intereses y necesidades de los otros sectores involucrados.

### 5.5.3. *El sistema de gestión de información forestal*

Para que la ENF brinde un aporte relevante a la planificación del desarrollo rural del Ecuador, su gestión debe entenderse como parte de un proceso para construir una cultura de revisión periódica de las estrategias del sector forestal y de los sectores vinculados. Una vez realizado el proceso de análisis y discusión de los principales aspectos que se derivan de la base de datos de la ENF, del cual el presente documento constituye una primera fase, es menester una discusión tanto a lo interno del Ministerio de Ambiente, como en foros intersectoriales, que complemente la evaluación de los resultados para determinar decisiones concretas al menos en estos campos:

- Ajustes del proceso de monitoreo forestal, iniciando con la planificación de la futura próxima ENF.
- Ajustes de toda la estructura de gestión nacional de la información forestal.
- Ajustes a la normativa vinculada con la conservación y la gestión de los bosques, el cambio climático y las políticas sobre desarrollo forestal.

Las eventuales modificaciones en materia de información forestal y de políticas pueden a su vez generar ajustes en aspectos metodológicos de la ENF, en particular, porque los futuros procesos de ENF deberían servir para revisar el efecto en los bosques de algunas de estas políticas. Es así que la discusión oportuna de los resultados de la ENF constituye un foro de evaluación de los efectos en los ecosistemas forestales, de las políticas de desarrollo del país, y esta discusión, entendida como plataforma de revisión y ajuste de políticas, debe incorporarse en la dinámica del MAE y de otras instancias gubernamentales que definen los modelos de desarrollo de las diferentes regiones del país. Debe definirse entonces el rol de la instancia permanente de monitoreo en la coordinación de estas discusiones.

Es también importante aclarar la relación entre la instancia permanente de monitoreo forestal y otras instancias que producen y utilizan información sobre temas forestales, como es el caso del SAF, ya sea desde una perspectiva de investigación biológica, de producción forestal (especies

aprovechadas, estadísticas forestales de producción, procesamiento, mercados y otros), de deforestación u otros. El intercambio de información entre estas instancias debe ser fluido, con mecanismos claramente establecidos, sencillos y funcionales, para beneficio de todas las partes. Similarmente debería ser clara la integración entre el proceso periódico de la ENF y otros dispositivos y mecanismos de inventario o monitoreo por zonas o con fines específicos (ya sean productivos o de investigación). Es ideal que además del intercambio, puedan acordarse maneras efectivas para optimizar el uso de recursos de instituciones estatales, la academia, centros y organizaciones de investigación, otras ONG, empresa privada, organizaciones comunales y gobiernos locales. Hablamos entonces de acordar una estrategia nacional de gestión de la información forestal.

No debe perderse de vista, cuando se habla de gestión de la información forestal, que los usuarios de esta información no solo son autoridades forestales, o del MAE, la misma debe de ser entendida y valorada como herramienta para la toma de decisiones sobre las estrategias de desarrollo nacional, por zonas y por sectores económicos; pero también contiene elementos útiles para diversas organizaciones no gubernamentales e instancias privadas. La difusión de los diversos tipos de datos, por los mecanismos adecuados, a sus diversos usuarios potenciales, es una forma fundamental de contribuir al desarrollo de una cultura forestal sostenible en el país.

La incorporación de la gestión de la información forestal, tiene además el reto de acoplarse metodológica e institucionalmente con los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y con sistemas MRV para REDD+ y futuras NAMAs dentro del sector forestal y agrícola.

#### *5.5.4. Mitigación al cambio climático*

El país deberá ajustar sus niveles de referencia de emisiones en el futuro, esto conforme se vaya logrando reducir incertidumbres en la estimación de las reservas de carbono y sus flujos en los bosques del Ecuador. La CMNUCC reconoce distintas acciones de mitigación al cambio climático, que dentro del sector forestal incluyen el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), al mecanismo REDD+ y las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs). El MDL solo incluye reforestación y aforestación de bosques y las NAMAs forestales no han sido aún muy exploradas para el sector forestal, dejando a REDD+ como el mecanismo forestal que actualmente más importancia tiene para la mitigación al cambio climático. El Ecuador se encuentra construyendo su estrategia REDD+ que abarca el nivel nacional. Es aquí donde la ENF toma su importancia para generar datos para valorar el potencial del Ecuador para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector forestal.

En este sentido, la ENF provee de información necesaria para el desarrollo de mapas de carbono y de niveles de referencia para REDD+, los cuales permiten cuantificar las emisiones actuales del sector forestal y estimar las emisiones futuras y su reducción debido a acciones REDD+. Teniendo esta información el país puede definir políticas nacionales de reducción de emisiones y recibir financiamiento internacional como pago por estas acciones realizadas. En esto, la generación de factores de emisión que permitan estimar emisiones de gases de efecto invernadero de manera precisa, es de vital importancia para asegurar que no se sub-estiman o sobre-estiman las reducciones. Esto tiene dos implicancias, por un lado relacionadas al impacto real sobre el aporte generado para mitigar el cambio climático, y el segundo relacionado a la captación de financiamiento, el cual se brindará según la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente reducidas anualmente por REDD+.

Si bien la información provista por la actual ENF permite que el país logre de cierta manera cuantificar las reservas de carbono de los bosques de Ecuador en un nivel intermedio<sup>49</sup>, se debe ser

---

<sup>49</sup> El IPCC provee metodologías para inventarios de gases de efecto invernadero para nivel 1, cuando no hay datos locales, nivel 2 cuando existen la mayoría de datos locales y nivel 3 cuando se tiene solo datos locales y además se conoce y modela en su totalidad los flujos de carbono a todos los niveles.

cuidadoso a la hora de estimar los niveles de referencia para REDD+, puesto que la información proveniente de la ENF debe mejorar. Están relacionadas a la reclasificación de los bosques, a reducir incertidumbres debidas al levantamiento de los datos en campo, a los cálculos de biomasa y carbono usando factores y condiciones locales y a crear sistemas de medición y monitoreo que permitan reducir esta incertidumbre en el futuro.

Es importante además hacer notar que la ENF provee información valiosa y una extensa base de datos que puede ser utilizada por investigaciones posteriores por parte de investigadores de universidades nacionales e internacionales.

Se debe revisar la actual normativa de manejo forestal de Ecuador, para que logre no solo mejorar el uso y conservación de sus bosques, sino también para que se asegure la reducción de emisiones por el aprovechamiento de la madera. Las normativas de manejo forestal actuales generalizan que todos los bosques de Ecuador corresponden a las categorías de bosques seco, húmedo y andino. La información provista por la ENF, brindará herramientas para mejorar esta normativa desde el punto de vista del manejo forestal sostenible, pero además permitirá insertar normas y regulaciones que permitan mitigar el cambio climático.

El Programa Socio Bosque ha demostrado poseer un alto potencial de mitigación al cambio climático. Sin embargo, para que el programa logre realmente medir su impacto y captar financiamiento por esto, deberá realizar ciertos ajustes técnicos y administrativos, sobre todo si el programa espera tener un rol importante dentro de la estrategia nacional REDD+. La participación de Socio Bosque dentro de la estrategia nacional REDD+ puede brindar beneficios mutuos debido a la experiencia generada por el programa (acciones de conservación y restauración de bosques en campo, creación de mecanismos de reducción de beneficios y sistemas de monitoreo comunitario). Sin embargo, se deben analizar muy bien los impactos, para que Socio Bosque no pierda sus objetivos si no que se fortalezcan. No hay que olvidar que en el Ecuador ya existen proyectos forestales de carbono, por lo que un análisis similar debe de realizar con éstos y con potenciales proyectos futuros.

La mitigación al cambio climático, provee una plataforma de manejo forestal que puede no solo reducir emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede permitir que los bosques generen otros beneficios como la adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad y provisión de bienes y servicios de los ecosistemas y mejoramiento de la sociedad. Todos estos elementos son contemplados dentro del Plan Nacional para el Buen Vivir del Ecuador por lo que se resalta la compatibilidad del mecanismo REDD+ con las políticas nacionales existentes. El incluir todo esto dentro de un inventario forestal multipropósito, ha sido una de las grandes fortalezas de la ENF forestal actual, la cual ha logrado sistematizar los problemas metodológicos y logísticos que conllevan la realización de un inventario de esta magnitud.

Para evaluar y asegurar los impactos de las acciones que realice el Ecuador para mitigar el cambio climático desde el sector forestal (independientemente de REDD+), se deberá de asegurar que su sistema de monitoreo, medición, reporte y verificación (MRV) cuentan con las capacidades técnicas necesarias y con financiamiento para asegurar su sostenibilidad futura. En este sentido, la ENF forestal y el recurso humano envuelto en esta experiencia, pueden proveer de la experiencia necesaria para montar un sistema MRV que logre reducir las incertidumbres actuales en la medición de la reducción de emisiones mientras se asegura un manejo sostenible de los bosques.

La preparación para el establecimiento de REDD+ a nivel nacional en el Ecuador, brinda una plataforma necesaria y real mediante la cual la unidad de monitoreo puede empezar a ser creada, apoyando directamente el sistema MRV para REDD+. El Programa ONU REDD, provee de asistencia técnica y ha publicado una serie de lineamiento para el monitoreo forestal y de beneficios bajo el contexto de REDD+ que fácilmente puede ser integrados al contexto Ecuatoriano (ONU REDD, 2013)

#### 5.5.5. Servicios ecosistémicos

En general, este primer esfuerzo de ENF aporta poca información específica u cuantitativa para la gestión de servicios ecosistémicos más allá del carbono, con algunas excepciones referentes a información que puede ayudar a definir algunas estrategias al respecto. Por ejemplo, la diversidad de especies arbóreas puede ser un factor que se integre a la orientación de esfuerzos que garanticen la conservación de biodiversidad. Similarmente, el almacenamiento de carbono es un servicio ecosistémico *per se*, aunque se trata de manera particular dada la relevancia del cambio climático. Pero al momento de analizar la información del ENF no resultó claramente accesible información relacionable con sus datos en términos de la relevancia de los bosques para la provisión específica de agua, espacios para turismo, conservación de suelos u otras formas de servicios, en particular que estén definidos como prioritarios para las políticas nacionales o locales.

Resulta extraño que en la definición de porcentajes de área de cada estrato por función asignada, tan solo un 1.6% del área de los bosques del Estrato 5 (bosque siempre verde de la ceja andina) se le asigna una función de regulación hídrica. Esto parece evidenciar que la información que se consideró en el diseño de la ENF sobre función de los bosques en términos de servicios es limitada y cuestionable. A un 17,4% del área de bosque seco andino se le asigna una función energética, lo cual parece más razonable, pero no hay ninguna otra área a la que se le asigne tal función. También llama la atención que solo se le asigne una función científica educativa a un 0.5% del bosque siempre verde de la ceja andina. Uno podría asumir que hay algún porcentaje de cada tipo de bosque para el que se asigne tal función.

Es menester que se habilite una discusión sobre los vínculos entre la ENF y las estrategias nacionales en torno a servicios ecosistémicos. Tales estrategias podrían estar referidas al ordenamiento territorial de esquemas de compensación por servicios como los que ya aplica el programa Socio Bosque, a la conservación de bosques considerados como clave para la generación de un servicio, al desarrollo de alternativas productivas basadas en servicios (caso de emprendimientos turísticos o de construcción de hidroeléctricas, como ejemplo) o al desarrollo de estudios para verificar la relevancia del bosque como generador de servicios (estudios hidro-geológicos). Estos vínculos deben caracterizarse tanto en términos de las implicaciones de los datos actuales para la definición de estrategias, como de las modificaciones o ajustes a las futuras ENF, para que aporten información adecuada sobre estos temas.

Concretamente, y dentro del marco de REDD+, el programa ONU REDD provee una serie de consideraciones que puede ser adaptadas al Ecuador (PNUMA, 2014; UN REDD, 2010).

#### 5.5.6. Conservación y manejo del bosque

Los datos generados por la ENF nos permiten hacer algunas aproximaciones generales sobre prioridades de gestión por estratos o zonas, ver tendencias y detectar posibles situaciones de alerta. En muchos casos las tendencias detectadas nos sirven para identificar la necesidad de desarrollar mecanismos para obtener información más detallada y precisa en determinadas regiones.

Nos referimos a una gestión donde la conservación de los principales ecosistemas y su biodiversidad debe ser una prioridad permanente a escala territorial, independientemente de que el estado decida que, por conveniencia nacional es menester la deforestación de determinadas zonas. Lo anterior es importante, pues aun los procesos de deforestación predeterminada deberían desarrollarse en el marco de una planificación territorial que regule los impactos de la actividad humana y procure conservar la funcionalidad ecológica a escala territorial en relación con aspectos propios de la conservación de biodiversidad, como lo es la conectividad entre fragmentos de bosque; pero también en relación con la conservación de servicios ecosistémicos fundamentales, como la provisión de agua, la prevención de riesgos, adaptación al cambio climático y otros.

Es por ello que la planificación de los procesos de monitoreo y evaluación del estado de los bosques deberá de ser alimentado con la revisión de políticas actualizadas de desarrollo para cada región, y deseablemente con acuerdos de ordenamiento territorial, ya sean estos definidos por instancias nacionales o locales (como los Gobiernos Autónomos Descentralizados), en particular cuando estas políticas de desarrollo y ordenamiento incluyen elementos que de manera directa afectan el uso de la tierra, o la conservación, aprovechamiento, aumento o reducción de los bosques. Se evidencia aquí la necesidad de coordinación entre el MAE, su instancia de monitoreo forestal, y la Secretaría de Planificación.

Al analizar el vínculo de la ENF y del monitoreo forestal en general con los temas de ordenamiento y de planificación del desarrollo local, el MAE y la instancia de monitoreo forestal deben identificar cuáles son las instancias de toma de decisión locales que ejecutan o forman parte de estos procesos de planificación, para definir en acuerdo con las mismas las estrategias de monitoreo forestal adecuadas en función de las expectativas sobre uso de la tierra y de los bosques en particular. Acuerdos internacionales como el Enfoque Ecosistémico de la Convención de Diversidad Biológica, y las conclusiones de la Evaluación de Ecosistemas del Milenio, plantean la descentralización como una condición fundamental para promover la sostenibilidad y enfrentar los retos del Cambio Global, esto nos coloca ante el reto de buscar estrategias ya sea para descentralizar el monitoreo o para que el mismo sea consistente con los diversos niveles geográficos de toma de decisiones. Al limitar el criterio de estratificación de la ENF a los tipos de bosque, quedan de lado consideraciones de la delimitación de los procesos de gestión y planificación como los mencionados. La próxima ENF muy probablemente requerirá un diseño más complejo de estratos y substratos.

Desde varias facetas, la falta de vínculo entre la regionalización del país para definir normativas, prioridades de desarrollo o procesos de planificación, y la estratificación por tipos de bosque utilizada por la ENF, limita su valor como herramienta para orientar y revisar las decisiones para la gestión de los bosques y de los territorios en general.

#### *5.5.7. La definición de prioridades y estrategias de conservación*

Uno de los filtros de análisis y discusión por el cual deben pasar los resultados de la ENF, se refiere a determinar si los mismos responden a las expectativas de quienes han venido identificando prioridades de conservación para los ecosistemas del país, en aspectos como cobertura arbórea, reservas de carbono, regeneración y biodiversidad. Este es uno de los grupos de gestión de recursos naturales que se debe garantizar reciba y revise la información generada por la ENF.

Resulta también de particular importancia que el monitoreo forestal analice, ya sea a través de la ENF o de dispositivos complementarios más intensos en términos de frecuencia y precisión, las tendencias de deforestación en zonas donde los bosques se consideren prioritarios de conservar. En este sentido, debe clarificarse la relación entre el proceso de ENF y los esfuerzos previos que se han realizado para medir deforestación en el Ecuador, como los estudios de cobertura de 1999, 2000 y 2008. Puede que la escala general y sistema de muestreo del ENF, al menos bajo la metodología que se siguió en este primer esfuerzo, no sea la adecuada para monitorear el avance de la frontera agrícola en las zonas donde esta dinámica es más intensa. Las autoridades interesadas, y la instancia de monitoreo forestal en particular, deben definir si se incluyen dentro de la ENF ajustes o dispositivos particulares para el monitoreo de la deforestación en zonas críticas.

La ENF, por otra parte, puede eventualmente aportar información que oriente el desarrollo de esfuerzos para monitorear o controlar la deforestación, y además, la degradación de bosques, sobre la cual podrían obtenerse indicios en las parcelas de inventario. La implementación de sistemas de alertas tempranas, podrían ser una herramienta importante a tomar en cuenta.

Consideraciones similares a las indicadas para la deforestación aplican para el monitoreo de procesos de restauración, que requieren dispositivos específicos para las zonas donde el gobierno haya priorizado el desarrollo de acciones en ese sentido. También de manera similar la ENF podría, a lo

largo de sus sucesivas realizaciones, indicar la necesidad de hacer esfuerzos de restauración en zonas específicas. Muy probablemente el monitoreo de este tipo de procesos se optimiza cuando hay un equipo de trabajo bien entrenado que da seguimiento a los procesos de evaluación y las metodologías de inventario a lo largo del tiempo, lo cual se esperaría de una instancia permanente de monitoreo forestal.

Estos comentarios son particularmente válidos para procesos de restauración a escala territorial, que son los más significativos en términos de funcionalidad de ecosistemas para la generación de sus servicios. Tales procesos de restauración son complejos, van mucho más allá que la siembra de árboles carente de estrategias integrales de seguimiento. Conllevan la definición de zonas críticas para la provisión de servicios específicos como el de regulación hídrica, y el involucramiento estratégico y bien orientado de los grupos humanos afectados, ya sea para sumar esfuerzos que permitan garantizar la protección y promoción silvicultural de procesos de sucesión secundaria con fines productivos o de protección estricta, ya sea para promover la actividad forestal productiva en plantaciones o sistemas de manejo de la regeneración.

Se evidencia aquí la necesidad de concertar y coordinar estrategias de gestión territorial y de desarrollo forestal entre MAE y MAGAP, dado que ya se realizan importantes esfuerzos de restauración en Amazonía, y estos deben ser sistematizados. Se evidencia la necesidad de consolidar un análisis de zonas prioritarias de restauración a escala nacional, pero en coordinación con esfuerzos como los de los Gobiernos autónomos descentralizados, y con los entes que estén a cargo de su promoción en campo y de los incentivos para el proceso, como es el caso de Socio Bosque. La ENF puede brindar elementos para este ordenamiento, y puede constituirse en herramienta de monitoreo del mismo. Una vez consolidada una instancia permanente de monitoreo forestal, la coordinación de sus actividades con entes como Socio Bosque y con proyectos locales de restauración debería de ser permanente, dada la necesidad vigente de por actualizar líneas de acción.

Las estrategias de restauración vía incorporación de la producción forestal en las estrategias de vida locales, además de tener un gran potencial de efectividad por sus beneficios socioeconómicos y permitir un impacto positivo sobre áreas mucho mayores, son consistentes con el interés del estado en diversificar la matriz productiva en zonas rurales. Este tipo de estrategias, sin embargo, conllevan el desarrollo de los diferentes eslabones de la cadena productiva forestal, incluida la promoción de mercados y de vías de comercio justo, así como de desarrollo de cadenas de valor. Corresponde entonces analizar si su implementación exitosa debe integrar el esfuerzo del MAE, sino también de otras instancias gubernamentales y privadas, pues requiere de la promoción o establecimiento de condiciones habilitadoras para una economía forestal exitosa, que incluyen financiamiento, infraestructura, capacidades técnicas para el manejo del bosque, así como para el procesamiento de sus productos, políticas y normas favorables (tales como la simplificación de procedimientos). De ahí la relevancia de contar con un sistema de monitoreo capaz de valorar la efectividad de tales estrategias de restauración y desarrollo local.

Por otra parte, una estrategia de restauración a escala territorial conlleva la definición previa de zonas prioritarias en términos de los servicios particulares que se pretende recuperar, incluida la conectividad entre masas de bosque natural remanentes, es decir, requiere de un ordenamiento territorial que incorpore consideraciones ecológicas. El monitoreo de estos procesos conlleva la medición de la evolución de las masas forestales en su crecimiento físico y espacial. Iniciativas como el Programa Socio Bosque deberían tener un efecto positivo en la restauración de ecosistemas, el mismo podrá ser rastreado a través del monitoreo forestal en la medida que haya esfuerzos enfocados y planificados en territorios específicos estratégicos. Le toca a la instancia permanente de monitoreo forestal determinar hasta qué punto el monitoreo de esos esfuerzos se realicen vía ENF y hasta qué punto mediante dispositivos específicos.

Un aspecto que conlleva también un enfoque de monitoreo particular, es el de los árboles incluidos en sistemas agroforestales y silvopastoriles. Su cuantificación con un nivel alto de precisión, requiere de herramientas de inventario diferentes a las que podrían aplicarse para plantaciones forestales o para bosques secundarios. Una vez más debe discutirse: si se pretende que a futuro la ENF incluya este tipo de vegetación, y si para el monitoreo de la misma se establecerán métodos complementarios al de inventario nacional antes realizado. Los sistemas agroforestales y silvopastoriles pueden contribuir también de manera significativa a la restauración de funciones ecosistémicas, en particular si se promueven en el marco de un ordenamiento estratégico del territorio, que debería como se dijo antes considerarse en los enfoques de inventario de las zonas respectivas.

Por lo tanto, el MAE y la instancia permanente de monitoreo deben velar por que se valore y aproveche la relación inherente entre ENF y planificación territorial, en ambos sentidos de retroalimentación, para la toma de decisiones. Los actores que toman decisiones sobre el ordenamiento territorial, y sobre los modelos de desarrollo del país, deben visualizar la información de la ENF como una herramienta para la planificación de estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático a toda escala, estrategias REDD+, estrategias de conservación, y estrategias de desarrollo humano.

Debe analizarse, sector por sector, cómo abordar las estrategias de conservación de bosques para los cuales la ENF da indicios de muy limitado potencial maderero, tal es el caso de los estratos de manglar, el bosque seco andino, el bosque seco pluvio-estacional y bosque siempre verde andino de pie de monte, que tienen poco volumen comercial, el aprovechamiento maderero no parece una forma relevante de darles valor como sistemas productivos. Antes, debe verificarse si hay contradicciones entre este resultado y eventuales actividades extractivas que se han detectado por periodos prolongados, que podrían indicar la necesidad de verificar la condición poco productiva con mayor precisión y consideración de microambientes. También debe verificarse que el sesgo detectado, de una ubicación de parcelas principalmente en sectores de bosque secundario, en detrimento de la representación del bosque primario, está generando una subestimación de existencias.

Además, no debe perderse de vista la necesidad de revalidar tales apreciaciones en futuros procesos de ENF, en la medida en que la lista de especies comerciales se modifique y amplíe. En el caso del manglar, por ejemplo podría estarse subestimando el potencial de aprovechamiento de este tipo de madera para poblaciones vecinas, debido a un enfoque de definición de individuo comercial que no aplica a este tipo de ecosistema.

Pero si la información disponible es consistente en lo relacionado al poco potencial productivo de madera de algunos tipos de bosques, entonces debe definirse cuan prioritaria es su conservación, por zonas, y cuáles son las vías para proteger estos bosques o darles valor en función de otras alternativas económicas. Puede que la conservación de muchos de estos bosques sea relevante para el país en términos de sus servicios ecosistémicos, pero como se menciona antes, tal clasificación de zonas prioritarias no se utilizó para esta ENF. Si la prioridad de conservación de un área de bosque es en relación con determinados servicios, conviene discutir si esto conlleva alguna variable adicional que incluir en la ENF, o la implementación de dispositivos de monitoreo complementarios que brinden información específica en determinadas localidades.

Similarmente, debe de contarse con información más precisa de aquellas zonas donde las autoridades locales o nacionales, así como la iniciativa privada, están haciendo inversiones en desarrollo turístico asociado a naturaleza o identifican un potencial relevante al respecto, de modo que la ENF genere información más clara sobre la relación entre bosques y servicios.

Otra forma de dar valor a los bosques, que podría eventualmente reforzar estrategias de conservación bajo esquemas de manejo sostenible, es el aprovechamiento de PFSM. Si bien esta primera ENF incorpora alguna información sobre este tipo de productos, la misma es muy general.

Por otra parte, dada la especificidad de hábitos de crecimiento o particularidades de las especies que generan PFNM, su enorme diversidad, su presencia y relevancia generalmente limitada a ciertas zonas, debe analizarse con cuidado la pertinencia de cuantificar existencias de PFNM en el marco de procesos de INF. Dados los retos de mejora para las próximas ENF, una demanda de información detallada y precisa sobre existencias de PFNM podría conllevar un nivel de costos y complejidad excesivo. Puede que la información al respecto deba abordarse desde la mejora del levantamiento de información social y económica, en términos de seguir identificar las zonas donde se hace aprovechamiento de PFNM y tratar de hacer una valoración general de la relevancia de tales actividades, para implementar posteriormente dispositivos de cuantificación específicos por localidades y especies.

Por otra parte, debe de tenerse cuidado con la designación de zonas para el aprovechamiento exclusivo de PFNM, pues para algunas de estas especies el fomento de su aprovechamiento, sin que esté ligado a la generación de claros típica del aprovechamiento maderero, puede generar un agotamiento del recurso por no contar con condiciones que fomenten su regeneración. Una unidad de monitoreo debería en principio crear protocolos para la medición y evaluación de PFNM.

Uno de los tipos de bosque sobre el cual los datos de la ENF pueden estarnos enviando una señal de alerta es el de bosques secos. Los datos del inventario nos sugieren para estos ecosistemas un potencial muy limitado para la producción maderera, por cuanto ese tipo de sistema productivo no parece ser viable como base de una estrategia para dar valor al ecosistema y sustentar su conservación. Paralelamente, los datos de la ENF confirman que este tipo de ecosistemas es visto y utilizado como fuente de leña, una forma de uso que suele estar vinculada a condiciones de subsistencia o de mercados con mínimo valor para el producto, donde resulta muy complejo promover un manejo sostenible del bosque como fuente de materia prima.

El grado de deterioro de los bosques secos se evidencia a partir de las estimaciones de sus existencias de carbono, pues los datos obtenidos son menores a lo esperado según tendencias internacionales para este tipo de ecosistemas. Podemos entonces estar ante amplias áreas de bosque en condición de deterioro y soportando a la vez la presión de la extracción de leña sin criterios de manejo. Las autoridades ambientales deben prestar particular atención a la situación de estos ecosistemas y definir cuán relevante se considera la conservación de los diferentes sectores con bosques secos, pues los esfuerzos de conservación requerirán aquí de estrategias más complejas. Este análisis debe hacerse también a la luz de varios aspectos de las iniciativas de cambio en la matriz de fuentes de energía. Mientras la leña constituya un combustible más accesible y barato que sus sustitutos potenciales, los bosques secos seguirán bajo presión. Debemos plantearnos si de alguna forma ingeniosa esta presión podría ser la base de un programa de restauración y manejo, que incluya la producción sostenible de leña como un eje estratégico.

#### *5.5.8. El manejo forestal como estrategia de conservación y desarrollo*

Dado que a muchos de los bosques para los cuales la ENF evidencia un mayor potencial de producción maderable se les atribuye también un alto valor de conservación, tal es el caso de los estratos andino montano, andino de pie de monte y en particular el de tierras bajas amazónicas, conviene que el MAE y otros actores institucionales y privados involucrados definan con claridad si en Ecuador se va a utilizar el manejo forestal sostenible como estrategia principal de conservación. Debe existir una comprensión de este enfoque y una convicción absoluta para habilitar las condiciones que permitan su funcionamiento como tal. Esto sería claramente consistente con los esfuerzos por ajuste de la matriz productiva, con varios elementos del Plan Nacional del Buen Vivir, y con la Estrategia para el desarrollo Forestal Sustentable del Ecuador (Villacís *et al.*, 2012).

Un manejo forestal sostenible de bosques naturales, técnicamente bien implementado, permite dar valor al bosque e incorporarlo como sistema productivo a los procesos de desarrollo, al mismo tiempo que el ecosistema conserva su diversidad, estructura fundamental, funciones y servicios

ecosistémicos derivados. Pero para que tal manejo sostenible resulte viable, ante la dura competencia por otros usos más rentables de la tierra, es fundamental que sea verificada o promovida la existencia de condiciones habilitadoras para su funcionamiento, en aspectos como:

- Existencia de mercados para la madera para la zona de interés,
- Infraestructura adecuada para el transporte;
- Condiciones adecuadas, justas y transparentes para comercialización desde el bosque;
- Clima de negocios favorable (seguridad en el acceso al recurso forestal, créditos para empresas forestales, estabilidad en normativas, costos de transacción bajos, trámites simplificados);
- Formación de capacidades técnicas para el manejo y procesamiento de los productos,
- Búsqueda de alternativas de diversificación tanto de la materia prima como de sus posibilidades de valor agregado.
- Donde hay tenencia comunal del bosque, pero condiciones de pobreza y acceso deficiente a la educación, el manejo forestal requiere de mucho acompañamiento, siempre tendiente a desarrollar las capacidades locales. Este acompañamiento podrían brindarlo ONG que asuman tal responsabilidad ante el estado. No se debe olvidar que varias de las poblaciones actualmente asentadas en la Amazonía, carecen de cultura forestal e incluso de vínculos ancestrales con el bosque.

Algunos de estos aspectos han sido abordados en el documento “Gobernanza Forestal en Ecuador”, del MAE (Gonzalez *et al.*, 2011).

Todo lo anterior implica que las instituciones y demás actores involucrados deben definir con rigurosidad las áreas donde resulte adecuado promover estrategias locales de desarrollo forestal productivo como estrategia de conservación. En las mismas la información general brindada por la ENF requerirá ser complementada con dispositivos de inventario más detallados, para verificar su potencial productivo o para abordar estrategias de manejo. Por otra parte, se deberá garantizar un monitoreo a largo plazo de la conservación del bosque en estas áreas. Cuando el aprovechamiento forestal es promovido sin tomar en cuenta aspectos como la participación de comunidades locales en los beneficios de la actividad productiva, se corre el gran riesgo de que las vías de aprovechamiento forestal se constituyan en vías de invasión al bosque para el cambio de uso, no como resultado de un mal manejo, sino de la búsqueda de opciones productivas por comunidades del entorno. De nuevo, el monitoreo forestal se constituye en una herramienta para verificar el buen desempeño de las estrategias de conservación y de desarrollo sostenible, tanto a través de la ENF como de dispositivos adicionales complementarios.

El programa Socio Bosque está por implementar un incentivo para manejo forestal sostenible por lo que será crítico dotar de capacidades y herramientas al programa para que sus resultados contribuyan a consolidar el manejo de los bosques del Ecuador como herramienta de conservación, desarrollo y mitigación del cambio climático. A la vez deben de revisarse los impactos de los actuales costos de transacción para la actividad forestal.

Es oportuno recordar que la sostenibilidad de la actividad productiva forestal en bosques tropicales se incrementa, tanto en sentido ecológico como financiero, en la medida que somos capaces de diversificar la producción, tanto en términos de la gama de productos como de especies involucradas. Los cambios en el listado de especies comerciales y de las categorías de valor de las mismas, conforme se desarrollan las cadenas de valor forestal, afectan periódicamente la interpretación de la información de los sistemas de monitoreo, y es fundamental contar con información veraz y actualizada al respecto. En el proceso de interpretación de datos que condujo al

presente informe, resultó muy difícil acceder a listados de especies por zonas confiables, accesibles y comparables.

El manejo, necesaria y deseablemente diversificado de los bosques tropicales, conlleva retos complejos. Limita, por ejemplo, las posibilidades de desarrollar productos industriales uniformes a gran escala. Se debe por lo tanto tener cautela en cuanto al tipo de desarrollo industrial que se plantea para determinadas zonas. Los resultados de la primera ENF evidencian existencias bajas para varias especies comerciales. Además de plantear estrategias de manejo que puedan mejorar existencias a mediano y largo plazo, será necesario desarrollar polos de forestería comunitaria basados en cadenas de producción flexibles, para trabajar con especies y productos diversos.

Por otra parte, los datos de la ENF que muestran que para algunas áreas donde hay existencias de madera comercial interesante, podría haber una regeneración limitada. En estas zonas el desarrollo de actividades de aprovechamiento debe ser antecedido por un análisis más detallado de la composición y dinámica de bosques, eventualmente incluir estrategias de promoción de la regeneración con tratamientos silviculturales a partir de herramientas como el muestreo diagnóstico posterior a la cosecha, y además ir acompañado de procesos de monitoreo de mediano y largo plazo, pues se esperaría que el aprovechamiento por se constituya un tratamiento de fomento de la regeneración, pero su efecto puede variar en función de aspectos microambientales.

La preocupación que genera la existencia de áreas detectadas por la ENF donde menos individuos de los esperados alcanzan el diámetro mínimo de corta amerita un diagnóstico particular de estas zonas, para determinar si se trata de bosques degradados por prácticas indebidas, o que ameritan algún tipo de tratamiento silvicultural para mejorar su productividad.

## **5.6. Agenda de investigación**

Los aspectos comentados a lo largo de este documento evidencian algunos temas de investigación que tienen serias implicaciones para los procesos de monitoreo, entre ellos se incluye:

- Tipología de bosques (revisión de criterios de estratificación y delimitación de los estratos; revisión de criterios para identificar vegetación primaria y secundaria por estratos).
- Identificación de especies arbóreas y de sus características ecológicas y productivas, mejoramiento de la definición de especies comerciales.
- Determinación de especies prioritarias para la investigación al menos en dos sentidos: especies con mayor potencial productivo (volumen, calidad) por zonas y sus características para el manejo (crecimiento, mortalidad, reclutamiento); especies en riesgo o con vacíos de información sobre su crecimiento, reproducción y regeneración.
- Análisis de precios y cadenas productivas y de valor de productos maderables y no maderables por zonas (eventuales sub-estratos para monitoreo).
- Identificación de productos no maderables con mayor potencial de desarrollo industrial, por zonas. Estudios específicos de ubicación y abundancia de especies no maderables. Estudios sobre reproducción de especies no maderables y su relación con aprovechamiento maderero.
- Definición de áreas críticas para la generación de servicios ecosistémicos específicos. Análisis geológico e hidrológico de zonas de recarga acuífera relevantes.
- Definición de polos de desarrollo turístico de naturaleza. Análisis de potencial, necesidades y posibles impactos de los polos de desarrollo turístico
- Ordenamiento territorial en función de aspectos de funcionalidad ecológica tales como conectividad.

- Procesamiento, desarrollo y diversificación de productos forestales (maderables y no maderables) y de estrategias de mercado. Esto incluye aspectos como tecnología de la madera, tecnología de alimentos, aspectos industriales, administración de empresas, entre otros.
- Sistemas de organización de empresas rurales forestales (ya sean comunitarias o de otro tipo).
- Condiciones habilitadoras para el desarrollo forestal desde bosques naturales por zonas (análisis de mercados, de financiamiento, de infraestructura, de costos de transacción, entre otros).
- Desarrollo de polos de industria forestal en torno a plantaciones (análisis de mercados, de financiamiento, de infraestructura, de costos de transacción, entre otros).
- Estudio del comportamiento de especies nativas en diversos sistemas de plantación como estrategia de diversificación de la matriz productiva y de restauración de paisajes. Definición de arreglos de plantación de mejor desempeño por zonas, desarrollo de sistemas policíclicos a partir de plantaciones y de manejo de restauración natural. Revisión de normativas para facilitar y promover el desarrollo de estos sistemas productivos y de restauración.
- Verificación de tendencias evidenciadas por la ENF en zonas críticas, en temas relevantes como limitada regeneración o datos anormalmente bajos de individuos para cosecha.
- Análisis de estrategias para la mejora del diseño de la ENF en términos de costos, efectividad, precisión y productos esperados, a partir de las recomendaciones de este informe.

Definición del sistema de monitoreo integrado entre ENF y dispositivos complementarios para el análisis de procesos como deforestación por zonas.

### **5.7. Modelos alométricos**

En la perspectiva del proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF), el contar con información actualizada, fiable y oficial sobre los recursos forestales, representa un insumo de invaluable magnitud tanto para la generación de nuevas y sostenidas políticas nacionales para el desarrollo del sector (estrategias, planes de acción, normativas y leyes); así como para el desarrollo de actividades productivas integrales a través del uso sostenible de los recursos forestales que dispone el Ecuador, contribuyendo a asegurar la provisión de los bienes y servicios ambientales indispensables para las presentes y futuras generaciones.

En este sentido, uno de los resultados del proyecto ENF es poder generar información fidedigna y transparente que pueda ser utilizada tanto para reportes nacionales e internacionales, buscando alcanzar los mayores beneficios en las negociaciones por créditos de carbono, lo cual significa alcanzar la categoría de nivel 2 (tier 2) en la certeza de la información sobre los stocks de carbono, dentro del concepto de Medición, Reporte y Verificación (MRV) propuesto por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC).

Por lo tanto es necesario contar con procedimientos de cuantificación ajustados a la realidad biofísica y la diversidad biológica local, por lo cual la estimación de la biomasa forestal debe estar basada en gran medida en modelos alométricos (ecuaciones) desarrollados con información directa obtenida de las especies arbóreas.

Bajo este contexto es muy importante contar con una metodología alternativa de generación de Modelos Alométricos (MA) que involucra un proceso de medición destructiva de baja intensidad, y

que a más de cumplir con los requisitos necesarios de alta precisión, se evidencia como altamente práctica en su aplicación y muy respetuosa ambientalmente.

Haciendo una comparación entre el método destructivo convencional y el método alternativo de baja intensidad, el procedimiento estrictamente destructivo ocasionaría un impacto ambiental representativo dentro de las unidades de muestreo (parcelas de 60 x 60 metros), ya que se requeriría tumbar o extraer árboles para su pesaje por secciones en fresco, en un número mayor a 8 individuos por cada especie encontrada. Como ejemplo, para el estrato bosque seco andino donde se ha determinado la presencia de 115 especies arbóreas en el inventario forestal piloto, se requeriría aprovechar aproximadamente entre 200 a 300 individuos de las especies más frecuentes para generar modelos a nivel de especie, y más de 100 individuos para generar modelos alométricos por grupos de especie.

Por lo tanto aplicar un método alternativo de baja intensidad, que combina la tala de pocos individuos para su pesaje en secciones, y el uso de instrumentos electrónicos de alta precisión para la medición de los árboles complementarios en pie, constituye una propuesta de investigación y dotación de información altamente viable, que requiere ser aplicada en todos los estratos boscosos del Ecuador.

Mediante la aplicación de la metodología destructiva de baja intensidad se logró obtener los siguientes resultados:

**Árboles en pie:** se desarrollaron 70 ecuaciones alométricas a nivel de especie y 18 para grupos de especies, en dos tipos de bosque Así, para Bosque Seco Pluvioestacional se desarrollaron 19 ecuaciones a nivel de especie, 9 para grupos de especies, mientras que para el Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía se cuenta con 51 ecuaciones alométricas a nivel de especie y 8 ecuaciones a nivel de grupo de especies.

**Árboles cosechados o método destructivo estricto:** se desarrollaron cuatro ecuaciones alométricas a nivel de especie tanto para el Bosque Seco Pluvioestacional y Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.

**Tipo de bosque:** se desarrolló una ecuación para cada tipo de bosque.

### **5.8. Inventario árboles fuera de bosque y otras CUT**

El Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), en la perspectiva de establecer mecanismos para mitigar los efectos del cambio climático viene desarrollando varios procesos de planificación y operativos, que permitan establecer un sistema de información completo, robusto y confiable, alineado a estándares internacionales regidos por la Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC), el Panel Intergubernamental de Expertos de Cambio Climático (IPCC) y el mecanismo REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación); así como por las políticas, normas, directrices y circunstancias nacionales relacionadas con el cambio climático y el manejo sostenible de los recursos naturales.

Bajo ésta perspectiva, con el fin de fortalecer la información que se realiza en las coberturas boscosas naturales del Ecuador (Evaluación Nacional Forestal ENF), el MAE a través de las Subsecretarías de Patrimonio Natural y Cambio Climático ha establecido como prioridad, ampliar la

cobertura del levantamiento de información de línea base de los sistemas forestales hacia otras Clases de Uso de la Tierra (CUTs); para lo cual es necesario desarrollar los procedimientos técnicos y metodológicos más adecuados, basados en las directrices internacionales como las del IPCC y capitalizar las capacidades nacionales generadas con el proceso de línea de base de la ENF realizada entre los años 2010 y 2013 en los bosques del Ecuador.

Estas áreas diferentes de bosque nativo alcanzan una alta importancia y prioridad por los bienes y servicios ambientales que brindan directamente a las comunidades locales para mejorar sus medios de subsistencia y productividad agropecuaria, e indirectamente por su capacidad de regulación de servicios ambientales a escala regional.

Sumando a ello, la importancia que tiene en los procesos de preparación de medidas de mitigación del cambio climático y particularmente del mecanismo REDD+, al permitir contar con información primaria para estimar objetivamente los cambios netos de biomasa y carbono por actividad, es decir, por la deforestación (bosque a no bosque), degradación o de la conversión de tierras no forestales a tierras forestales (de no bosque a bosque). De manera general, y basados en las circunstancias nacionales, esto significa conocer los cambios o permanencias de las existencias de carbono entre una Clase de Uso de la Tierra (CUT) diferente de bosque (agroforestería, pastos, cultivos, arbustos, etc.) a bosques y viceversa.

El Inventario Nacional en CUTs fuera de bosque nativo, tiene como propósito principal generar información para la cuantificación de las existencias de biomasa y carbono y otra información de GEI para REDD+, en una fase piloto.

Hasta el momento, el MAE con la cooperación de la Organización para la Agricultura y Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), ha estructurado una metodología adaptada para el levantamiento de información en CUTs fuera de bosque, manteniendo la línea base metodológica de la ENF. A nivel operativo y dada la cobertura y competencias institucionales relacionadas a otras CUTs, el proceso de coordinación e intercambio de información con el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) ha sido fundamental, ya que ha permitido armonizar criterios y procedimientos, para potenciar el carácter multipropósito del levantamiento, análisis y uso de la información, con la finalidad de conocer “la huella” y/o eficiencia de los diferentes sistemas de producción agropecuarios, en términos de emisiones de carbono, con la finalidad de incentivar aquellos sistemas ambientalmente más adecuados.

Adicional a ello, se ha elaborado un formulario físico compuesto por trece planillas para la toma ordenada de información en campo; así como, una base de datos en el software Open Foris Collect específicamente diseñada para la recolección de información en formato digital del inventario nacional de CUTs fuera de bosque nativo.

## **5.9. ENF y REDD+**

El país deberá ajustar sus niveles de referencia en el futuro, conforme se vaya logrando reducir incertidumbres en la estimación de las reservas de carbono y sus flujos en los bosques del Ecuador. La CMNUCC reconoce distintas acciones de mitigación al cambio climático, que dentro del sector forestal incluyen el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), al mecanismo REDD+ y las Acciones Nacionales Apropriadas de Mitigación (NAMAs). El MDL solo incluye reforestación y forestación de bosques y las NAMAs forestales no han sido aún muy exploradas para el sector forestal, dejando a

REDD+ como el mecanismo forestal que actualmente más importancia tiene para la mitigación al cambio climático. El Ecuador se encuentra construyendo su estrategia REDD+ que abarca el nivel nacional. Es aquí donde la ENF toma su importancia para generar datos para valorar el potencial del Ecuador para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero desde el sector forestal.

En este sentido, la ENF forestal provee de información necesaria para el desarrollo de mapas de carbono y de niveles de referencia para REDD+, los cuales permiten cuantificar las emisiones actuales del sector forestal y estimar las emisiones futuras y su reducción debido a acciones REDD+. Teniendo esta información el país puede definir políticas nacionales de reducción de emisiones y recibir financiamiento internacional como pago por estas acciones realizadas. En esto, la generación de factores de emisión que permitan estimar emisiones de gases de efecto invernadero de manera precisa, es de vital importancia para asegurar que no se sub-estiman o sobre-estiman las reducciones. Esto tiene dos implicancias, por un lado relacionadas al impacto real sobre el aporte generado para mitigar el cambio climático, y el segundo relacionado a la captación de financiamiento, el cual se brindará según la cantidad de toneladas de CO2 equivalente reducidas anualmente por REDD+.

Si bien la información provista por la actual ENF permite que el país logre de cierta manera cuantificar las reservas de carbono de los bosques de Ecuador en un nivel intermedio, se debe ser cuidadoso a la hora de estimar los niveles de referencia para REDD+, puesto que la información proveniente de la ENF debe mejorar. Estas mejoras están relacionadas a la reclasificación de los bosques, a reducir incertidumbres debidas al levantamiento de los datos en campo, a los cálculos de biomasa y carbono usando factores y condiciones locales y a crear sistemas de medición y monitoreo que permitan reducir esta incertidumbre en el futuro.

Se debe revisar la actual normativa de manejo forestal de Ecuador, para que logre no solo mejorar el uso y conservación de sus bosques, sino también para que se asegure la reducción de emisiones por el aprovechamiento de la madera. Las normativas de manejo forestal actuales generalizan que todos los bosques de Ecuador corresponden a las categorías de bosques seco, húmedo y andino. La información provista por la ENF, brindará herramientas para mejorar esta normativa desde el punto de vista del manejo forestal sostenible, pero además permitirá insertar normas y regulaciones que permitan mitigar el cambio climático.

La mitigación al cambio climático, provee una plataforma de manejo forestal que puede no solo reducir emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también puede permitir que los bosques generen otros beneficios como la adaptación al cambio climático, la conservación de la biodiversidad y provisión de bienes y servicios de los ecosistemas y mejoramiento de la sociedad. Todos estos elementos son contemplados dentro del Plan Nacional para el Buen Vivir del Ecuador por lo que se resalta la compatibilidad del mecanismo REDD+ con las políticas nacionales existentes. El incluir todo esto dentro de un inventario forestal multipropósito, ha sido una de las grandes fortalezas de la ENF forestal actual, la cual ha logrado sistematizar los problemas metodológicos y logísticos que conllevan la realización de un inventario de esta magnitud.

Para evaluar y asegurar los impactos de las acciones que realice el Ecuador para mitigar el cambio climático desde el sector forestal (independientemente de REDD+), se deberá de asegurar que su sistema de monitoreo, medición, reporte y verificación (MRV) cuentan con las capacidades técnicas necesarias y con financiamiento para asegurar su sostenibilidad futura. En este sentido, la ENF forestal y el recurso humano envuelto en esta experiencia, pueden proveer de la experiencia necesaria para montar un sistema MRV que logre reducir las incertidumbres actuales en la medición de la reducción de emisiones mientras se asegura un manejo sostenible de los bosques.

#### **5.10. Unidad de Monitoreo del Patrimonio Natural**

La gestión adecuada de los bosques y sus recursos, tanto para efectos de conservar la biodiversidad que estos incluyen, su funcionalidad y los servicios que de esta se derivan, como también para

incorporar el recurso forestal en las estrategias de desarrollo económico, conlleva entre sus elementos básicos: el contar con información adecuada y oportuna para la toma de decisiones, el que algunas variables clave de esta información sean monitoreadas en el tiempo y espacio para tener conocimiento de su evolución y de eventuales impactos de las decisiones implementadas, y realizar una planificación periódica y permanente de las acciones en torno a los ecosistemas forestales y sus recursos, tanto a escala nacional como de diversos componentes regionales y locales.

En el caso de los ecosistemas forestales es de relevancia, más que muchos otros usos de la tierra, estos requieren de una gran atención por parte del estado y de gran rigurosidad en términos de la planificación estratégica que oriente su gestión. Esta relevancia se debe a sus condiciones particulares de extensión, de ubicación, de vínculo con grupos étnicos específicos, de una usualmente mínima vinculación con actividades económicas de mercado; de relevancia e interés público, tanto por los servicios que brindan a la sociedad como por la sensibilidad creciente de diversos grupos sociales en torno a su administración, a sus condiciones de tenencia ya sea plenamente como propiedad del estado, o como tierras comúnmente sometidas a diversos tipos de restricciones o gravámenes.

La información para la toma de decisiones, en términos de definición de políticas, normas y planificación de acciones sobre los ecosistemas forestales y sus recursos, debe incluir la recolección de datos de significado local, regional y nacional, tanto en materia de composición de estos ecosistemas, como de estado de su funcionalidad ecológica, de su potencial de generación de bienes y servicios, y de aprovechamiento en términos sociales y económicos. La evaluación forestal nacional, como diagnóstico de situación del recurso a escala nacional, que se hace periódicamente, puede constituir un eslabón fundamental de una estrategia para la generación y análisis periódico de información estratégica.

El Ecuador debe por lo tanto definir su estrategia particular para garantizar el seguimiento en el corto, mediano y largo plazo, de los procesos de monitoreo forestal mínimos para orientar tanto las políticas como las decisiones de diversos grupos sociales interesados. Al momento de realizarse el presente Diagnóstico, el gobierno Ecuatoriano está en proceso de implementar una instancia permanente para el monitoreo Forestal, y de este primer ejercicio de ENF surgen algunas consideraciones que en la definición y en la actuación de esta instancia deberían ser tomadas en cuenta.

#### **5.11. Ajuste de la metodología socioeconómica de la Evaluación Nacional Forestal, en su implementación.**

El objetivo general del componente socioeconómico de la ENF es “conocer las relaciones existentes entre los bosques naturales del país y las poblaciones locales, así como los actores y factores que han dado lugar a los procesos de deforestación y conservación de estos ecosistemas forestales.” En este sentido, para realizar la implementación nacional del estudio socioeconómico de la ENF, surge la necesidad de enfocar la investigación de manera más concreta y directa al análisis de las realidades de la relación gente-bosque en el marco de los tres objetivos específicos planteados: causas de la deforestación, co-beneficios y costos de oportunidad.

El ajuste metodológico para una eventual implementación nacional del estudio socioeconómico de la ENF propone, en primer lugar, una reducción del tamaño de la encuesta piloto en base a una revisión de cuáles son las variables que deben levantarse en el marco de esta encuesta socioeconómica y cuáles no, además de una reorganización de sus secciones bajo un enfoque basado en estos tres objetivos.

No obstante, dada la complejidad de información que podría abarcar cada objetivo, resulta fundamental definir el alcance conceptual de los mismos para orientar tanto el ajuste de la encuesta como para facilitar la interpretación y análisis de los resultados. Bajo estas consideraciones, en segundo lugar, se analizan las variables utilizadas en la encuesta piloto en función de su relevancia

para responder a los tres objetivos; con el fin de identificar y ajustar aquellas variables que podrían tener mayor importancia para el desarrollo de una encuesta aplicable a nivel nacional.

### 5.11.1. Reorganización de la estructura de la encuesta

La encuesta piloto de hogares comprende doce secciones que se presentan a continuación:

Figura 47. Secciones de encuesta de hogares

<b>A</b>	Datos generales
<b>B</b>	Caracterización de las personas que habitan en la vivienda
<b>C</b>	Datos de vivienda y del hogar
<b>D</b>	Cobertura y uso del suelo
<b>E</b>	Aprovechamiento de bienes y servicios de los bosques
<b>F</b>	Fuentes hídricas y biodiversidad
<b>G</b>	Sistemas de producción agrícola
<b>H</b>	Sistemas de producción pecuaria
<b>I</b>	Dificultades en la producción agropecuaria
<b>J</b>	Seguridad alimentaria
<b>K</b>	Organización
<b>L</b>	Proyecto Socio Bosque

En base a la revisión y análisis de estas secciones, el ajuste metodológico para una posible implementación nacional propone un nuevo esquema que plantea la reorganización de las secciones enfocándose en los tres objetivos de la ENF, como se presenta en el siguiente gráfico:

Figura 48. Reorganización de secciones de temas e indicadores para encuesta de hogares

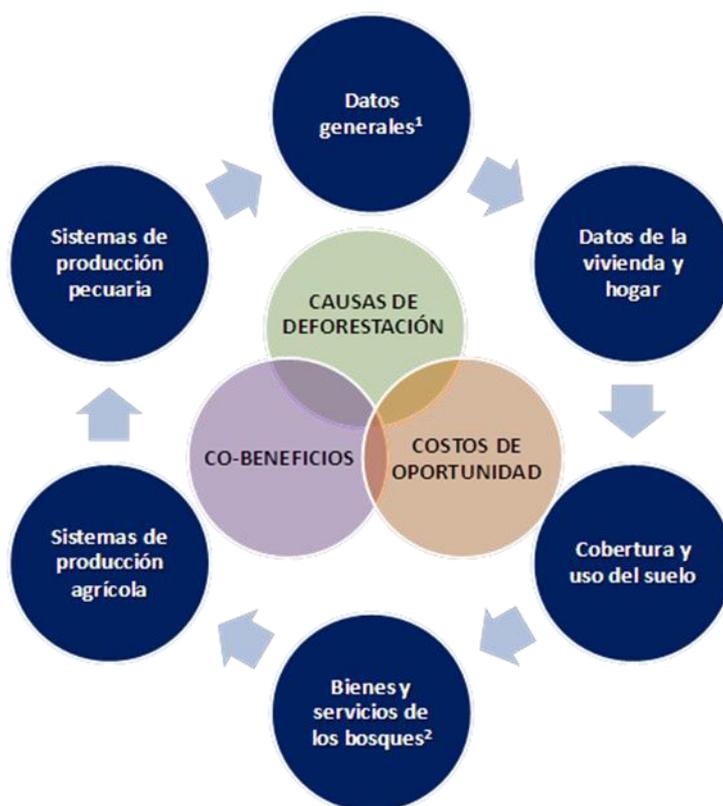
<b>A</b>	Datos generales (ubicación geográfica y biofísica)	<b>Datos generales</b>
<b>B</b>	Caracterización de los miembros del hogar	
<b>C</b>	Datos de vivienda y del hogar	<b>Causas de deforestación</b>
<b>D</b>	Cobertura y uso del suelo	
<b>E</b>	Aprovechamiento de bienes y servicios de los bosques	<b>Co-beneficios</b>
<b>F</b>	Fuentes hídricas y biodiversidad	
<b>G</b>	Sistemas de producción agrícola	<b>Costos de oportunidad</b>
<b>H</b>	Sistemas de producción pecuaria	

Como se puede observar, el ajuste metodológico propone:

- Mantener las dos primeras secciones A y B relacionadas al levantamiento de información general correspondiente a los *datos generales*, referentes a la ubicación geográfica y biofísica de las viviendas; y la *caracterización de los miembros del hogar*, referentes a datos sobre edad, sexo, educación, actividad económica, etc.
- Reorganizar las siguientes seis secciones en base a los tres objetivos del componente socioeconómico de la ENF. Es decir, se plantea enfocar las secciones C y D (*datos de vivienda y hogar* y *cobertura y uso del suelo*) en el objetivo de causas de deforestación; las secciones E y F (*aprovechamiento de bienes y servicios de los bosques* y *las fuentes hídricas y biodiversidad*) en el objetivo de co-beneficios; y las secciones G y H (*sistemas de producción agrícola y pecuaria*) en el objetivo de costos de oportunidad.
- Eliminar las secciones I (*dificultades en la producción agropecuaria*), J (*seguridad alimentaria*), K (*organización*) y L (*Programa Socio Bosque*), ya que los elementos más importantes de estas secciones podrían ser incluidos dentro de la nueva estructura; y de esta manera, se evitaría incorporar información que no tiene mayor relevancia para responder a los tres objetivos.

En este sentido, el nuevo esquema de la encuesta de hogares plantea básicamente seis secciones, una para datos generales y cinco enfocadas a responder los tres objetivos de la ENF, como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 49. Relación de secciones de información y objetivos de la ENF.



<sup>1</sup>. Incluye datos de ubicación geográfica y biofísica; y caracterización de los miembros del hogar.

<sup>2</sup>. Incluye fuentes hídricas y biodiversidad

### 5.11.2. Análisis de las variables en base a los tres objetivos de la ENF

Como se mencionó anteriormente, resulta fundamental definir el alcance conceptual de los tres objetivos de la ENF, con el fin de analizar las variables planteadas en la encuesta piloto en función de

su relevancia para responder a estos objetivos en el marco de una implementación nacional. Si bien muchas de las variables de cada sección pueden responder a más de un objetivo, es importante considerar una estructura que permita clasificar las variables para facilitar su interpretación y posterior análisis; por lo que el ajuste metodológico propone que las variables respondan directamente al menos a uno de los tres objetivos.

Las siguientes subsecciones presentan algunas consideraciones para definir el marco conceptual de cada objetivo, y el análisis de las variables más relevantes que deberían ser consideradas para una implementación nacional de la encuesta.

#### 5.11.2.1. Causas de la deforestación

La metodología plantea como objetivo específico “identificar las causas motrices de la deforestación o la conservación de los bosques, a través de un análisis socioeconómico representativo de los diferentes actores y políticas relacionados con los bosques.” En este sentido, a continuación se presentan algunas de las consideraciones que pueden tomarse en cuenta para delimitar el marco conceptual de las variables de la encuesta piloto que responden al objetivo sobre las causas de deforestación.

##### 5.11.2.1.1. Definición de bosques

Los bosques tropicales cubren alrededor del 7% de la superficie terrestre del planeta, pero son el hábitat de al menos la mitad de la biodiversidad terrestre del planeta (Dupuy *et al.*, 1999). Estos bosques también tienen un valor invaluable para la humanidad por el suministro de bienes económicos (tales como alimentos, madera y leña), la biodiversidad y servicios ecosistémicos a escala local, regional y mundial.

La definición de bosques de la FAO estipula que un bosque se define como “Tierra que abarca más de 0.5 hectáreas con cubierta de árboles cuya altura es superior a 5 metros y una cubierta de copas de más del 10 por ciento, o árboles capaces de alcanzar estos límites mínimos *in situ*”.

##### 5.11.2.1.2. Deforestación

A nivel mundial se estima que hasta el 50% de los bosques tropicales han sido deforestados (Lewis, 2006), lo que representa uno de los cambios más significativos de uso del suelo antropogénicos en la historia. Un factor clave de este cambio ha sido la conversión y la explotación de los bosques para satisfacer la creciente demanda mundial de materias primas, como la madera y el papel, minerales, petróleo y gas, y alimentos y biocombustibles.

La deforestación también tiene un impacto económico sobre la capacidad de producción agrícola, ya que causa impactos sociales y ambientales significativos a nivel local y nacional.

Con respecto a las variables utilizadas para determinar el uso de leña y carbón, es importante considerar que si bien es necesario entender la relación del uso de estos recursos en las tendencias de la deforestación y degradación de los bosques a nivel nacional, la encuesta de hogares de la ENF no es necesariamente el espacio apropiado para levantar esta información histórica relacionada a estos recursos. Por lo tanto, dentro de un contexto nacional, estas preguntas deberían eliminarse de la nueva estructura de la encuesta. De la misma manera, las preguntas relacionadas a los temas sobre abastecimiento de agua, basura, alumbrado y el consumo de gas deben revisarse en el contexto de la aplicación de un análisis a nivel nacional, ya que estas variables deben reorientarse a responder a uno de los tres objetivos. Por ejemplo, si se decide mantener variables relacionadas al abastecimiento de agua, tomando en cuenta el vínculo de las personas que obtienen agua de los ríos y su dependencia de los recursos de los bosques, debería estar claro cómo se va a analizar los resultados del levantamiento de esta información con respecto a los objetivos.

#### 5.11.2.1.3. Degradación de los bosques

La encuesta piloto incluye preguntas relacionadas a la posesión de animales domésticos y silvestres. A pesar de que la inclusión de estas preguntas fue solicitada por la Dirección Nacional de Biodiversidad del MAE, el grupo de trabajo del taller de expertos realizado para la revisión de la metodología, sugirió considerar la relevancia de estas variables dentro de un marco de degradación de los bosques y no de deforestación. En este contexto, es importante considerar los aspectos metodológicos que implicaría el análisis de este tipo de variables. En este sentido, y con el objetivo de incluir sólo aquella información fácilmente cuantificable y comparable a nivel nacional, las preguntas relacionadas a los animales domésticos y silvestres deberían eliminarse. De esta manera, se mantendría en esta sección sólo aquella información que tendría un impacto directo sobre la deforestación.

#### 5.11.2.1.4. Derechos de propiedad de tierra

Es importante tener claridad en la definición de propiedad de tierra a nivel individual y comunitario para facilitar el análisis de resultados, ya que las áreas/superficies de las tierras comunitarias pueden ser mucho más extensas que las tierras individuales, lo que a su vez puede causar sesgos en la información al momento de analizar los datos. Por otro lado, si bien resulta interesante conocer el estatus legal de la propiedad de las tierras distribuidas a nivel nacional, es necesario reconocer la dificultad que representa el levantamiento de esta información en el campo. Por lo que, la encuesta no sería el instrumento más apropiado para este fin, en este contexto sería interesante explorar alianzas estratégicas entre el MAE y el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), para realizar esfuerzos conjuntos de investigación sobre estos temas para beneficio de ambas instituciones.

#### 5.11.2.1.5. Áreas de conservación

Dentro de una implementación nacional, sería pertinente considerar las áreas prioritarias de conservación y aquellas zonas donde se encuentran bosques de importancia, tomando en cuenta que los criterios de análisis pueden variar considerablemente si se trata de gente que tiene una relación directa con bosques dentro de estas áreas prioritarias de conservación. Además, otra razón por la que debe considerarse es porque se podría focalizar de mejor manera el estudio en zonas que se conoce existe el interés de conservar.

#### 5.11.2.1.6. Gobernanza

La consideración de los contextos locales de los pueblos indígenas y comunidades locales, con su respectiva gobernanza, resulta fundamental. Es decir, se debe considerar incluir una variable que ayuda levantar información sobre cuál es el escenario de gobernanza de los bosques, tanto a nivel local como nacional.

#### 5.11.2.1.7. Bosques y pobreza

Si bien la pobreza por sí sola no conduce la deforestación, los indicadores de pobreza son importantes en el contexto de las comunidades que viven en zonas de alta cobertura forestal, ya que éstas tienden a tener altas tasas de pobreza, y una dependencia relativamente alta de los bosques y los productos forestales como medios de subsistencia de vida (Sunderlin *et al.*, 2007). En este sentido, se debe considerar el impacto que la deforestación puede tener sobre los medios de vida de las personas, lo que a su vez, depende de interacciones entre múltiples factores interconectados.

El efecto potencialmente devastador de la deforestación y degradación de los bosques sobre la pobreza de los pueblos indígenas y las comunidades locales debe ser una consideración importante en la planificación social y económica. De esta manera, se resalta la necesidad de contar con disponibilidad de datos para utilizar indicadores de pobreza a nivel local, que permitan analizar a mayor profundidad la relación de las personas en situaciones de pobreza con los medios de vida de los bosques.

#### 5.11.2.1.8. Infraestructura vial

La mejora de la infraestructura vial implica por lo general un impacto positivo en la integración del mercado interno. No obstante, esto a su vez puede causar un aumento en la presión sobre los bosques, debido al incremento de actividades extractivas, la conversión agrícola y la llegada de migrantes colonos. Asimismo, una mayor fragmentación de la propiedad conduce a aumentar la presión sobre los bosques (Holand, *et al.*, 2013).

Si bien existe información secundaria de mucha utilidad, es importante conseguirla para triangular la información primaria levantada en campo; por ejemplo, la información oficial sobre la red vial.

#### 5.11.2.2. Co- beneficios

La metodología plantea como objetivo específico “conocer las diferentes formas de relación de los actores locales con los diferentes tipos de bosques del Ecuador, con base en sus diferencias socioeconómicas y socioculturales.” En este sentido, a continuación se presentan algunas de las consideraciones que pueden tomarse en cuenta para delimitar el marco conceptual de las variables de la encuesta piloto que responden al objetivo sobre los co-beneficios. Sin embargo, es necesario resaltar que existe un limitante importante con respecto a la disponibilidad de información que puede ser utilizada para analizar los co-beneficios de los bosques a nivel nacional.

##### 5.11.2.2.1. Servicios ecosistémicos

En el caso del Ecuador, se evidencia la complejidad por la red interdependiente de plantas, animales, microorganismos y los pueblos indígenas y las comunidades locales coexisten e interactúan dentro de las áreas de bosques. Además de su valor intrínseco, la inmensa biodiversidad contenida en los bosques del Ecuador actúa como una reserva de capital natural que proporciona muchos servicios ecosistémicos vitales, de importancia tanto local como mundial.

Una gran parte del valor de los bosques del Ecuador puede atribuirse a los llamados servicios de regulación, aquellos servicios obtenidos del control natural de los procesos de los ecosistemas, y pueden incluir la regulación del clima local y la calidad del aire; el secuestro y almacenamiento de carbono; la regulación del agua; la prevención de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo; la moderación de las inundaciones, las tormentas y deslizamientos de tierra; la regulación de plagas y enfermedades transmitidas por vectores; así como los cultivos comerciales de sistemas agroforestales importantes – como el cacao y el café de sombra – que dependen de la polinización animal.

Los enfoques económicos convencionales dejan fuera de su ámbito de estudio la inclusión en el análisis de la mayoría de los servicios ecosistémicos. El crecimiento económico mundial ha sido posible, en gran medida, a costa del entorno ambiental; y esto, en combinación con la escasez que caracteriza a los recursos naturales y la capacidad limitada del medio ambiente para absorber/asimilar la contaminación ha dado como resultado un deterioro significativo y progresivo del medio ambiente.

La deforestación y degradación forestal, por ejemplo, causan una pérdida importante en la provisión de servicios ecosistémicos de los bosques, lo cual a su vez tiene un impacto significativo en la seguridad alimentaria, la provisión de agua, la salud y los medios de subsistencia de las poblaciones locales.

Además, como resultado de la deforestación y el cambio del uso del suelo, los servicios de regulación del clima que proporcionan los bosques también están amenazados. La deforestación y la degradación de los bosques tropicales es una causa importante de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, lo que representa alrededor del 10% de nuestras emisiones de CO<sub>2</sub> anuales globales (IPCC, 2013).

#### 5.11.2.2.2. Productos forestales no maderables

A nivel mundial, alrededor de mil millones de personas dependen de los bosques para sus medios de vida básicos (Sunderland *et al.*, 2013). Los productos forestales no maderables alimenticios —como la carne de animales silvestres, nueces y frutas—, son fundamentales para la seguridad alimentaria para los pueblos indígenas y comunidades locales. Además los bosques son los proveedores esenciales de los productos de la salud a nivel local, nacional y global. Entre el 75% y el 90% de las personas en los países en desarrollo dependen de los productos naturales (muchos de los bosques) como su fuente principal para insumos médicos (UNFF, 2012).

#### 5.11.2.2.3. Bosques y energía

Es importante resaltar el rol que tienen los bosques para la producción de energía hidroeléctrica, a través de su suministro de lluvias, la regulación de la escorrentía superficial, y la reducción de la sedimentación en las represas y ríos a escala regional. Esta consideración resalta el impacto económico que la deforestación puede tener en la generación de energía hidroeléctrica, y la seguridad energética, a nivel nacional. Para esto sería importante contar con datos oficiales de las hidroeléctricas a nivel nacional.

#### 5.11.2.2.4. Valores culturales y recreacionales

Es imprescindible tener en cuenta las diferentes categorías de valores de los bosques a ser considerados en una implementación de la encuesta a nivel nacional. La importancia de considerar los valores culturales y/o espirituales resulta fundamental para la toma de decisiones; sin embargo, dichos valores no son fácilmente cuantificables.

Dentro de los beneficios no materiales obtenidos de los bosques se encuentran por ejemplo, los servicios culturales que incluyen: i) turismo de naturaleza, que se refiere al valor que tienen los ecosistemas naturales como lugares donde las personas pueden descansar, relajarse y divertirse; ii) paisaje, que se refiere al valor que asignan las personas al disfrute de los paisajes de áreas naturales y entornos estéticamente agradables; y iii) investigación, que se refiere al valor que tienen los ecosistemas naturales al brindar oportunidades para estudiar la naturaleza, la educación ambiental y funcionar como laboratorio de campo para la investigación científica. Todos estos valores tienen gran relevancia especialmente en un país megadiverso como es el Ecuador.

#### 5.11.2.3. Costos de oportunidad

La metodología plantea como objetivo específico “realizar un análisis de la contribución de los bienes y servicios de los bosques a la economía de las familias locales.” En este sentido, a continuación se presentan algunas de las consideraciones que pueden tomarse en cuenta para delimitar el marco conceptual de las variables de la encuesta piloto que responden al objetivo sobre los costos de oportunidad.

##### 5.11.2.3.1. Definición de costos de oportunidad

Los costos de oportunidad surgen de los ingresos perdidos al renunciar a la deforestación o los costos de adoptar un uso forestal más sostenible; estos costos varían espacial y temporalmente. Los costos de oportunidad pueden aumentar cuando los mercados son accesibles, cuando hay menor suministro de madera, cultivos, etc., cuando se incluyen más *drivers*<sup>50</sup> de deforestación en la modelación y cuando se incluyen nuevos *drivers* (como biocombustibles) en lugar de extrapolar los pasados. Por otro lado, los costos de oportunidad pueden disminuir cuando existe una mayor reducción de emisiones por hectárea protegida (Angelsen, 2008).

---

<sup>50</sup> Se entiende el término “drivers” como aquellas actividades que conducen a la deforestación y la degradación forestal.

#### 5.11.2.3.2. Sector forestal

Se estima que el sector forestal contribuye con alrededor del 1% del total del PIB y con 1% de las exportaciones totales (Banco Central del Ecuador, 2012). Si bien la contribución del sector a la economía nacional puede considerarse limitada, es importante resaltar que la industria forestal en el Ecuador tiene un papel importante en la generación de ingresos y empleo (Mejía y Pacheco, 2013).

La demanda y oferta total de madera no están contabilizadas porque los datos oficiales cubren únicamente la porción que proviene de aprovechamientos autorizados, puesto que mientras que el Sistema de Administración Forestal (SAF) registra los volúmenes de madera legal, se desconocen los volúmenes que son comercializados de manera informal.

#### 5.11.2.3.3. Recursos maderables

Varios estudios evidencian que los recursos forestales maderables pueden representar una fuente importante de ingresos para los pequeños agricultores y familias rurales, ya que pueden contribuir con la generación de liquidez para la economía familiar (CIFOR, s/f ; Angelsen *et. al.*, 2001; Muzo *et. al.*, 2013). A menudo, los bosques representan un recurso importante para enfrentar las crisis financieras de las familias, por lo que el aprovechamiento de madera cumple particularmente una función importante para solventar gastos esenciales de las familias relacionados con la salud, educación, alimentación y vivienda.

De la misma manera, varios estudios analizan los factores que afectan la dependencia de los ingresos forestales (Mejía y Pacheco, 2013). Factores como la etnia (colonos e indígenas), la posesión de activos (motosierras) y la distancia a la ciudad principal, tienen un impacto positivo sobre la dependencia de ingresos forestales. Mientras que se destacan los ingresos por la agricultura y el trabajo fuera de la finca, además de la ubicación (provincia), como los factores que tienen un efecto negativo sobre la dependencia de los ingresos forestales. De esta manera, se resalta la importancia de considerar en la encuesta a nivel nacional, las diferentes fuentes de ingresos, incluyendo variables relacionadas con los ingresos obtenidos fuera del hogar y terreno familiar.

#### 5.11.2.3.4. Actividades agropecuarias

La relación entre los bosques, la deforestación y los medios de vida es compleja. Los medios de vida de las personas que dependen de los bosques pueden ser ambos amenazados por la deforestación o, si aumentan los ingresos como consecuencia de la agricultura, pueden ser sustentados.

Los bosques tropicales son actualmente la fuente de más de 5.000 productos que se comercializan en el mercado (CBD, 2009), y aquellas de especial importancia en el Ecuador son el aceite de palma, la pulpa y el papel, y la madera. La producción y el comercio de estos productos básicos ha proporcionado importantes beneficios económicos para quienes los producen. Sin embargo, a pesar de las contribuciones valiosas al desarrollo económico, la demanda mundial de esos productos básicos está impulsando la rápida conversión de bosques tropicales – en los países como el Ecuador – en tierras agrícolas.

La mayor parte de la deforestación y degradación causada por la expansión de la frontera agrícola y ganadera es impulsada por una serie de interacciones complejas con varios factores económicos, demográficos e institucionales indirectos o subyacentes. Por ejemplo, la construcción de vías para acomodar a la expansión de centros poblados, o para mejorar el acceso a los mercados a fin de reducir la pobreza en las zonas rurales, puede facilitar y conducir la extracción de madera y/o la expansión agrícola. Dicha expansión es, a su vez, a menudo apoyada por factores institucionales, como la gobernanza limitada, además de factores socioeconómicos como la inversión del sector financiero internacional, que pueden ejercer influencia desde fuera de la región (Geist y Lambin, 2002).

En términos de los agentes directos de deforestación más importantes, se puede mencionar la agricultura comercial, seguida por la agricultura de subsistencia. Estos agentes en conjunto

representan alrededor del 80% de la deforestación en países tropicales y subtropicales, siendo la tala para madera y papel, responsables de la mayoría de los impactos de la degradación de los bosques. Adicionalmente – y fundamental para un análisis de la deforestación y degradación de los bosques ecuatorianos –, se puede mencionar la recolección de leña, producción de carbón y los incendios no controlados.

#### 5.11.2.3.5. Aprovechamiento forestal

En reconocimiento a la importancia del aprovechamiento forestal, para la implementación nacional del estudio socioeconómico, se sugiere separar las variables relacionadas con este tema dentro de una sección adicional orientada a responder el objetivo de costos de oportunidad.

Uno de los aspectos más relevantes dentro del aprovechamiento forestal son los costos asociados a la forma de aprovechamiento. Por ejemplo, la obtención de los permisos para realizar el aprovechamiento forestal conlleva tanto costos fijos como costos de transacción que pueden variar, dependiendo del tipo de mecanismo utilizado para la extracción, el tipo de la formación boscosa y el volumen aprovechado. Si bien existen programas específicos para diferentes formas de aprovechamiento; los costos asociados a la aplicación de la normativa para la legalización del aprovechamiento forestal constituyen barreras institucionales importantes, particularmente desde el punto de vista del propietario del predio que no posee la capacidad de pago, por lo cual recurre a terceros (intermediarios) para obtener la liquidez y cumplir con los trámites (FAO, 2012).

Los requisitos para el procesamiento de los programas implican costos directos e indirectos para los finqueros e intermediarios. Los *costos directos* se refieren a los pagos formales realizados al MAE y otras entidades del Estado como el Servicio de Rentas Internas (SRI), notarías públicas y municipalidades. Mientras que los *costos indirectos* están relacionados con los costos de transacción en los que tienen que incurrir los actores para tramitar los programas de aprovechamiento como, por ejemplo, transporte y pagos de jornales a finqueros, entre otros. Ambos costos varían y dependen sobre todo del volumen de metros cúbicos que serán aprovechados, del tamaño de la propiedad y de la distancia a la ciudad.

En relación al aprovechamiento en pequeña escala, es difícil determinar los costos y beneficios debido a que distintos factores hacen que los costos fijos de este tipo de aprovechamiento presenten una variación relativamente grande. Estos costos están asociados a las condiciones específicas de cada aprovechamiento que pueden estar vinculados a diferentes factores, como distancias a mercados, participación del finquero, tipo de mano de obra, distancia a la finca y especies disponibles, entre otros. Esta diversidad dificulta la posibilidad de establecer tendencias claras en cuanto a los costos y beneficios de estas operaciones (Mejía y Pacheco, 2013).

La variabilidad de los costos es relativamente alta para las diferentes operaciones forestales debido a las diversas dimensiones de los distintos productos que se obtienen. En este sentido, la encuesta a nivel nacional debería contemplar unidades de medida que faciliten su comprensión y comparación, como por ejemplo, definir las unidades para las principales especies en metros cúbicos.

Otros factores que tienen una alta incidencia sobre los costos y beneficios de los aprovechamientos de pequeña escala incluyen la participación del finquero en el aserrío; la distancia promedio al camino; y el tipo de madera (dura o blanda) que es aprovechada. Estos factores inciden principalmente en los costos de mano de obra e insumos.

A pesar de los avances logrados por la Autoridad Nacional Ambiental con respecto a la información del aprovechamiento forestal, todavía persiste la informalidad en el aprovechamiento a pequeña escala de los bosques (Mejía y Pacheco, 2013), lo que está posiblemente asociado a las barreras institucionales y costos de transacción (FAO, 2012). La informalidad en el aprovechamiento y movilización de la madera ha sido reconocida por varios estudios (Añazco, *et al.*, 2010; MAE, 2011; Vásquez, 2011); sin embargo, fuera de estudios de casos específicos, existe poca evidencia sólida sobre la magnitud de los aprovechamientos informales. Esto representa un obstáculo significativo

para la disponibilidad de datos reales dentro de cualquier investigación y, por lo tanto, puede causar sesgos importantes en los resultados. En este contexto, el rol de las oficinas centrales y regionales del MAE tiene un rol fundamental en el apoyo técnico para el levantamiento de información en campo, para poder realizar un acercamiento apropiado en las zonas de interés para la implementación del estudio socioeconómico de la ENF a nivel nacional.

#### 5.11.2.3.6. Sistemas de producción agroforestal

Debido a la importancia de los cultivos comerciales (como café y cacao) provenientes de sistemas agroforestales a nivel nacional, es necesario resaltar dentro de la encuesta para implementación nacional, la producción de sistemas agroforestales como una variable separada de los sistemas de producción agrícola.

#### 5.11.2.3.7. Especies maderables

Sería interesante considerar la posibilidad de contar con una base de datos sobre las especies maderables más importantes a nivel nacional, con el fin de poder tener un punto de referencia al momento de realizar el análisis. Por ejemplo, se pueden considerar las especies duras que generan mayores ingresos por metro cúbico; como manzano, chuncho, arenillo y copal. Así como las especies blandas que si bien tienen valores menores, se comercializan en los mercados locales y externos, especialmente en el sector de la construcción; como el doncel, guarango, sapote, ceibo y tamburo.

Finalmente, en el análisis del objetivo relacionado a los costos de oportunidad, es importante considerar dos ámbitos fundamentales: la fuente de ingresos provenientes de los bosques y los costos asociados a la explotación o conservación de los mismos.

Cuadro 80. Comparativo ingresos – costos provenientes de los bosques.

Ingresos	Costos
i) de la venta de madera	i) costos de extracción; pérdidas por transformación
ii) de la venta de productos forestales no maderables (PFNM)	ii) costos de extracción; pérdidas por transformación
iii) de la venta de productos de sistemas agroforestales	iii) costos de establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales
iv) de la venta de la producción agrícola	iv) insumos de establecimiento y mantenimiento (costos de producción); costos de transporte; costos de mano de obra
v) de la venta de la producción pecuaria	v) compra del ganado y mantenimiento; costos de transporte; costos de mano de obra
vi) ingresos por ecoturismo	vi) costos de establecimiento y mantenimiento
vii) Programa Socio Bosque (PSB)	vii) costos de oportunidad por no convertir el bosque; además de los costos asociados a las actividades de control y vigilancia, etc.
viii) ingresos por venta de Reducciones Certificadas de Emisiones ( <i>Certified Emission Reductions</i> – CER)	viii) costos de oportunidad por no convertir el bosque

5.11.3. Hoja de ruta para una posible implementación nacional de la metodología del componente socioeconómico de la Evaluación Nacional Forestal.

Figura 50. Hoja de ruta para implementación de metodología del componente socioeconómico de la ENF



En esta parte se establece a grandes rasgos la secuencia de pasos que deben ser considerados para una posible implementación nacional de la metodología del componente socioeconómico de la ENF. Se plantea la ejecución del proceso de implementación nacional a lo largo de doce meses, dividido principalmente en cuatro fases: (1) preparación; (2) levantamiento de información; (3) sistematización y análisis de resultados; y (4) retroalimentación y monitoreo. A continuación se especifican los detalles para cada fase de implementación, así como las actividades contempladas para cada fase.

#### 5.11.3.1. Fase 1. Preparación

##### 5.11.3.1.1. Definición del nivel de análisis

En el marco de implementación a nivel nacional, es importante identificar las lecciones aprendidas del estudio piloto realizado en la provincia de Sucumbíos. En este sentido, considerando los ajustes que se deben realizar a la metodología, podría ser necesario realizar un segundo proceso de pilotaje en otras regiones del país antes de implementar la metodología a nivel nacional, con el fin de garantizar la relevancia de los resultados obtenidos en campo.

Por otro lado, con respecto a los tomadores de decisión, es importante considerar la necesidad de evaluar los objetivos planteados para el componente socioeconómico de la Evaluación Nacional Forestal (ENF), tomando en cuenta los cambios institucionales que ha experimentado el equipo técnico de la ENF. Es decir, es importante definir si el nivel y detalle de la información que se busca levantar es el adecuado para la implementación de un estudio a nivel nacional en función de responder a los tres objetivos del componente socioeconómico de la ENF: causas de deforestación, co-beneficios y costos de oportunidad.

##### 5.11.3.1.2. Definición de las áreas del estudio, por ejemplo a nivel provincial, áreas prioritarias de conservación, etc.

Para este segundo punto podría utilizar como instrumento de apoyo el estudio sobre Identificación de los factores promotores de la Deforestación y elaboración de un Modelo de Riesgos y Tendencias (Sierra et al., 2013). Este estudio resulta interesante, ya que detalla tanto la conformación y descripción de grupos de procesos productivos homogéneos y de deforestación del Ecuador, así como la elaboración de modelos espacialmente explícitos sobre el riesgo de deforestación actual para 13 zonas del país: Amazonía Norte, Centro y Sur; Esmeraldas Norte y Piedemonte Costa Norte; Manabí Norte y Sur de Esmeraldas; Manabí Centro; Cordilleras y Valles Semi-secos de la Costa Central; Cuenca del Río Guayas; Bosques y Valles Semi-secos del Sur; Piedemonte Andino Costa Occidental Norte; Estribaciones Occidentales de los Andes Sur; Sierra Norte y Centro.

El estudio identifica los agentes y factores que promueven o reducen la deforestación en el Ecuador a nivel regional y nacional; y al mismo tiempo, elabora un modelo de riesgos y tendencias de deforestación en base a tres elementos: los resultados del Mapa Histórico de Deforestación (MAE, 2012), las estadísticas nacionales relevantes sobre uso del suelo y demografía; y encuestas a actores claves a nivel regional y nacional. Los resultados de los modelos, y su interpretación en base al modelo lógico de funcionamiento del sistema de uso del suelo identificado, con sus agentes y promotores, han sido comparados con la distribución actual de las áreas de conservación del MAE que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y los predios del Programa Socio Bosque (PSB).

#### 5.11.3.1.3. Fortalecimiento de capacidades para levantamiento de información y análisis de resultados (procesos de capacitación multidisciplinaria)

Se plantea, además, la necesidad de fortalecer las capacidades interdisciplinarias dentro de los equipos de encuestadores tanto en temas técnicos y sociales, con el fin de maximizar el proceso de levantamiento de información desde varios niveles de análisis, y de esta forma buscar obtener resultados validados para mejorar su relevancia e interpretación a nivel nacional.

#### 5.11.3.2. Fase 2. Levantamiento de información

Una vez que se definan las zonas de estudio y que se delimite el marco conceptual de análisis para los tres objetivos planteados, es importante definir el proceso de levantamiento de información en base tanto a información primaria como secundaria.

##### 5.11.3.2.1. Información primaria

El estudio del componente socioeconómico de la ENF debería enfocarse exclusivamente en el levantamiento de información socioeconómica y utilizar los datos del Inventario Nacional Forestal para complementar la información biofísica relacionada al estado de los bosques a nivel nacional. Por otro lado, se podría incluir un análisis espacial, ya que se cuenta ya con fuentes interesantes de este nivel de información que podrían facilitar el análisis a un nivel más fino de muestreo que sería más beneficioso para la implementación del estudio a nivel nacional.

Una consideración metodológica importante que se debe tomar en cuenta es el acercamiento con las autoridades pertinentes, puede ser la junta parroquial o líderes comunitarios, previo a la implementación de las encuestas en campo; ya que esto resulta sumamente importante para socializar los objetivos y las herramientas que serán implementados.

##### 5.11.3.2.2. Información secundaria

El proceso de investigación secundaria resulta fundamental incluso previo al levantamiento de información primaria, debido a la importancia de complementar la información levantada en campo. Es decir, se debería considerar los beneficios que se podrían obtener a través de la revisión de información ya existente de instituciones públicas, privadas, ONG y universidades para poder unificar la información disponible, ya que al combinar información se puede ahorrar tiempo y recursos económicos. En este sentido, resulta importante incluir métodos complementarios para triangular información obtenida.

#### 5.11.3.3. Fase 3. Sistematización y análisis de información

Una vez que se recopila toda la información levantada en campo, es necesario contar con un proceso claro para la sistematización de información a nivel nacional que permita identificar puntos comunes en el análisis de las variables de las diferentes regiones del país consideradas en el estudio.

Con el fin de enlazar las relaciones entre las variables analizadas, sería interesante considerar la construcción de una base de datos basada en la sistematización de la información obtenida de la implementación de la metodología a nivel nacional, que permita una fácil interpretación de los datos por parte de diferentes actores, como por ejemplo, la academia, ONG, tomadores de decisiones, etc. De esta manera, esta base de datos debe ser de libre acceso, lo que implica que también debe ser una herramienta comprensiva, amigable con el usuario y que pueda utilizarse tanto a nivel nacional como internacional.

En un contexto nacional, es importante resaltar que el análisis de las variables debe estar completamente orientado a responder los objetivos definidos dentro del componente socioeconómico de la ENF.

#### 5.11.3.4. Fase 4. Retroalimentación y monitoreo

Finalmente, se debería considerar la inclusión de un proceso de retroalimentación en lugares estratégicos a nivel nacional, con el fin de socializar los resultados del estudio socioeconómico y recibir insumos adicionales para el análisis posterior de la información. Es decir, en un proceso de implementación nacional resulta importante considerar la importancia de incluir una fase de retroalimentación para compartir los resultados obtenidos con los participantes del proceso, ya que esto puede ser beneficioso para contribuir con procesos posteriores de monitoreo, así como para favorecer procesos de difusión de conocimiento e información sobre el estado de los bosques.

Con respecto a actividades de monitoreo, es importante considerar aquellos recursos necesarios para realizar actividades de monitoreo, a través de la institucionalización del proceso, de tal manera que se pueda registrar la información durante periodos determinados de tiempo, por ejemplo, cada cinco años.

En el caso de definir el componente socioeconómico de la ENF como un proceso continuo de levantamiento y monitoreo de información socioeconómica con respecto a los bosques, el rol de una institución como el INEC resulta fundamental. En este sentido, se plantea la necesidad de realizar alianzas estratégicas tanto con el INEC como con otras instituciones clave (Programa Socio Bosque, academia, ONG, organizaciones provinciales, etc.). De esta manera, se puede contribuir con el mismo objetivo de mejorar la disponibilidad de información del estado de los bosques a nivel nacional, a través de procesos de trabajo conjunto para beneficio de varias instituciones.

Cuadro 81. Propuesta hoja de ruta para implementación

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Fase / Actividad</b>												
<b>1. Preparación</b>												
Reunión de planificación	■											
Elaboración del cronograma acordado entre los actores claves	■											
Análisis de lecciones aprendidas del estudio piloto en Sucumbios	■											
Definición del nivel de análisis		■										
Definición de las áreas del estudio		■										
Formación de equipos técnicos		■	■									
Procesos de capacitación multidisciplinaria		■	■	■								
<b>2. Levantamiento de información</b>												
Proceso de acercamiento con las autoridades pertinentes			■									
Recopilación de información espacial pertinente para el análisis			■									
Información secundaria (disponible de instituciones públicas, privadas, ONG y universidades)			■	■								
Información primaria en campo				■	■	■	■	■	■			
<b>3. Sistematización y análisis de información</b>												
Sistematización de información					■	■	■	■	■			
Construcción de una base de datos					■	■	■	■	■	■		
Análisis de información								■	■	■	■	
<b>4. Retroalimentación y monitoreo</b>												
Procesos de retroalimentación en lugares estratégicos a nivel nacional											■	■
Formación de alianzas estratégicas											■	■
Diseño e inicio de actividades de monitoreo												■

## 5.12. Bibliografía

- Angelsen, A., Brockhaus, M., Sunderlin, W.D. and Verchot, L.V. (eds) 2012 Analysing REDD+: Challenges and choices. CIFOR, Bogor, Indonesia. Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A., 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*.
- Bertzky, M., Ravilious, C., Araujo Navas, A.L., Kapos, V., Carrión, D., Chiu, M., Dickson, B. 2011. Carbono, biodiversidad y servicios ecosistémicos: Explorando los beneficios múltiples. Ecuador. UNEP-WCMC, Cambridge, Reino Unido.
- CAT-AR, The Carbon Assessment Tool for Afforestation. 2011. The World Bank. Climate Change Team, ENV.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). 2010. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2010. Informe Nacional Ecuador (en línea). Consultado 20 mar. 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/al495s/al495s.pdf>
- Forest Trends 2013. Covering New Ground State of the Forest Carbon Markets. A Report by Forest Trends' Ecosystem Marketplace.
- Gálmez V. y Kómetter R. 2009. Perspectivas y posibilidades de REDD+ en Bosques Andinos. Serie Investigación y Sistematización # 11. Programa Regional ECOBONA - INTERCOOPERATION. Lima, Perú.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, DE). 2011. Estudio Técnico: Secuestro de Carbono en Biomasa Aérea en Sistemas Agroforestales de Cacao y Café ubicados en la Reserva de Biosfera Sumaco, Quito, EC. 44p.
- Gonzalez, C.; Galindo, G.; Robles, M.; Rosero, E.; Sarango, O.; Velasco, C. 2011. Gobernanza forestal en el Ecuador. Ministerio del Ambiente. 28p.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme Technical Support Unit, Penman, J.; Gytarsky, M.; Hiraishi, T.; Krug, T.; Kruger, D.; Pipatti, R.; Buendia, L.; Miwa, K.; Ngara, T. (eds).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston H.S.; Buendia L.; Miwa K.; Ngara T.; Tanabe K. (eds). IGES, JP.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Metz, B.; Davidson, O.R.; Bosch, P.R. Dave, R.; Meyer, L.A. (eds). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. NY, US.
- López, M. 2004. Oportunidades para Proyectos de Secuestro de Carbono en Ecuador (en línea). X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Guayaquil, Noviembre. Consultado Mar. 2014. Disponible en <http://www.secsuelo.org/congresos.html>.
- López, M.; de Konning, F.; Paredes, E.; Benítez, P. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente de Ecuador. Investigaciones de Bosques Tropicales. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Postfach 5180. D-65726 Eschborn, DE. 34p.

- MDL. 2012. Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities. Version 3.0. Consultado Ene. 2014. Disponible en [http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v1.1.0.pdf/history\\_view](http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v1.1.0.pdf/history_view)
- Medina, G., P. Mena & C. Josse (Eds.). 1999. El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1. GTP/Abya Yala. Quito.
- Mejía E y Pacheco P. 2013. Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana. Occasional Paper 97. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE)/ Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OITM). 2011. Aprovechamiento de Recursos Forestales en el Ecuador (Periodo 2010) y Procesos de Infracciones y Decomisos. Quito.
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. 2009. Segundo Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito
- Ministerio del Ambiente de Ecuador. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, Ecuador 2011 (en línea). Ministerio del Ambiente/Subsecretaría de Cambio Climático, Dirección Nacional de Mitigación del Cambio Climático, Dirección Nacional de Adaptación al Cambio Climático (en línea). Gráficas Arboleda. Quito. Consultado Oct. 2013. Disponible en <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf>
- Mittermeier, R. ET AL. 1997. Megadiversity: Earth's Biologically Wealthiest Nations. CEMEX. Mexico, D.F.
- Nasi, R., and P. G. H. Frost. 2009. Sustainable forest management in the tropics: is everything in order but the patient still dying? *Ecology and Society* 14(2): 40. (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art40>.
- Neira, D, Van Den Berg, B., de la Torre, F., Grütter., J. 2007. El MDL en Ecuador: retos y oportunidades Un diagnóstico rápido de los avances y perspectivas de la participación de Ecuador en el Mercado de Carbon. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (Oficina Ecuatoriana de Promoción del MDL – CORDELIM (en línea). Consultado Mar. 2014. Disponible en [http://www.giresol.org/documentos/Ecuador\\_mercado\\_carbono.pdf](http://www.giresol.org/documentos/Ecuador_mercado_carbono.pdf)
- ONU REDD, 2010. Carbon and biodiversity relationships in tropical forests UN-REDD PROGRAMME 1 October 2010 Multiple Benefits Series 4. 13 p.
- ONU REDD, 2013. Sistemas Nacionales de Monitoreo de los Bosques: monitoreo y medición, reporte y verificación (M y MRV) en el contexto de las actividades de REDD+ (en línea). Consultado May. 2014. Disponible en <http://www.un-redd.org/UNREDDProgramme/InternationalSupport/MeasurementReportingandVerification/tabid/1050/language/en-US/Default.aspx>
- PNC ONU-REDD Ecuador 2011. Programa de Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación del Bosque en los Países en Desarrollo. Documento Del Programa Nacional Conjunto. PNC ONU-REDD Ecuador; versión final (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en [http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/alhumeau/2011-10-28%20PNC%20ONUREDD%20Ecuador\\_VF.pdf](http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/users/alhumeau/2011-10-28%20PNC%20ONUREDD%20Ecuador_VF.pdf)
- PNUMA (2014), Creación de Capital Natural: ¿Cómo puede REDD+ apoyar una Economía Verde? Informe del Grupo Internacional para la Gestión Sostenible de los Recursos (en línea).

Consultado May. 2014. Disponible en <http://www.unredd.org/portals/15/documents/IRPBuildingNationalCapitalREDDSummarySP.pdf>

Programa Socio Bosque. 2014. Incentivo Al Manejo Forestal Sostenible. Ministerio Del Ambiente. Presentación. Quito

República del Ecuador. 2008. Constitución De La República Del Ecuador. Asamblea Constituyente (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en [http://issuu.com/direccion.comunicacion/docs/constitucion\\_reformada](http://issuu.com/direccion.comunicacion/docs/constitucion_reformada)

República del Ecuador. Ministerio del Ambiente. 2012. Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025 (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en <http://www.redisas.org/pdfs/ENCC.pdf>

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Desarrollo. Quito, Ecuador (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en [http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan\\_Nacional\\_para\\_el\\_Buen\\_Vivir.pdf](http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/07/Plan_Nacional_para_el_Buen_Vivir.pdf)

Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades, 2013. Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017. Plan Nacional de Desarrollo. Quito, Ecuador (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en <http://www.buenvivir.gob.ec/>

Sierra, C.A.; Del Valle, J.I.; Orrego, S.A.; Moreno, F.H.; Harmon, M.E.; Zapata, M.; Colorado, G.; Herrera, M.; Lara, W.; Lara, W.; Restrepo, D.; Berrouet, Lina.; Loaiza, L.; Benjumea, J.F. 2007. Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia. *Forest Ecology and Management*. 243(2): 299-309.

UNFCC. 2014. Reducing emissions from deforestation and forest degradation and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks in developing countries REDD (en línea). Consultado Oct. 2013. Disponible en <http://unfccc.int/methods/redd/items/7377.php>

Unger, M., Homeier, J., & Leuschner, C. 2012. Effects of soil chemistry on tropical forest biomass and productivity at different elevations in the equatorial Andes. *Oecologia*, 170(1)

## 6. ANEXOS

Anexo 1. Tipos y descripción de los estratos de bosques considerados para el Inventario Nacional Forestal.

### 1. Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas del Choco (BSVTB)

Este tipo de bosque se localiza principalmente en la provincia de Esmeraldas y en el norte de Manabí, y en menores extensiones se lo puede encontrar en la parte occidental de las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha (Sierra et al. 1999, Boada 2006). Su rango altitudinal promedio está entre los 300 msnm. La estructura del bosque se caracteriza por tener árboles de más de 30 m de altura; con dominancia de especies como: *Brosimum utile*, *Phytelephas aequatorialis*, *Guarea polymera*, *Humiriastrum procerum*; *Inga silanchensis*, *Theobroma gileri*, *Xanthosoma daguense*.

Estos bosques están creciendo en ambientes donde la precipitación anual promedio bordea los 2 000 mm, y temperaturas que oscila entre los 16 y 26 °C. En esta región se calcula existen 6 000 especies de plantas vasculares es decir el 37% de la flora del país de las cuales entre el 13 y el 20% son endémicas. Estudios realizados indican que en una hectárea de este tipo de bosque se puede registrar más de 100 especies arbóreas con DAP superiores a 10 cm (Sierra et al. 1999, MAE et al. 2001, Boada 2006).

### 2. Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonia (BSVTBA)

Este tipo de bosque se lo encuentra en las provincias Orellana, Sucumbios, Napo, Pastaza Morona Santiago y Zamora Chinchipe, siempre por debajo de 1300 msnm. Se caracteriza por ser altamente heterogéneo y diverso, con árboles que alcanzan los 30 m y en algunos casos pueden superar los 40 m o más de altura; las epífitas, las lianas y las trepadoras son muy abundantes, y el estrato bajo herbáceo es bastante denso. Las especies más representativas son: *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*, *Virola duckei*, *Otoba glycyarpa*, *Parkia multijuga*, *Eschweilera coriácea*, *Pourouma minor*, *Ceiba pentandra*, *Cedrelinga*, *Guarea kunthiana* (Sierra et al. 1999; MAE et al. 2001)

Estos bosques crecen bajo condiciones climáticas marcadas por temperaturas que varían desde los 16 a los 26 °C, con precipitaciones superiores 2 000 mm. Por lo general, hay más de 200 especies mayores a 10 cm de DAP en una hectárea (Sierra et al. 1999; MAE et al. 2001).

### 3. Bosque Seco Pluviestacionales (BSP)

Este tipo de bosque se sitúa en región centro-sur occidental del Ecuador, abarca las provincias de Manabí, Guayas, El Oro y Loja. De preferencia en las tierras bajas, entre el rango altitudinal de 0 y 700 msnm, se caracteriza porque más del 75% de sus especies pierden las hojas durante la época seca del año, como es el caso de *Ceiba trichistandra*, *Eriotheca ruizii*, *Cochlospermum vitifolium* y *Tabebuia chrysantha*, que son las especies más conspicuas de estas formaciones. El estrato superior llega hasta los 20 m y en algunos casos 25 m; mientras que el estrato intermedio posee alturas entre 10-15 m (Sierra et al. 1999, MAE et al. 2001, Aguirre et. al. 2006<sup>a</sup>, Aguirre et. al. 2006b).

Estos ecosistemas se caracterizan porque su precipitación está generalmente por debajo de los 1 600 mm con cinco a seis meses secos, donde la precipitación total es menor a 100 mm. Esto condiciona la estructura de la vegetación, resultando en bosques de menor estatura y área basal que los bosques húmedos, aunque con una composición florística particular. Los bosques estacionalmente secos de esta región están ubicados en áreas con gran cantidad de población humana (Aguirre et al. 2006a).

#### **4. Bosque Seco Andino (BSA)**

Según Aguirre et al. (2006a), estos bosques secos se ubican en el callejón interandino del Ecuador, desde las provincias de Imbabura y Pichincha en el norte hasta Azuay, Zamora Chinchipe y Loja en el sur.

Se ubican entre 800 y 2 600 m de altitud. Principalmente en las hondonadas y valles de las cuencas altas, debido a la profundidad del suelo y a la humedad. En estos ambientes se desarrollan bosquetes de *Acacia macracantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Ceiba insignis*, *Hura crepitans* y *Cybistax antisiphilitica*, donde el dosel superior puede alcanzar hasta los 12 m, también son sobresalientes especies como *Echinopsis pachanoi* y *Dodonaea viscosa* (Aguirre et al. 2006b).

En algunas zonas donde la influencia antrópica ha sido fuerte la vegetación es arbustiva, espinosa, xerofítica, poco densa y con alturas de hasta 4 m, pero en algunos lugares protegidos o de difícil acceso se encuentra un bosque mejor desarrollado, con un dosel de hasta 8 m de altura. Sin embargo, la diversidad de especies arbóreas es baja (Aguirre et al. 2006b).

#### **5. Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM)**

Se lo encuentra en el en la zona occidental de las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Los Ríos, Bolívar, Guayas, Azuay y El Oro, entre los 300 y 1 300 msnm; mientras que en la región oriental se encuentra en las provincias de Morona Santiago, Napo, Pastaza y Sucumbíos, entre 0 y 1 500 msnm. Este bosque se caracteriza por presentar árboles cuyas copas alcanzan los 30 m de alto, con un sotobosque bastante denso y abundante presencia de epifitas en el estrato bajo. Las especies más representativas de este tipo de vegetación son la, *Iriartea deltoidea*, *Geonoma macrotachys*, *Erythrina edulis*, *Carapa guianensis*, *Carludovica palmata*, *Guadua angustifolia* en la parte occidental y *Oenocarpus bataua*, *Otoba glycyarpaen*, *Leonia glycyarpa*, *Clarisia racemosa*, *Ceiba pentandra* y *Gyranthera sp.*, en la zona oriental. En términos de distribución altitudinal a este bosque se lo puede encontrar desde los 750 hasta 3 400 msnm (Sierra et al. 1999, Baquero et al. 2004).

#### **6. Bosque Siempre Verde Andino Montano (BSVAM)**

Se lo localiza dentro de una franja angosta a lo largo de la cordillera occidental de los andes en las provincias de Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura y Pichincha (Baquero et al. 2004). Cabe mencionar que los límites más bajos de este tipo de bosque se encuentran en el sur en las provincias de Azuay y Loja. Esta dentro de los 1 300 y 1 800 msnm, la mayoría de los arboles tiene alturas entre los 25 y 30m.

En esta faja de vegetación, la mayoría de especies y familias enteras de árboles características de las tierras bajas desaparece (por ejemplo, Bombacaceae). Las leñosas trepadoras también disminuyen, tanto en el número de especies como en el de individuos, mientras que las epífitas (musgos, helechos, orquídeas y bromelias) se vuelven más abundantes. Las especies características son: *Anthurium ovatifolium*, *Ceroxylon alpinum*, *Socratea exorrhiza*; *Buddleja americana*; *Cecropia bullata*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Geonoma weberbaueri*, *Cedrela odorata* y *Ocotea javitensis* (Sierra et al. 1999).

La temperatura anual de este tipo de vegetación está entre 15°C, y 24°C, mientras que su precipitación anual es de 2 449 mm.

### **7. Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina (BSVCA)**

Este tipo de vegetación se encuentra en las provincias de Bolívar, Carchi, Chimborazo, Imbabura, Pichincha y Tungurahua, en un rango altitudinal que varía entre los 1 500 y 4 000 msnm. El dosel de los árboles está entre los 5 y 10 metros de altura. Las especies más conspicuas son *Gynoxys chigualensis*, *Tournefortia fuliginosa*, *Buddleja incana*, *Siphocampylus giganteus*, *Hedyosmum luteynii*, *Vallea stipularis*, *Axinaea quitensis*, *Brachyotum gracilescens*, *Miconia barclayana* y *Clethra ovalifolia* (Sierra et al. 1999, Baquero et al. 2004).

Actualmente el bosque de Ceja Andina está presente en forma de islas de bosque natural (fragmentos o parches) relegados a las quebradas, o en suelos con pendientes pronunciadas. Este aislamiento del bosque se debe a varios factores, como los provocados por deslaves, derrumbes u otros desastres naturales y los ocasionados por el ser humano. Este tipo de vegetación se caracteriza por ser una zona de transición entre el bosque montano y el páramo, el suelo está densamente cubierto de musgos y los árboles crecen irregularmente, con troncos ramificados desde la base (Baquero et al. 2004, ECOLAP y MAE 2007, Suarez 2008).

La temperatura oscila entre 6°C y 17°C, con una precipitación anual 922 mm (Baquero et al. 2004).

### **8. Manglar (M)**

Los manglares son asociaciones anfingas de plantas leñosas arbóreas o arbustivas, perennifolias de varias familias, con una alta tolerancia a la salinidad que ocurren en asociación con especies de otras familias como Bromeliaceae, Orchidaceae, y Polypodiopsida. Esta vegetación arbórea se encuentra al nivel del mar dentro de la zona de influencia directa de las mareas, en los estuarios y desembocaduras de los ríos en la Provincia de Esmeraldas, Manabi, Guayas y El Oro. La altura del dosel es variable y está generalmente entre 3 y 12 metros, aunque en la Costa norte del Ecuador puede alcanzar 25 metros o más. Entre las especies sobresalientes tenemos *Rhizophora harrisonii*, *R. mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Pelliceria rizophora*, *Guzmania monostachya* (Sierra et al. 1999, Bodero 2005).

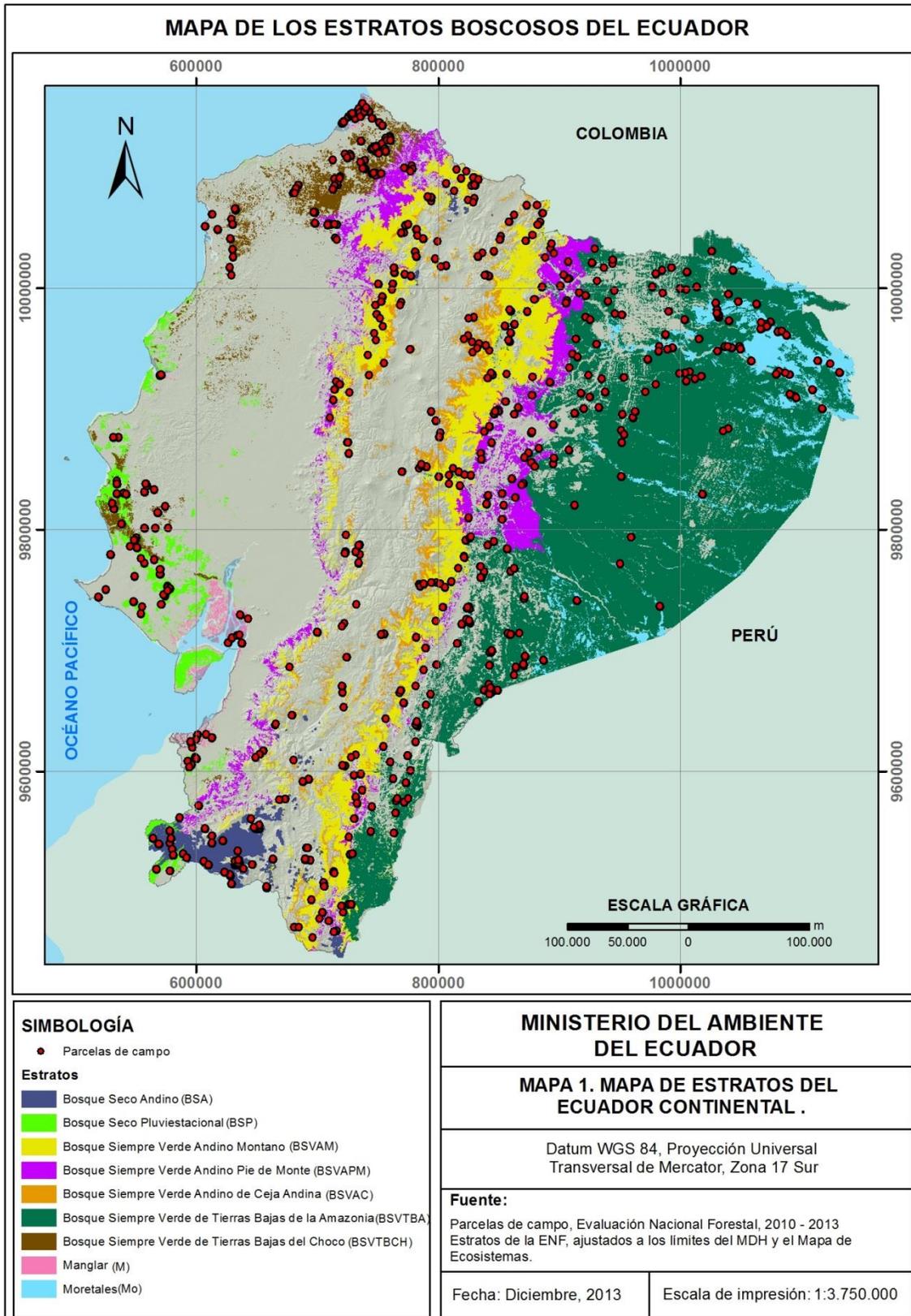
### **9. Moretales (Mo)**

Los moretales son estratos característicos de región amazónica ecuatoriana, con vegetación adaptada a zonas inundables. El dosel de estos bosques pantanosos está constituido principalmente por las copas de *Mauritia flexuosa*. En una hectárea de estos bosques, se han registrado hasta 230 individuos de *Mauritia flexuosa* con estipite y con más de la 20 m de altura total.

En este estrato la palma llamada *Mauritia flexuosa*, es la especie dominante. Esta planta soporta inundaciones permanentes de su sistema radicular. Crece en suelos no organizados en horizontes que resultan de la acumulación de materia orgánica poco descompuesta en agua; por esta razón esta especie ha conquistado los pantanos de la Amazonia y provee recursos al hombre, tornándose clave para el manejo racional de tales áreas tan desfavorecidas.

*Mauritia flexuosa*, posee estructuras muy especializadas en su sistema radicular que le permiten asimilar los nutrientes en condiciones anaeróbicas. Se caracteriza por el desarrollo de neumatóforos, raíces respiratorias de crecimiento vertical ageotrópico, con una parte en el agua que produce muchas raíces finas y una parte aérea que tiene anillos de aerénquirna, la cual capta el oxígeno necesario para la función de absorción de las raíces finas sumergidas.

Anexo 2. Mapas de estratos ENF y unidades de muestreo por Estrato



### Anexo 3. Formularios y variables de la ENF

Formulario	Numeral	Descripción de la variable	
F1: Acceso al conglomerado	4	Ubicación del lugar donde termina el viaje en el vehículo, antes de emprender la caminata a la parcela (GPS)	
	5	Fecha y hora a la que comienza la caminata de acceso	
	6	Puntos de referencia identificados en la caminata de acceso a la parcela	
	7	Croquis de acceso	
2. Datos generales de la parcela	1	Identificación de la parcela	
	2	Fecha y hora en la que inicia las mediciones en la parcela	
	3	Coordenadas UTM del punto de inicio de la parcela	
	4	Puntos de Referencia (PR) para identificar la posición del Punto de Inicio (PI)	
	5	Esquema de ubicación de los PR del PI	
	6	Datos de la clase de uso de la tierra (CUT)	
	7	Área efectiva de medición en la parcela	
	8	Croquis de la parcela	
	9	Identificación del propietario / Ocupante de la parcela	
	10	Cuál es la función asignada para el bosque	
	11	Qué perturbaciones naturales se detectan	
	12	Cuál es la magnitud de la perturbación natural	
	14	Estructura vertical del bosque	
	15	Que perturbaciones humanas se detectan	
	16	Cuál es la magnitud de la perturbación humana	
	18	Qué aprovechamiento se detecta	
	19	Cuál es la magnitud del aprovechamiento	
	21	Existencia y aplicación del plan de manejo	
	22	Sucesión del bosque	
	23	Origen del bosque	
	3. Madera caída, DNV y cobertura	2	Evidencias de desechos de madera caída encontrada
		4	Grado de cobertura
	4. Suelo	2	Cuál es la accesibilidad de la parcela
3		Cuál es la fisiografía del medio natural	
4		Pendiente promedio estimada de la parcela	
5		Información del suelo	
6		Cuál es la textura del suelo	
7		Estructura del suelo	
8		Pedregosidad en el primer horizonte	
8		Pedregosidad en el primer horizonte	
5. Regeneración,	1	Identificación de la parcela	
	2	Identificación de los árboles de regeneración	

Sotobosque y árboles fuera de bosque	3	Se pudo medir toda la regeneración en toda la parcela circular	
	4	Biomasa de sotobosque, arbustos o hierbas/cultivos en CUT fuera de bosque	
	5	Distribución de los árboles	
	6	Sistemas agroforestales	
	7	Manejo de los árboles	
	8	Pastos / cultivos en árboles fuera de bosque	
	<hr/>		
	6. Medición de árboles vivos, árboles muertos en pie y tocones	1	Identificación de la parcela
2		Datos de árboles vivos, muertos en pie y tocones	
2.1		Ubicación	
2.2		Identificación y usos	
2.3		DAP	
2.4		Altura de la raíz zancuda (en los estratos que aplican)	
2.5		Altura Total	
2.6		Altura Comercial	
2.7		Condiciones del árbol	
2.8	Vejez del tocón (en los individuos que aplican)		
<hr/>			
7. Datos de remanentes de guaduales	1	Área efectiva parcela de 60 x 60 m cubierta por guaduales	
	2	Estado de desarrollo del remanente	
	3	Estado fitosanitario del remanente	
	4	Número total de cañas en la parcela 5 x 5 m	
	5	Medición de las 10 cañas dentro de la parcela 5 x 5 m	
	6	Área efectiva de la parcela 5 x 5 m cubierta por guaduales	
<hr/>			
8. Datos de áreas dominadas por surales	1	Área efectiva de la parcela 60 x 60 m cubierta por surales	
	2	Estado de desarrollo del remanente.	
	3	Estado fitosanitario del remanente	
	4	Número total de cañas en la parcela 2 x 2 m	
	5	Altura promedio de remanentes de surales	
	6	Área efectiva de la parcela de 2 x 2 m cubierta por surales	
<hr/>			
9. Productos Forestales No Maderables (PFNM)	1	Información de la especie	
	2	Órgano o parte aprovechada de la especie	
	3	Potencial productivo de la especie	
	4	Potencial productivo de flores y frutos	
	5	Estado fenológico observado	
	6	Época de floración y fructificación	
	7	Magnitud de producción	
<hr/>			
10. Datos de los miembros del equipo de campo	1	Información de los guías locales y persona de contacto	
	2	Nombre de la Institución	
	3	Información de cada miembro del equipo técnico	
	4	Responsable y fecha de ingreso de datos del formulario	

Anexo 4. Lista de especies de árboles registrados en el Inventario Nacional Forestal.

Familia	Genero	Especie
Acanthaceae	Avicennia	<i>Avicennia germinans</i>
Achariaceae	Carpotroche	<i>Carpotroche longifolia</i>
Achariaceae	Lindackeria	<i>Lindackeria paludosa</i>
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia</i>
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia bullosa</i>
Actinidiaceae	Saurauia	<i>Saurauia herthae</i>
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum</i>
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum pichinchense</i>
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum tinoides</i>
Adoxaceae	Viburnum	<i>Viburnum triphyllum</i>
Alzateaceae	Alzatea	<i>Alzatea</i>
Alzateaceae	Alzatea	<i>Alzatea verticillata</i>
Anacardiaceae	Anacardium	<i>Anacardium</i>
Anacardiaceae	Anacardium	<i>Anacardium excelsum</i>
Anacardiaceae	Loxopterygium	<i>Loxopterygium huasango</i>
Anacardiaceae	Mangifera	<i>Mangifera indica</i>
Anacardiaceae	Mauria	<i>Mauria</i>
Anacardiaceae	Mauria	<i>Mauria heterophylla</i>
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias</i>
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias mombin</i>
Anacardiaceae	Spondias	<i>Spondias purpurea</i>
Anacardiaceae	Tapirira	<i>Tapirira</i>
Anacardiaceae	Tapirira	<i>Tapirira guianensis</i>
Anacardiaceae	Tapirira	<i>Tapirira obtusa</i>
Anacardiaceae	Toxicodendron	<i>Toxicodendron</i>
Anacardiaceae	Toxicodendron	<i>Toxicodendron striatum</i>
Annonaceae	Annona	<i>Annona</i>
Annonaceae	Annona	<i>Annona cherimola</i>
Annonaceae	Annona	<i>Annona muricata</i>
Annonaceae	Annona	<i>Annona squamosa</i>
Annonaceae	Duguetia	<i>Duguetia</i>
Annonaceae	Duguetia	<i>Duguetia latifolia</i>
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria</i>
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria calophylla</i>

Familia	Genero	Especie
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria megalophylla</i>
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria multinervis</i>
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria pastazae</i>
Annonaceae	Klarobelia	<i>Klarobelia</i>
Annonaceae	Mosannonna	<i>Mosannonna papillosa</i>
Annonaceae	Oxandra	<i>Oxandra</i>
Annonaceae	Porcelia	<i>Porcelia</i>
Annonaceae	Rollinia	<i>Rollinia</i>
Annonaceae	Rollinia	<i>Rollinia mucosa</i>
Annonaceae	Ruizodendron	<i>Ruizodendron</i>
Annonaceae	Ruizodendron	<i>Ruizodendron ovale</i>
Annonaceae	Unonopsis	<i>Unonopsis</i>
Annonaceae	Xylopia	<i>Xylopia</i>
Annonaceae	Xylopia	<i>Xylopia columbiana</i>
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma</i>
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma darienense</i>
Apocynaceae	Couma	<i>Couma macrocarpa</i>
Apocynaceae	Himatanthus	<i>Himatanthus sucuuba</i>
Apocynaceae	Lacmellea	<i>Lacmellea</i>
Apocynaceae	Lacmellea	<i>Lacmellea edulis</i>
Apocynaceae	Rauvolfia	<i>Rauvolfia</i>
Apocynaceae	Thevetia	<i>Thevetia</i>
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex</i>
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex andicola</i>
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex rimbachii</i>
Aquifoliaceae	Ilex	<i>Ilex rupicola</i>
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax</i>
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax arboreus</i>
Araliaceae	Dendropanax	<i>Dendropanax caucanus</i>
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax</i>
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax andreas</i>
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax eriocephalus</i>
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax rosei</i>

Familia	Genero	Especie
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera</i>
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera dielsii</i>
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera montana</i>
Araliaceae	Schefflera	<i>Schefflera morototoni</i>
Arecaceae	Aphandra	<i>Aphandra natalia</i>
Arecaceae	Astrocaryum	<i>Astrocaryum</i>
Arecaceae	Astrocaryum	<i>Astrocaryum chambira</i>
Arecaceae	Astrocaryum	<i>Astrocaryum murumuru</i>
Arecaceae	Astrocaryum	<i>Astrocaryum urostachys</i>
Arecaceae	Attalea	<i>Attalea</i>
Arecaceae	Attalea	<i>Attalea butyracea</i>
Arecaceae	Bactris	<i>Bactris</i>
Arecaceae	Bactris	<i>Bactris gasipaes</i>
Arecaceae	Bactris	<i>Bactris maraja</i>
Arecaceae	Ceroxylon	<i>Ceroxylon</i>
Arecaceae	Chamaedorea	<i>Chamaedorea</i>
Arecaceae	Cocos	<i>Cocos nucifera</i>
Arecaceae	Dictyocaryum	<i>Dictyocaryum</i>
Arecaceae	Dictyocaryum	<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>
Arecaceae	Euterpe	<i>Euterpe</i>
Arecaceae	Euterpe	<i>Euterpe oleracea</i>
Arecaceae	Euterpe	<i>Euterpe precatória</i>
Arecaceae	Iriarteia	<i>Iriarteia</i>
Arecaceae	Iriarteia	<i>Iriarteia deltoidea</i>
Arecaceae	Mauritia	<i>Mauritia</i>
Arecaceae	Mauritia	<i>Mauritia flexuosa</i>
Arecaceae	Mauritiella	<i>Mauritiella aculeata</i>
Arecaceae	Mauritiella	<i>Mauritiella armata</i>
Arecaceae	Oenocarpus	<i>Oenocarpus</i>
Arecaceae	Oenocarpus	<i>Oenocarpus bataua</i>
Arecaceae	Phytelephas	<i>Phytelephas</i>
Arecaceae	Phytelephas	<i>Phytelephas aequatorialis</i>
Arecaceae	Phytelephas	<i>Phytelephas dasyneura</i>
Arecaceae	Phytelephas	<i>Phytelephas tenuicaulis</i>

Familia	Genero	Especie
Asteraceae	Piptocoma	<i>Piptocoma</i>

Familia	Genero	Especie
Arecaceae	Socratea	<i>Socratea</i>
Arecaceae	Socratea	<i>Socratea exorrhiza</i>
Arecaceae	Wettinia	<i>Wettinia</i>
Arecaceae	Wettinia	<i>Wettinia anomala</i>
Arecaceae	Wettinia	<i>Wettinia maynensis</i>
Arecaceae	Wettinia	<i>Wettinia quinaria</i>
Asteraceae	Ageratina	<i>Ageratina</i>
Asteraceae	Asteraceae	<i>Fulcaldea laurifolia</i>
Asteraceae	Austroeupatorium	<i>Austroeupatorium</i>
Asteraceae	Baccharis	<i>Baccharis</i>
Asteraceae	Baccharis	<i>Baccharis latifolia</i>
Asteraceae	Baccharis	<i>Baccharis nitida</i>
Asteraceae	Barnadesia	<i>Barnadesia</i>
Asteraceae	Barnadesia	<i>Barnadesia parviflora</i>
Asteraceae	Cacosmia	<i>Cacosmia</i>
Asteraceae	Critoniopsis	<i>Critoniopsis</i>
Asteraceae	Critoniopsis	<i>Critoniopsis palaciosii</i>
Asteraceae	Critoniopsis	<i>Critoniopsis pycnantha</i>
Asteraceae	Dasyphyllum	<i>Dasyphyllum</i>
Asteraceae	Dasyphyllum	<i>Dasyphyllum weberbaueri</i>
Asteraceae	Dendrophorbium	<i>Dendrophorbium</i>
Asteraceae	Dendrophorbium	<i>Dendrophorbium balsapampae..</i>
Asteraceae	Diplostephium	<i>Diplostephium</i>
Asteraceae	Fulcaldea	<i>Fulcaldea laurifolia</i>
Asteraceae	Grosvenoria	<i>Grosvenoria</i>
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys</i>
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys azuayensis</i>
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys buxifolia</i>
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys laurifolia</i>
Asteraceae	Lepidaploa	<i>Lepidaploa</i>
Asteraceae	Lepidaploa	<i>Lepidaploa canescens</i>
Asteraceae	Oligactis	<i>Oligactis</i>
Asteraceae	Pappobolus	<i>Pappobolus</i>
Asteraceae	Pentacalia	<i>Pentacalia</i>

Familia	Genero	Especie
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia alliodora</i>

Asteraceae	Piptocoma	<i>Piptocoma discolor</i>
Asteraceae	Senecio	<i>Senecio</i>
Asteraceae	Sinclairia	<i>Sinclairia polyantha</i>
Asteraceae	Stenopadus	<i>Stenopadus</i>
Asteraceae	Stevia	<i>Stevia</i>
Asteraceae	Tessaria	<i>Tessaria integrifolia</i>
Asteraceae	Verbesina	<i>Verbesina</i>
Asteraceae	Vernonanthura	<i>Vernonanthura</i>
Asteraceae	Vernonanthura	<i>Vernonanthura patens</i>
Berberidaceae	Berberis	<i>Berberis</i>
Berberidaceae	Berberis	<i>Berberis farinosa</i>
Betulaceae	Alnus	<i>Alnus</i>
Betulaceae	Alnus	<i>Alnus acuminata</i>
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia</i>
Bignoniaceae	Crescentia	<i>Crescentia cujete</i>
Bignoniaceae	Delostoma	<i>Delostoma</i>
Bignoniaceae	Digomphia	<i>Digomphia</i>
Bignoniaceae	Handroanthus	<i>Handroanthus</i>
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda</i>
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda copaia</i>
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda glabra</i>
Bignoniaceae	Jacaranda	<i>Jacaranda mimosifolia</i>
Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia</i>
Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia billbergii</i>
Bignoniaceae	Tabebuia	<i>Tabebuia chrysantha</i>
Bignoniaceae	Tecoma	<i>Tecoma</i>
Bignoniaceae	Tecoma	<i>Tecoma stans</i>
Bixaceae	Bixa	<i>Bixa platycarpa</i>
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum</i>
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum orinocense</i>
Bixaceae	Cochlospermum	<i>Cochlospermum vitifolium</i>
Bonnetiaceae	Bonnetia	<i>Bonnetia paniculata</i>
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia</i>

Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia lutea</i>
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia macrantha</i>
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia nodosa</i>
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia ucayaliensis</i>
Boraginaceae	Tournefortia	<i>Tournefortia</i>
Boraginaceae	Tournefortia	<i>Tournefortia fuliginosa</i>
Brunelliaceae	Brunellia	<i>Brunellia</i>
Brunelliaceae	Brunellia	<i>Brunellia inermis</i>
Burseraceae	Bursera	<i>Bursera graveolens</i>
Burseraceae	Burseraceae	<i>Bursera graveolens</i>
Burseraceae	Crepidospermum	<i>Crepidospermum</i>
Burseraceae	Crepidospermum	<i>Crepidospermum rhoifolium</i>
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes</i>
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes cupularis</i>
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes occidentalis</i>
Burseraceae	Dacryodes	<i>Dacryodes peruviana</i>
Burseraceae	Protium	<i>Protium</i>
Burseraceae	Protium	<i>Protium amazonicum</i>
Burseraceae	Protium	<i>Protium aracouchini</i>
Burseraceae	Protium	<i>Protium colombianum</i>
Burseraceae	Protium	<i>Protium nodulosum</i>
Burseraceae	Tetragastris	<i>Tetragastris</i>
Burseraceae	Tetragastris	<i>Tetragastris panamensis</i>
Burseraceae	Tetragastris	<i>Tetragastris varians</i>
Burseraceae	Trattinnickia	<i>Trattinnickia</i>
Burseraceae	Trattinnickia	<i>Trattinnickia aspera</i>
Burseraceae	Trattinnickia	<i>Trattinnickia glaziovii</i>
Burseraceae	Trattinnickia	<i>Trattinnickia lawrancei</i>
Buxaceae	Styloceras	<i>Styloceras</i>
Buxaceae	Styloceras	<i>Styloceras laurifolium</i>
Calophyllaceae	Calophyllum	<i>Calophyllum</i>
Calophyllaceae	Calophyllum	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Calophyllaceae	Caraipa	<i>Caraipa</i>

Familia	Genero	Especie
Calophyllaceae	Marila	<i>Marila</i>
Campanulaceae	Centropogon	<i>Centropogon</i>
Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis</i>

Familia	Genero	Especie
Chrysobalanaceae	Parinari	<i>Parinari romeroi</i>
Cleomaceae	Cleome	<i>Cleome longifolia</i>
Cleomaceae	Colicodendron	<i>Colicodendron</i>

Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis iguanaea</i>
Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis loxensis</i>
Cannabaceae	Celtis	<i>Celtis schippii</i>
Cannabaceae	Lozanella	<i>Lozanella enantiophylla</i>
Cannabaceae	Trema	<i>Trema</i>
Cannabaceae	Trema	<i>Trema micrantha</i>
Capparaceae	Capparidastrum	<i>Capparidastrum petiolare</i>
Capparaceae	Capparis	<i>Capparis</i>
Capparaceae	Cynophalla	<i>Cynophalla mollis</i>
Cardiopteridaceae	Citronella	<i>Citronella</i>
Cardiopteridaceae	Citronella	<i>Citronella ilicifolia</i>
Caricaceae	Carica	<i>Carica</i>
Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia</i>
Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia digitata</i>
Caricaceae	Jacaratia	<i>Jacaratia spinosa</i>
Caricaceae	Vasconcellea	<i>Vasconcellea goudotiana</i>
Caryocaraceae	Anthodiscus	<i>Anthodiscus peruanus</i>
Caryocaraceae	Caryocar	<i>Caryocar</i>
Celastraceae	Maytenus	<i>Maytenus</i>
Celastraceae	Salacia	<i>Salacia</i>
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum</i>
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum cumbalense</i>
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum purpurascens</i>
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum racemosum</i>
Chloranthaceae	Hedyosmum	<i>Hedyosmum scabrum</i>
Chrysobalanaceae	Chrysobalanaceae	<i>Licania octandra</i>
Chrysobalanaceae	Couepia	<i>Couepia</i>
Chrysobalanaceae	Hirtella	<i>Hirtella</i>
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania</i>
Chrysobalanaceae	Licania	<i>Licania glauca</i>
Chrysobalanaceae	Parinari	<i>Parinari</i>

Cleomaceae	Colicodendron	<i>Colicodendron scabridum</i>
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra</i>
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra fimbriata</i>
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra ovalifolia</i>
Clethraceae	Clethra	<i>Clethra revoluta</i>
Clusiaceae	Chrysochlamys	<i>Chrysochlamys</i>
Clusiaceae	Chrysochlamys	<i>Chrysochlamys bracteolata</i>
Clusiaceae	Chrysochlamys	<i>Chrysochlamys membranacea</i>
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia</i>
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia alata</i>
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia ducuoides</i>
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia elliptica</i>
Clusiaceae	Clusia	<i>Clusia latipes</i>
Clusiaceae	Clusiaceae	<i>Clusia alata</i>
Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia</i>
Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia macrophylla</i>
Clusiaceae	Garcinia	<i>Garcinia madruno</i>
Clusiaceae	Symphonia	<i>Symphonia</i>
Clusiaceae	Symphonia	<i>Symphonia globulifera</i>
Clusiaceae	Tovomita	<i>Tovomita</i>
Clusiaceae	Tovomita	<i>Tovomita weddelliana</i>
Clusiaceae	Tovomitopsis	<i>Tovomitopsis</i>
Columelliaceae	Desfontainia	<i>Desfontainia</i>
Columelliaceae	Desfontainia	<i>Desfontainia spinosa</i>
Combretaceae	Buchenavia	<i>Buchenavia</i>
Combretaceae	Conocarpus	<i>Conocarpus erectus</i>
Combretaceae	Laguncularia	<i>Laguncularia</i>
Combretaceae	Laguncularia	<i>Laguncularia racemosa</i>
Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia</i>
Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia amazonia</i>
Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia oblonga</i>

Familia	Genero	Especie
Combretaceae	Terminalia	<i>Terminalia valverdeae</i>
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea</i>
Convolvulaceae	Ipomoea	<i>Ipomoea wolcottiana</i> <i>subsp...</i>
Cornaceae	Cornus	<i>Cornus</i>
Cornaceae	Cornus	<i>Cornus peruviana</i>

Familia	Genero	Especie
Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum glaucum</i>
Escalloniaceae	Escallonia	<i>Escallonia</i>
Escalloniaceae	Escallonia	<i>Escallonia myrtilloides</i>
Escalloniaceae	Escallonia	<i>Escallonia pendula</i>
Euphorbiaceae	Acalypha	<i>Acalypha</i>

Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia elliptica</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia fagaroides</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia macrophylla</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia microphylla</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pinnata</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia pubescens</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia rollottii</i>
Cunoniaceae	Weinmannia	<i>Weinmannia sorbifolia</i>
Cupressaceae	Cupressus	<i>Cupressus</i>
Cyatheaceae	Cyathea	<i>Cyathea</i>
Cyatheaceae	Cyathea	<i>Cyathea caracasana</i>
Dichapetalaceae	Tapura	<i>Tapura</i>
Dichapetalaceae	Tapura	<i>Tapura peruviana</i>
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea</i>
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea fragrans</i>
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea grandiflora</i>
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea guianensis</i>
Elaeocarpaceae	Sloanea	<i>Sloanea synandra</i>
Elaeocarpaceae	Vallea	<i>Vallea</i>
Elaeocarpaceae	Vallea	<i>Vallea stipularis</i>
Ericaceae	Bejaria	<i>Bejaria aestuans</i>
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia</i>
Ericaceae	Cavendishia	<i>Cavendishia bracteata</i>
Ericaceae	Gaultheria	<i>Gaultheria</i>
Ericaceae	Gaultheria	<i>Gaultheria tomentosa</i>
Ericaceae	Macleania	<i>Macleania</i>
Ericaceae	Macleania	<i>Macleania rupestris</i>
Erythroxylaceae	Erythroxylum	<i>Erythroxylum</i>

Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea</i>
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea glandulosa</i>
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea grandiflora</i>
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea pearcei</i>
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea triplinervia</i>
Euphorbiaceae	Alchorneopsis	<i>Alchorneopsis</i>
Euphorbiaceae	Aparisthmium	<i>Aparisthmium</i>
Euphorbiaceae	Aparisthmium	<i>Aparisthmium cordatum</i>
Euphorbiaceae	Caryodendron	<i>Caryodendron</i>
Euphorbiaceae	Caryodendron	<i>Caryodendron orinocense</i>
Euphorbiaceae	Chaetocarpus	<i>Chaetocarpus</i>
Euphorbiaceae	Conceveiba	<i>Conceveiba</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton lechleri</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton pachypodus</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton sampatik</i>
Euphorbiaceae	Croton	<i>Croton wagneri</i>
Euphorbiaceae	Euphorbia	<i>Euphorbia</i>
Euphorbiaceae	Euphorbia	<i>Euphorbia laurifolia</i>
Euphorbiaceae	Hevea	<i>Hevea</i>
Euphorbiaceae	Hevea	<i>Hevea guianensis</i>
Euphorbiaceae	Hippomane	<i>Hippomane</i>
Euphorbiaceae	Hura	<i>Hura crepitans</i>
Euphorbiaceae	Jatropha	<i>Jatropha curcas</i>
Euphorbiaceae	Mabea	<i>Mabea</i>
Euphorbiaceae	Mabea	<i>Mabea klugii</i>
Euphorbiaceae	Mabea	<i>Mabea occidentalis</i>
Euphorbiaceae	Nealchornea	<i>Nealchornea</i>
Euphorbiaceae	Nealchornea	<i>Nealchornea yapurensis</i>

Familia	Genero	Especie
Euphorbiaceae	Pseudosenefeldera	<i>Pseudosenefeldera</i>
Euphorbiaceae	Pseudosenefeldera	<i>Pseudosenefeldera inclinat..</i>
Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium</i>
Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium glandulosum</i>
Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium laurifolium</i>
Euphorbiaceae	Sapium	<i>Sapium marmieri</i>
Euphorbiaceae	Tetrorchidium	<i>Tetrorchidium</i>
Euphorbiaceae	Tetrorchidium	<i>Tetrorchidium andinum</i>

Familia	Genero	Especie
Fabaceae	Centrolobium	<i>Centrolobium ochroxylum</i>
Fabaceae	Centrolobium	<i>Centrolobium paraense</i>
Fabaceae	Cercidium	<i>Cercidium praecox</i>
Fabaceae	Chloroleucon	<i>Chloroleucon mangense</i>
Fabaceae	Clitoria	<i>Clitoria</i>
Fabaceae	Clitoria	<i>Clitoria arborea</i>
Fabaceae	Clitoria	<i>Clitoria brachystegia</i>
Fabaceae	Cojoba	<i>Cojoba</i>

Euphorbiaceae	Tetrorchidium	<i>Tetrorchidium macrophyllum..</i>
Euphorbiaceae	Tetrorchidium	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i>
Fabaceae	Abarema	<i>Abarema</i>
Fabaceae	Abarema	<i>Abarema jupunba</i>
Fabaceae	Abarema	<i>Abarema killipii</i>
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia</i>
Fabaceae	Acacia	<i>Acacia glomerosa</i>
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia</i>
Fabaceae	Albizia	<i>Albizia multiflora</i>
Fabaceae	Andira	<i>Andira</i>
Fabaceae	Andira	<i>Andira inermis</i>
Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia</i>
Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia aculeata</i>
Fabaceae	Bauhinia	<i>Bauhinia glabra</i>
Fabaceae	Brownea	<i>Brownea</i>
Fabaceae	Brownea	<i>Brownea coccinea</i>
Fabaceae	Brownea	<i>Brownea grandiceps</i>
Fabaceae	Brownea	<i>Brownea multijuga</i>
Fabaceae	Browneopsis	<i>Browneopsis</i>
Fabaceae	Browneopsis	<i>Browneopsis ucayalina</i>
Fabaceae	Caesalpinia	<i>Caesalpinia</i>
Fabaceae	Caesalpinia	<i>Caesalpinia glabrata</i>
Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra</i>
Fabaceae	Calliandra	<i>Calliandra trinervia</i>
Fabaceae	Cedrelinga	<i>Cedrelinga</i>
Fabaceae	Cedrelinga	<i>Cedrelinga cateniformis</i>

Fabaceae	Cojoba	<i>Cojoba arborea</i>
Fabaceae	Cynometra	<i>Cynometra</i>
Fabaceae	Dialium	<i>Dialium</i>
Fabaceae	Dialium	<i>Dialium guianense</i>
Fabaceae	Diploptropis	<i>Diploptropis</i>
Fabaceae	Diploptropis	<i>Diploptropis purpurea</i>
Fabaceae	Dipteryx	<i>Dipteryx</i>
Fabaceae	Dussia	<i>Dussia</i>
Fabaceae	Dussia	<i>Dussia lehmannii</i>
Fabaceae	Dussia	<i>Dussia tessmannii</i>
Fabaceae	Enterolobium	<i>Enterolobium</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina edulis</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina poeppigiana</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina smithiana</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina ulei</i>
Fabaceae	Erythrina	<i>Erythrina velutina</i>
Fabaceae	Fabaceae	<i>Vachellia macracantha</i>
Fabaceae	Geoffroea	<i>Geoffroea spinosa</i>
Fabaceae	Gliricidia	<i>Gliricidia</i>
Fabaceae	Gliricidia	<i>Gliricidia brenningii</i>
Fabaceae	Hymenaea	<i>Hymenaea</i>
Fabaceae	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i>
Fabaceae	Hymenaea	<i>Hymenaea oblongifolia</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga acreana</i>

Familia	Genero	Especie
Fabaceae	Inga	<i>Inga capitata</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga fendleriana</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga marginata</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga multinervis</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga nobilis</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga spectabilis</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga thibaudiana</i>
Fabaceae	Inga	<i>Inga ynga</i>
Fabaceae	Leucaena	<i>Leucaena</i>
Fabaceae	Leucaena	<i>Leucaena trichodes</i>

Familia	Genero	Especie
Fabaceae	Pithecellobium	<i>Pithecellobium excelsum</i>
Fabaceae	Platymiscium	<i>Platymiscium</i>
Fabaceae	Platymiscium	<i>Platymiscium pinnatum</i>
Fabaceae	Platymiscium	<i>Platymiscium stipulare</i>
Fabaceae	Prosopis	<i>Prosopis juliflora</i>
Fabaceae	Pseudopiptadenia	<i>Pseudopiptadenia</i>
Fabaceae	Pseudosamanea	<i>Pseudosamanea guachapele</i>
Fabaceae	Pterocarpus	<i>Pterocarpus</i>
Fabaceae	Pterocarpus	<i>Pterocarpus amazonum</i>
Fabaceae	Pterocarpus	<i>Pterocarpus rohrii</i>

Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus</i>
Fabaceae	Lonchocarpus	<i>Lonchocarpus nicou</i>
Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium</i>
Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium cuspidatum</i>
Fabaceae	Machaerium	<i>Machaerium millei</i>
Fabaceae	Macrolobium	<i>Macrolobium</i>
Fabaceae	Macrolobium	<i>Macrolobium acaciifolium</i>
Fabaceae	Mimosa	<i>Mimosa</i>
Fabaceae	Mora	<i>Mora megistosperma</i>
Fabaceae	Myroxylon	<i>Myroxylon</i>
Fabaceae	Myroxylon	<i>Myroxylon balsamum</i>
Fabaceae	Ormosia	<i>Ormosia</i>
Fabaceae	Ormosia	<i>Ormosia amazonica</i>
Fabaceae	Ormosia	<i>Ormosia macrocalyx</i>
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia</i>
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia balslevii</i>
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia multijuga</i>
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia nitida</i>
Fabaceae	Parkia	<i>Parkia velutina</i>
Fabaceae	Piptadenia	<i>Piptadenia</i>
Fabaceae	Piptadenia	<i>Piptadenia pteroclada</i>
Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia</i>
Fabaceae	Piscidia	<i>Piscidia carthagenensis</i>
Fabaceae	Pithecellobium	<i>Pithecellobium</i>

Fabaceae	Samanea	<i>Samanea</i>
Fabaceae	Samanea	<i>Samanea saman</i>
Fabaceae	Schizolobium	<i>Schizolobium</i>
Fabaceae	Schizolobium	<i>Schizolobium parahyba</i>
Fabaceae	Senna	<i>Senna</i>
Fabaceae	Senna	<i>Senna hirsuta</i>
Fabaceae	Senna	<i>Senna mollissima</i>
Fabaceae	Senna	<i>Senna multijuga</i>
Fabaceae	Senna	<i>Senna viarum</i>
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia</i>
Fabaceae	Swartzia	<i>Swartzia simplex</i>
Fabaceae	Tachigali	<i>Tachigali</i>
Fabaceae	Tachigali	<i>Tachigali chrysaloides</i>
Fabaceae	Tachigali	<i>Tachigali chrysophylla</i>
Fabaceae	Tachigali	<i>Tachigali formicarum</i>
Fabaceae	Tachigali	<i>Tachigali vasquezii</i>
Fabaceae	Tara	<i>Tara spinosa</i>
Fabaceae	Vachellia	<i>Vachellia macracantha</i>
Fabaceae	Zygia	<i>Zygia</i>
Fabaceae	Zygia	<i>Zygia longifolia</i>
Humiriaceae	Humiriastrum	<i>Humiriastrum</i>
Humiriaceae	Humiriastrum	<i>Humiriastrum procerum</i>
Humiriaceae	Vantanea	<i>Vantanea</i>
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia</i>

Familia	Genero	Especie
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia baccifera</i>
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia gracilis</i>
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia macrophylla</i>
Hypericaceae	Vismia	<i>Vismia tomentosa</i>
Icacinaceae	Calatola	<i>Calatola</i>
Icacinaceae	Calatola	<i>Calatola costaricensis</i>
Juglandaceae	Juglans	<i>Juglans</i>
Juglandaceae	Juglans	<i>Juglans neotropica</i>
Lacistemataceae	Lacistema	<i>Lacistema</i>
Lacistemataceae	Lozania	<i>Lozania</i>
Lamiaceae	Aegiphila	<i>Aegiphila</i>
Lamiaceae	Aegiphila	<i>Aegiphila alba</i>
Lamiaceae	Aegiphila	<i>Aegiphila cuatrecasasii</i>

Familia	Genero	Especie
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra lineata</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra lineatifolia</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra membranacea</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra reticulata</i>
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra salicifolia</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea benthamiana</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea cernua</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea costulata</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea infrafoveolata</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea javitensis</i>

Lamiaceae	Clerodendrum	<i>Clerodendrum</i>
Lamiaceae	Cornutia	<i>Cornutia pyramidata</i>
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia</i>
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia corrugata</i>
Lamiaceae	Salvia	<i>Salvia scutellarioides</i>
Lamiaceae	Tectona	<i>Tectona</i>
Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex</i>
Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex cymosa</i>
Lamiaceae	Vitex	<i>Vitex gigantea</i>
Lauraceae	Aiouea	<i>Aiouea</i>
Lauraceae	Aiouea	<i>Aiouea dubia</i>
Lauraceae	Aniba	<i>Aniba</i>
Lauraceae	Aniba	<i>Aniba riparia</i>
Lauraceae	Beilschmiedia	<i>Beilschmiedia</i>
Lauraceae	Caryodaphnopsis	<i>Caryodaphnopsis</i>
Lauraceae	Caryodaphnopsis	<i>Caryodaphnopsis tomentosa</i>
Lauraceae	Chlorocardium	<i>Chlorocardium</i>
Lauraceae	Cinnamomum	<i>Cinnamomum</i>
Lauraceae	Endlicheria	<i>Endlicheria</i>
Lauraceae	Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>
Lauraceae	Mezilaurus	<i>Mezilaurus</i>

Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea quixos</i>
Lauraceae	Ocotea	<i>Ocotea sericea</i>
Lauraceae	Persea	<i>Persea</i>
Lauraceae	Persea	<i>Persea americana</i>
Lauraceae	Persea	<i>Persea brevipes</i>
Lauraceae	Persea	<i>Persea ferruginea</i>
Lauraceae	Persea	<i>Persea tomentosa</i>
Lauraceae	Pleurothyrium	<i>Pleurothyrium</i>
Lauraceae	Rhodostemonodaphne	<i>Rhodostemonodaphne kunthia..</i>
Lecythidaceae	Couratari	<i>Couratari</i>
Lecythidaceae	Couratari	<i>Couratari guianensis</i>
Lecythidaceae	Couropita	<i>Couropita guianensis</i>
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera</i>
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera andina</i>
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera bracteosa</i>
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera coriacea</i>
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera gigantea</i>
Lecythidaceae	Grias	<i>Grias</i>
Lecythidaceae	Grias	<i>Grias neuberthii</i>
Lecythidaceae	Grias	<i>Grias peruviana</i>
Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia</i>

Familia	Genero	Especie
Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia angustifolia</i>
Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia foliosa</i>
Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia longifolia</i>
Lecythidaceae	Gustavia	<i>Gustavia macarenensis</i>
Lecythidaceae	Lecythis	<i>Lecythis</i>
Loranthaceae	Gaiadendron	<i>Gaiadendron</i>
Loranthaceae	Gaiadendron	<i>Gaiadendron punctatum</i>
Lythraceae	Lafoensia	<i>Lafoensia acuminata</i>
Lythraceae	Lythraceae	<i>Lafoensia acuminata</i>
Magnoliaceae	Magnolia	<i>Magnolia</i>
Malpighiaceae	Bunchosia	<i>Bunchosia</i>
Malpighiaceae	Byrsonima	<i>Byrsonima</i>
Malpighiaceae	Malpighia	<i>Malpighia emarginata</i>
Malpighiaceae	Malpighia	<i>Malpighia glabra</i>
Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba</i>

Familia	Genero	Especie
Malvaceae	Huberodendron	<i>Huberodendron patinoi</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia alata</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia coloradum</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia cordata</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia grandifolia</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia lasiocalyx</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia malacocalyx</i>
Malvaceae	Matisia	<i>Matisia obliquifolia</i>
Malvaceae	Mollia	<i>Mollia</i>
Malvaceae	Ochroma	<i>Ochroma</i>
Malvaceae	Ochroma	<i>Ochroma pyramidale</i>
Malvaceae	Pachira	<i>Pachira</i>
Malvaceae	Patinoa	<i>Patinoa</i>
Malvaceae	Pentaplaris	<i>Pentaplaris huaoranica</i>

Malvaceae	Apeiba	<i>Apeiba aspera</i>
Malvaceae	Cavanillesia	<i>Cavanillesia</i>
Malvaceae	Cavanillesia	<i>Cavanillesia platanifolia</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba insignis</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba samauma</i>
Malvaceae	Ceiba	<i>Ceiba trischistandra</i>
Malvaceae	Christiana	<i>Christiana eburnea</i>
Malvaceae	Eriotheca	<i>Eriotheca</i>
Malvaceae	Eriotheca	<i>Eriotheca ruizii</i>
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma</i>
Malvaceae	Guazuma	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Malvaceae	Gyranthera	<i>Gyranthera</i>
Malvaceae	Gyranthera	<i>Gyranthera amphibiolepis</i>
Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus</i>
Malvaceae	Heliocarpus	<i>Heliocarpus americanus</i>
Malvaceae	Herrania	<i>Herrania</i>
Malvaceae	Huberodendron	<i>Huberodendron</i>

Malvaceae	Phragmotheca	<i>Phragmotheca</i>
Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax</i>
Malvaceae	Pseudobombax	<i>Pseudobombax millei</i>
Malvaceae	Quararibea	<i>Quararibea</i>
Malvaceae	Quararibea	<i>Quararibea wittii</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia apeibophylla</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia apetala</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia colombiana</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia peruviana</i>
Malvaceae	Sterculia	<i>Sterculia tessmannii</i>
Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma</i>
Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma bicolor</i>
Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma cacao</i>
Malvaceae	Theobroma	<i>Theobroma subincanum</i>
Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum</i>
Malvaceae	Trichospermum	<i>Trichospermum galeottii</i>
Melastomataceae	Axinaea	<i>Axinaea</i>
Melastomataceae	Axinaea	<i>Axinaea affinis</i>

Familia	Genero	Especie
Melastomataceae	Axinaea	<i>Axinaea macrophylla</i>
Melastomataceae	Bellucia	<i>Bellucia pentamera</i>
Melastomataceae	Centronia	<i>Centronia</i>
Melastomataceae	Graffenrieda	<i>Graffenrieda</i>
Melastomataceae	Graffenrieda	<i>Graffenrieda emarginata</i>
Melastomataceae	Graffenrieda	<i>Graffenrieda harlingii</i>
Melastomataceae	Maieta	<i>Maieta guianensis</i>
Melastomataceae	Meriania	<i>Meriania</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia aspergillaris</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia asperrima</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia capitellata</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia cladonia</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia jahnii</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia lutescens</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia micropetala</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia obscura</i>

Familia	Genero	Especie
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela montana</i>
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela odorata</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea gomma</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea grandifolia</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea guidonia</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea kunthiana</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea macrophylla</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea pterorhachis</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea purusana</i>
Meliaceae	Guarea	<i>Guarea subandina</i>
Meliaceae	Ruagea	<i>Ruagea</i>
Meliaceae	Ruagea	<i>Ruagea glabra</i>
Meliaceae	Ruagea	<i>Ruagea hirsuta</i>
Meliaceae	Ruagea	<i>Ruagea pubescens</i>
Meliaceae	Swietenia	<i>Swietenia</i>
Meliaceae	Swietenia	<i>Swietenia macrophylla</i>

Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia punctata</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia quadripora</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia theaezans</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia tinifolia</i>
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia trinervia</i>
Melastomataceae	Mouriri	<i>Mouriri</i>
Melastomataceae	Mouriri	<i>Mouriri oligantha</i>
Melastomataceae	Tessmannianthus	<i>Tessmannianthus</i>
Melastomataceae	Tessmannianthus	<i>Tessmannianthus heterostem..</i>
Melastomataceae	Tibouchina	<i>Tibouchina</i>
Meliaceae	Cabralea	<i>Cabralea</i>
Meliaceae	Cabralea	<i>Cabralea canjerana</i>
Meliaceae	Carapa	<i>Carapa</i>
Meliaceae	Carapa	<i>Carapa amorphocarpa</i>
Meliaceae	Carapa	<i>Carapa guianensis</i>
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela</i>
Meliaceae	Cedrela	<i>Cedrela fissilis</i>

Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia martiana</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia maynasiana</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia pallida</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia pleeana</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia rubra</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia septentrionalis</i>
Meliaceae	Trichilia	<i>Trichilia tomentosa</i>
Metteniusaceae	Metteniusa	<i>Metteniusa</i>
Metteniusaceae	Metteniusa	<i>Metteniusa tessmanniana</i>
Monimiaceae	Mollinedia	<i>Mollinedia</i>
Moraceae	Artocarpus	<i>Artocarpus</i>
Moraceae	Artocarpus	<i>Artocarpus altilis</i>
Moraceae	Batocarpus	<i>Batocarpus</i>
Moraceae	Batocarpus	<i>Batocarpus orinocensis</i>
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum</i>
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum alicastrum</i>

Familia	Genero	Especie
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum guianense</i>
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum multinervium</i>
Moraceae	Brosimum	<i>Brosimum utile</i>
Moraceae	Castilla	<i>Castilla</i>
Moraceae	Castilla	<i>Castilla elastica</i>
Moraceae	Castilla	<i>Castilla tunu</i>
Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia</i>
Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia biflora</i>
Moraceae	Clarisia	<i>Clarisia racemosa</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus brevibracteata</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus citrifolia</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus cuatrecasana</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus elastica</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus insipida</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus jacobii</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus maxima</i>
Moraceae	Ficus	<i>Ficus trigona</i>

Familia	Genero	Especie
Moraceae	Poulsenia	<i>Poulsenia</i>
Moraceae	Poulsenia	<i>Poulsenia armata</i>
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia</i>
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia laevigata</i>
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia laevis</i>
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>
Moraceae	Pseudolmedia	<i>Pseudolmedia rigida</i>
Moraceae	Sorocea	<i>Sorocea</i>
Moraceae	Sorocea	<i>Sorocea muriculata</i>
Moraceae	Sorocea	<i>Sorocea trophoides</i>
Moraceae	Trophis	<i>Trophis</i>
Musaceae	Musa	<i>Musa acuminata</i>
Myricaceae	Morella	<i>Morella</i>
Myricaceae	Morella	<i>Morella parvifolia</i>
Myricaceae	Morella	<i>Morella pubescens</i>
Myristicaceae	Componeura	<i>Componeura</i>
Myristicaceae	Componeura	<i>Componeura morona-santiag..</i>
Myristicaceae	Componeura	<i>Componeura mutisii</i>

Moraceae	Helicostylis	<i>Helicostylis</i>
Moraceae	Helicostylis	<i>Helicostylis tomentosa</i>
Moraceae	Maclura	<i>Maclura</i>
Moraceae	Maclura	<i>Maclura tinctoria</i>
Moraceae	Maquira	<i>Maquira</i>
Moraceae	Maquira	<i>Maquira calophylla</i>
Moraceae	Maquira	<i>Maquira guianensis</i>
Moraceae	Morus	<i>Morus</i>
Moraceae	Morus	<i>Morus insignis</i>
Moraceae	Naucleopsis	<i>Naucleopsis</i>
Moraceae	Naucleopsis	<i>Naucleopsis glabra</i>
Moraceae	Naucleopsis	<i>Naucleopsis ulei</i>
Moraceae	Perebea	<i>Perebea</i>
Moraceae	Perebea	<i>Perebea guianensis</i>
Moraceae	Perebea	<i>Perebea tessmannii</i>
Moraceae	Perebea	<i>Perebea xanthochyma</i>

Myristicaceae	Iryanthera	<i>Iryanthera</i>
Myristicaceae	Iryanthera	<i>Iryanthera juruensis</i>
Myristicaceae	Iryanthera	<i>Iryanthera lancifolia</i>
Myristicaceae	Osteophloeum	<i>Osteophloeum</i>
Myristicaceae	Osteophloeum	<i>Osteophloeum platyspermum</i>
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba</i>
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba glycyarpa</i>
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba gordonifolia</i>
Myristicaceae	Otoba	<i>Otoba parvifolia</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola calophylla</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola duckei</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola elongata</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola flexuosa</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola multinervia</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola parvifolia</i>

Familia	Genero	Especie
Myristicaceae	Virola	<i>Virola pavonis</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola peruviana</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola sebifera</i>
Myristicaceae	Virola	<i>Virola surinamensis</i>
Myrtaceae	Calyptanthes	<i>Calyptanthes</i>
Myrtaceae	Calyptanthes	<i>Calyptanthes bipennis</i>
Myrtaceae	Calyptanthes	<i>Calyptanthes pulchella</i>
Myrtaceae	Campomanesia	<i>Campomanesia speciosa</i>
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia</i>
Myrtaceae	Eugenia	<i>Eugenia florida</i>
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia</i>
Myrtaceae	Myrcia	<i>Myrcia fallax</i>
Myrtaceae	Myrcianthes	<i>Myrcianthes</i>
Myrtaceae	Myrcianthes	<i>Myrcianthes discolor</i>
Myrtaceae	Myrcianthes	<i>Myrcianthes hallii</i>
Myrtaceae	Myrcianthes	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>
Myrtaceae	Myrciaria	<i>Myrciaria</i>
Myrtaceae	Myrteola	<i>Myrteola</i>
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium</i>
Myrtaceae	Psidium	<i>Psidium guajava</i>

Familia	Genero	Especie
Olacaceae	Aptandra	<i>Aptandra tubicina</i>
Olacaceae	Dulacia	<i>Dulacia</i>
Olacaceae	Heisteria	<i>Heisteria</i>
Olacaceae	Minquartia	<i>Minquartia</i>
Olacaceae	Minquartia	<i>Minquartia guianensis</i>
Oleaceae	Chionanthus	<i>Chionanthus pubescens</i>
Opiliaceae	Agonandra	<i>Agonandra</i>
Opiliaceae	Agonandra	<i>Agonandra excelsa</i>
Papaveraceae	Bocconia	<i>Bocconia</i>
Pentaphylacaceae	Freziera	<i>Freziera</i>
Pentaphylacaceae	Freziera	<i>Freziera campanulata</i>
Pentaphylacaceae	Freziera	<i>Freziera canescens</i>
Pentaphylacaceae	Ternstroemia	<i>Ternstroemia</i>
Pentaphylacaceae	Ternstroemia	<i>Ternstroemia macrocarpa</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma alchorneoides</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma asperifolia</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma chochoensis</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma duquei</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma macrocarpa</i>

Myrtaceae	Syzygium	<i>Syzygium jambos</i>
Nyctaginaceae	Bougainvillea	<i>Bougainvillea peruviana</i>
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea</i>
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea divaricata</i>
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea laetevirens</i>
Nyctaginaceae	Neea	<i>Neea ovalifolia</i>
Nyctaginaceae	Pisonia	<i>Pisonia</i>
Nyctaginaceae	Pisonia	<i>Pisonia aculeata</i>
Ochnaceae	Cespedesia	<i>Cespedesia</i>
Ochnaceae	Cespedesia	<i>Cespedesia spathulata</i>
Ochnaceae	Lacunaria	<i>Lacunaria</i>
Ochnaceae	Ouratea	<i>Ouratea</i>
Ochnaceae	Quiina	<i>Quiina</i>
Olacaceae	Aptandra	<i>Aptandra</i>

Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma moritziana</i>
Phyllanthaceae	Hieronyma	<i>Hieronyma oblonga</i>
Phyllanthaceae	Margaritaria	<i>Margaritaria nobilis</i>
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus</i>
Phyllanthaceae	Phyllanthus	<i>Phyllanthus salviifolius</i>
Phyllanthaceae	Richeria	<i>Richeria</i>
Phytolaccaceae	Gallesia	<i>Gallesia</i>
Phytolaccaceae	Gallesia	<i>Gallesia integrifolia</i>
Phytolaccaceae	Phytolacca	<i>Phytolacca</i>
Phytolaccaceae	Phytolacca	<i>Phytolacca dioica</i>
Picramniaceae	Picramnia	<i>Picramnia</i>
Pinaceae	Pinus	<i>Pinus radiata</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper aduncum</i>

Familia	Genero	Especie
Piperaceae	Piper	<i>Piper andreanum</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper angustifolium</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper bogotense</i>
Piperaceae	Piper	<i>Piper ecuadorensis</i>
Podocarpaceae	Podocarpus	<i>Podocarpus</i>
Podocarpaceae	Podocarpus	<i>Podocarpus oleifolius</i>
Podocarpaceae	Prumnopitys	<i>Prumnopitys</i>
Podocarpaceae	Prumnopitys	<i>Prumnopitys montana</i>
Polygalaceae	Monnina	<i>Monnina</i>
Polygalaceae	Monnina	<i>Monnina hirta</i>
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba</i>
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba densifrons</i>
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba mollis</i>
Polygonaceae	Coccoloba	<i>Coccoloba ruiziana</i>
Polygonaceae	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris</i>
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris americana</i>
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris cumingiana</i>
Polygonaceae	Triplaris	<i>Triplaris dugandii</i>
Primulaceae	Ardisia	<i>Ardisia</i>
Primulaceae	Bonellia	<i>Bonellia sprucei</i>
Primulaceae	Cybianthus	<i>Cybianthus</i>

Familia	Genero	Especie
Proteaceae	Euplassa	<i>Euplassa</i>
Proteaceae	Lomatia	<i>Lomatia</i>
Proteaceae	Lomatia	<i>Lomatia hirsuta</i>
Proteaceae	Oreocallis	<i>Oreocallis grandiflora</i>
Proteaceae	Panopsis	<i>Panopsis</i>
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala</i>
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala montana</i>
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala obovata</i>
Proteaceae	Roupala	<i>Roupala pachypoda</i>
Rhamnaceae	Colubrina	<i>Colubrina</i>
Rhamnaceae	Rhamnus	<i>Rhamnus granulosa</i>
Rhamnaceae	Ziziphus	<i>Ziziphus</i>
Rhamnaceae	Ziziphus	<i>Ziziphus cinnamomum</i>
Rhamnaceae	Ziziphus	<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>
Rhizophoraceae	Rhizophora	<i>Rhizophora harrisonii</i>
Rhizophoraceae	Rhizophora	<i>Rhizophora mangle</i>
Rosaceae	Hesperomeles	<i>Hesperomeles</i>
Rosaceae	Hesperomeles	<i>Hesperomeles ferruginea</i>
Rosaceae	Hesperomeles	<i>Hesperomeles glabrata</i>
Rosaceae	Hesperomeles	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>
Rosaceae	Polylepis	<i>Polylepis</i>
Rosaceae	Prunus	<i>Prunus</i>

Primulaceae	Cybianthus	<i>Cybianthus schlimii</i>
Primulaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus</i>
Primulaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus andinus</i>
Primulaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus ecuadorensis</i>
Primulaceae	Geissanthus	<i>Geissanthus vanderwerffii</i>
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine</i>
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine andina</i>
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine coriacea</i>
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine dependens</i>
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine sodiroana</i>
Primulaceae	Parathesis	<i>Parathesis</i>
Primulaceae	Stylogyne	<i>Stylogyne</i>

Rosaceae	Prunus	<i>Prunus huantensis</i>
Rosaceae	Prunus	<i>Prunus littlei</i>
Rosaceae	Prunus	<i>Prunus opaca</i>
Rubiaceae	Alibertia	<i>Alibertia</i>
Rubiaceae	Alseis	<i>Alseis</i>
Rubiaceae	Alseis	<i>Alseis eggersii</i>
Rubiaceae	Amphidasya	<i>Amphidasya</i>
Rubiaceae	Calycophyllum	<i>Calycophyllum</i>
Rubiaceae	Calycophyllum	<i>Calycophyllum obovatum</i>
Rubiaceae	Capirona	<i>Capirona</i>
Rubiaceae	Capirona	<i>Capirona decorticans</i>
Rubiaceae	Chimarrhis	<i>Chimarrhis</i>

Familia	Genero	Especie
Rubiaceae	Chimarrhis	<i>Chimarrhis glabriflora</i>
Rubiaceae	Chimarrhis	<i>Chimarrhis hookeri</i>
Rubiaceae	Cinchona	<i>Cinchona</i>
Rubiaceae	Cinchona	<i>Cinchona macrocalyx</i>
Rubiaceae	Cinchona	<i>Cinchona officinalis</i>
Rubiaceae	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i>
Rubiaceae	Condaminea	<i>Condaminea</i>
Rubiaceae	Coussarea	<i>Coussarea</i>
Rubiaceae	Coussarea	<i>Coussarea racemosa</i>
Rubiaceae	Duroia	<i>Duroia</i>
Rubiaceae	Duroia	<i>Duroia hirsuta</i>
Rubiaceae	Elaeagia	<i>Elaeagia</i>
Rubiaceae	Elaeagia	<i>Elaeagia mariae</i>
Rubiaceae	Elaeagia	<i>Elaeagia utilis</i>
Rubiaceae	Faramea	<i>Faramea</i>
Rubiaceae	Faramea	<i>Faramea anisocalyx</i>
Rubiaceae	Ferdinandusa	<i>Ferdinandusa</i>
Rubiaceae	Ferdinandusa	<i>Ferdinandusa chlorantha</i>
Rubiaceae	Genipa	<i>Genipa</i>
Rubiaceae	Genipa	<i>Genipa americana</i>
Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda</i>
Rubiaceae	Guettarda	<i>Guettarda hirsuta</i>
Rubiaceae	Hippotis	<i>Hippotis</i>
Rubiaceae	Hippotis	<i>Hippotis albiflora</i>

Familia	Genero	Especie
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea angustifolia</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea azurea</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea cutucuana</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea loxensis</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea ovalis</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea stipularis</i>
Rubiaceae	Pentagonia	<i>Pentagonia</i>
Rubiaceae	Pentagonia	<i>Pentagonia macrophylla</i>
Rubiaceae	Posoqueria	<i>Posoqueria</i>
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria</i>
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria brachiata</i>
Rubiaceae	Psychotria	<i>Psychotria reticulata</i>
Rubiaceae	Randia	<i>Randia</i>
Rubiaceae	Remijia	<i>Remijia</i>
Rubiaceae	Schizocalyx	<i>Schizocalyx</i>
Rubiaceae	Schizocalyx	<i>Schizocalyx condoricus</i>
Rubiaceae	Simira	<i>Simira</i>
Rubiaceae	Simira	<i>Simira cordifolia</i>
Rubiaceae	Simira	<i>Simira ecuadorensis</i>
Rubiaceae	Simira	<i>Simira rubescens</i>
Rubiaceae	Tocoyena	<i>Tocoyena</i>
Rubiaceae	Warszewiczia	<i>Warszewiczia</i>
Rubiaceae	Warszewiczia	<i>Warszewiczia coccinea</i>
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus</i>

Rubiaceae	Hoffmannia	<i>Hoffmannia</i>
Rubiaceae	Isertia	<i>Isertia</i>
Rubiaceae	Isertia	<i>Isertia laevis</i>
Rubiaceae	Ladenbergia	<i>Ladenbergia</i>
Rubiaceae	Ladenbergia	<i>Ladenbergia macrocarpa</i>
Rubiaceae	Ladenbergia	<i>Ladenbergia oblongifolia</i>
Rubiaceae	Macrocnemum	<i>Macrocnemum roseum</i>
Rubiaceae	Manettia	<i>Manettia holwayi</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea</i>
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea amethystina</i>

Rutaceae	Citrus	<i>Citrus sinensis</i>
Rutaceae	Esenbeckia	<i>Esenbeckia</i>
Rutaceae	Esenbeckia	<i>Esenbeckia amazonica</i>
Rutaceae	Hortia	<i>Hortia</i>
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum</i>
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum acuminatum</i>
Rutaceae	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>
Sabiaceae	Meliosma	<i>Meliosma</i>
Sabiaceae	Meliosma	<i>Meliosma stellata</i>
Sabiaceae	Ophiocaryon	<i>Ophiocaryon</i>

Familia	Genero	Especie
Sabiaceae	Ophiocaryon	<i>Ophiocaryon manausense</i>
Salicaceae	Abatia	<i>Abatia parviflora</i>
Salicaceae	Banara	<i>Banara</i>
Salicaceae	Banara	<i>Banara guianensis</i>
Salicaceae	Banara	<i>Banara nitida</i>
Salicaceae	Banara	<i>Banara riparia</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia aculeata</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia arborea</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia obovalis</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia pitumba</i>
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia sylvestris</i>
Salicaceae	Hasseltia	<i>Hasseltia</i>
Salicaceae	Hasseltia	<i>Hasseltia floribunda</i>
Salicaceae	Laetia	<i>Laetia</i>
Salicaceae	Laetia	<i>Laetia procera</i>
Salicaceae	Lunania	<i>Lunania</i>
Salicaceae	Neosprucea	<i>Neosprucea grandiflora</i>
Salicaceae	Pleuranthodendron	<i>Pleuranthodendron</i>
Salicaceae	Pleuranthodendron	<i>Pleuranthodendron lindenii..</i>
Salicaceae	Prockia	<i>Prockia crucis</i>
Salicaceae	Ryania	<i>Ryania</i>
Salicaceae	Tetrathylacium	<i>Tetrathylacium</i>
Salicaceae	Tetrathylacium	<i>Tetrathylacium macrophyllu..</i>
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus</i>

Familia	Genero	Especie
Sapindaceae	Paullinia	<i>Paullinia</i>
Sapindaceae	Sapindaceae	<i>Allophylus excelsus</i>
Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus</i>
Sapindaceae	Sapindus	<i>Sapindus saponaria</i>
Sapindaceae	Talisia	<i>Talisia</i>
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum</i>
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum argenteum</i>
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum argenteum su..</i>
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum sanguinolent..</i>
Sapotaceae	Chrysophyllum	<i>Chrysophyllum venezuelanen..</i>
Sapotaceae	Micropholis	<i>Micropholis</i>
Sapotaceae	Micropholis	<i>Micropholis guyanensis</i>
Sapotaceae	Micropholis	<i>Micropholis venulosa</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria baehniiana</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria bilocularis</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria caimito</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria collina</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria densiflora</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria guianensis</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria lucuma</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria multiflora</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria pubescens</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria sapota</i>
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria torta</i>

Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus excelsus</i>
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus floribundus</i>
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus mollis</i>
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus nitidulus</i>
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus punctatus</i>
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania</i>
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania americana</i>
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania cinerea</i>
Sapindaceae	Matayba	<i>Matayba</i>

Sapotaceae	Pradosia	<i>Pradosia</i>
Sapotaceae	Pradosia	<i>Pradosia montana</i>
Schlegeliaceae	Exarata	<i>Exarata</i>
Scrophulariaceae	Buddleja	<i>Buddleja</i>
Simaroubaceae	Simaba	<i>Simaba</i>
Simaroubaceae	Simarouba	<i>Simarouba</i>
Simaroubaceae	Simarouba	<i>Simarouba amara</i>
Siparunaceae	Siparuna	<i>Siparuna</i>
Siparunaceae	Siparuna	<i>Siparuna aspera</i>

Familia	Genero	Especie
Siparunaceae	Siparuna	<i>Siparuna eggersii</i>
Solanaceae	Acnistus	<i>Acnistus arborescens</i>
Solanaceae	Brugmannsia	<i>Brugmannsia</i>
Solanaceae	Cestrum	<i>Cestrum</i>
Solanaceae	Cestrum	<i>Cestrum racemosum</i>
Solanaceae	Markea	<i>Markea</i>
Solanaceae	Sessea	<i>Sessea corymbosa</i>
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum</i>
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum asperolanatum</i>
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum barbulatum</i>
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum torvum</i>
Staphyleaceae	Turpinia	<i>Turpinia</i>
Staphyleaceae	Turpinia	<i>Turpinia occidentalis</i>
Stemonuraceae	Discophora	<i>Discophora</i>
Stemonuraceae	Discophora	<i>Discophora guianensis</i>
Styracaceae	Styrax	<i>Styrax</i>
Styracaceae	Styrax	<i>Styrax subargenteus</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos canescens</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos clethrifolia</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos coriacea</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos fuscata</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos nuda</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos pluribracteata</i>
Symplocaceae	Symplocos	<i>Symplocos quitensis</i>
Tapisciaceae	Huertea	<i>Huertea</i>
Tapisciaceae	Huertea	<i>Huertea glandulosa</i>

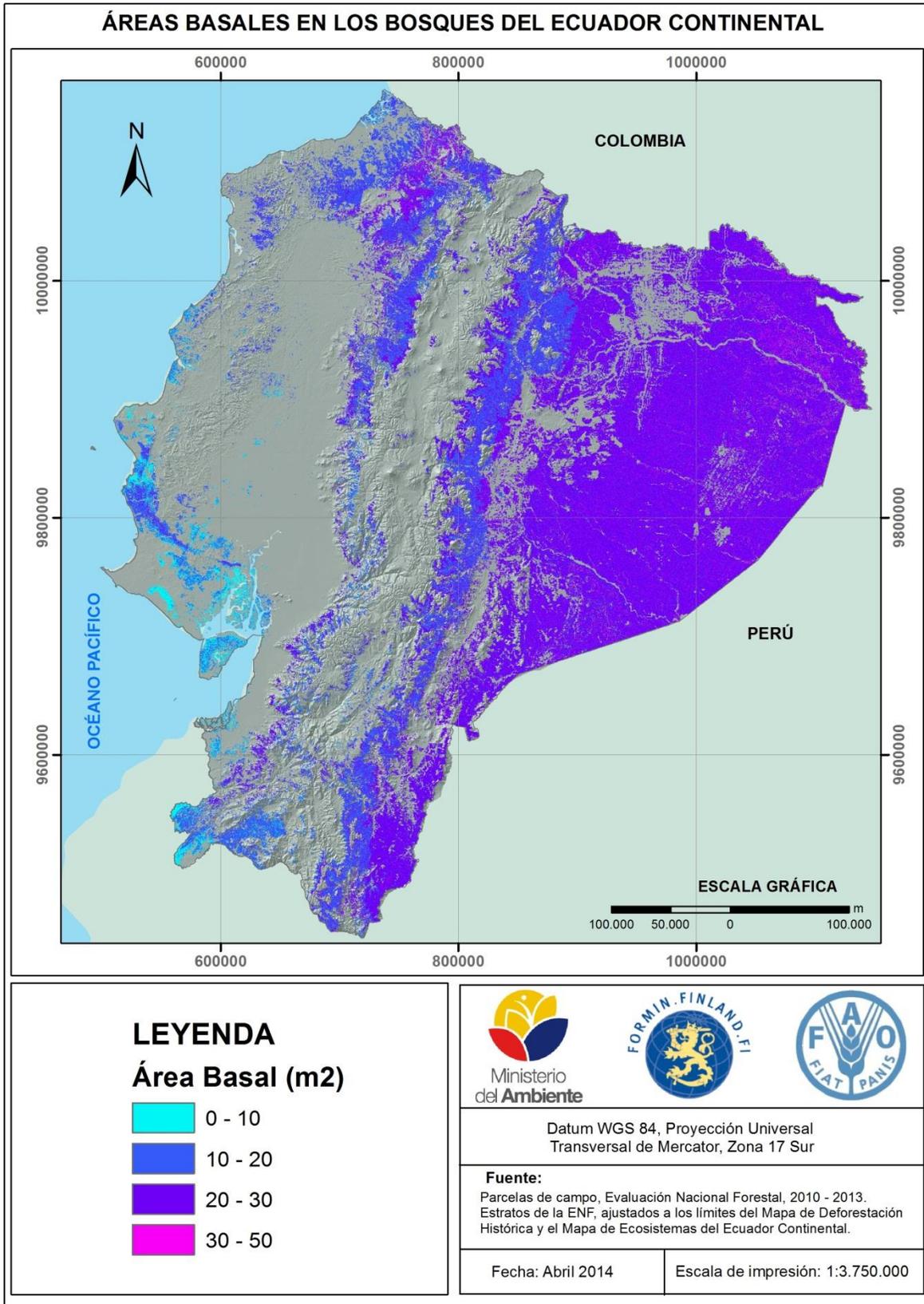
Familia	Genero	Especie
Urticaceae	Boehmeria	<i>Boehmeria</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia andina</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia herthae</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia litoralis</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia putumayonis</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia sciadophylla</i>
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia telenitida</i>
Urticaceae	Coussapoa	<i>Coussapoa</i>
Urticaceae	Coussapoa	<i>Coussapoa villosa</i>
Urticaceae	Phenax	<i>Phenax</i>
Urticaceae	Phenax	<i>Phenax laevigatus</i>
Urticaceae	Pilea	<i>Pilea</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma bicolor</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma cecropiifolia</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma guianensis</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma minor</i>
Urticaceae	Pourouma	<i>Pourouma tomentosa</i>
Urticaceae	Urera	<i>Urera</i>
Urticaceae	Urera	<i>Urera caracasana</i>
Verbenaceae	Citharexylum	<i>Citharexylum</i>
Verbenaceae	Duranta	<i>Duranta dombeyana</i>
Verbenaceae	Petrea	<i>Petrea</i>
Violaceae	Gloeospermum	<i>Gloeospermum equatoriense</i>
Violaceae	Gloeospermum	<i>Gloeospermum longifolium</i>

Tetrameristaceae	Pelliciera	<i>Pelliciera</i>
Tetrameristaceae	Pelliciera	<i>Pelliciera rhizophorae</i>
Theaceae	Gordonia	<i>Gordonia</i>
Theaceae	Gordonia	<i>Gordonia fruticosa</i>
Thymelaeaceae	Daphnopsis	<i>Daphnopsis espinosae</i>
Ulmaceae	Ampelocera	<i>Ampelocera</i>
Ulmaceae	Ampelocera	<i>Ampelocera edentula</i>

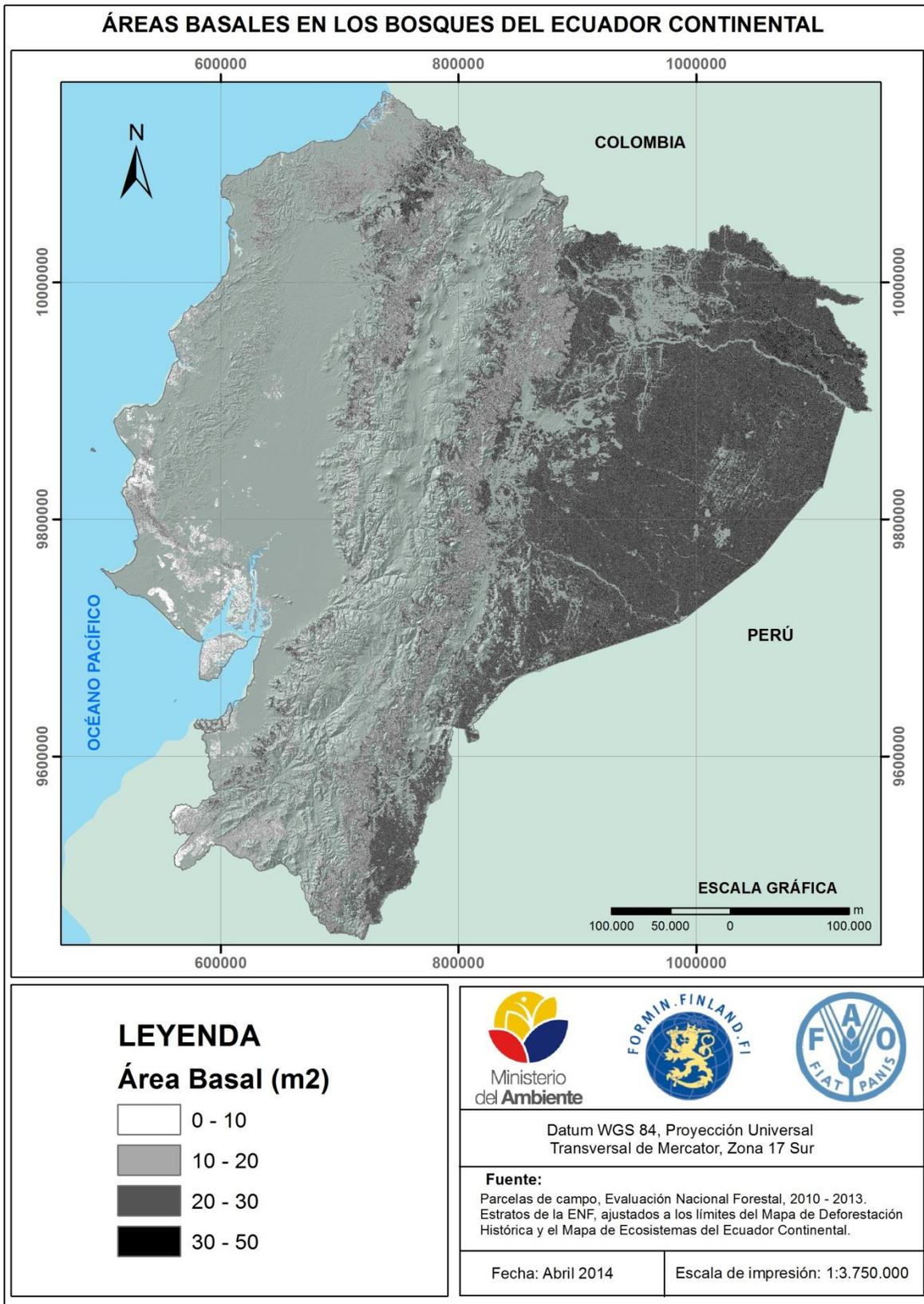
Violaceae	Leonia	<i>Leonia</i>
Violaceae	Leonia	<i>Leonia crassa</i>
Violaceae	Leonia	<i>Leonia glycyarpa</i>
Violaceae	Rinorea	<i>Rinorea</i>
Violaceae	Rinorea	<i>Rinorea viridifolia</i>
Vochysiaceae	Erisma	<i>Erisma</i>
Vochysiaceae	Erisma	<i>Erisma uncinatum</i>

<b>Familia</b>	<b>Genero</b>	<b>Especie</b>
Vochysiaceae	Qualea	<i>Qualea</i>
Vochysiaceae	Qualea	<i>Qualea paraensis</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia biloba</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia bracediniae</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia ferruginea</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia gardneri</i>
Vochysiaceae	Vochysia	<i>Vochysia leguiana</i>
Winteraceae	Drimys	<i>Drimys</i>
Winteraceae	Drimys	<i>Drimys granadensis</i>

Anexo 5. Mapa de áreas basales en los bosques del Ecuador Continental



Anexo 6. Mapa en escala de grises de áreas basales en los bosques del Ecuador Continental



Anexo 7. Carbono capturado a nivel provincial

Provincia	Promedio Carbono (T/Ha)	Carbono (Ton)	Carbono (%)
Azuay	92,43	13000173,21	0,87
Bolivar	99,11	5582617,53	0,37
Cañar	90,38	771447,52	0,05
Carchi	118,78	15087389,28	1,01
Chimborazo	99,71	5872170,178	0,39
Cotopaxi	110,14	14222994,98	0,95
El Oro	82,09	9613506,54	0,64
Esmeraldas	91,84	47937396,93	3,20
Guayas	46,16	10114530,73	0,68
Imbabura	118,36	15643209,19	1,04
Loja	61,92	18943178,79	1,26
Los Rios	91,52	406346,05	0,03
Manabi	52,6	11194627,09	0,75
Morona Santiago	144,54	214033006,50	14,29
Napo	127,18	97166906,26	6,49
Orellana	154,7	282619510,2	18,87
Pastaza	160,13	413564743,8	27,61
Pichincha	116	25263411,48	1,69
Santa Elena	48,67	5323996,21	0,36
Santo Domingo	114,04	3684047,37	0,25
Sucumbios	139,81	182787233,30	12,20
Tungurahua	116,17	10204885,11	0,68
Zamora Chinchipe	136,28	94664211,83	6,32
ZND	63,05	386376,70	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>133,67</b>	<b>1518905138,25</b>	<b>100,00</b>

Fuente: ENF, 2013.

Anexo 8. Carbono capturado en las Demarcaciones Hidrográficas de SENAGUA

Demarcación Hidrográfica	Promedio Carbono (T/Ha)	Carbono (Ton)	Carbono (%)
Esmeraldas	101,43	88999977,7	5,96
Guayas	68,38	38401001,8	2,57
Jubones	83,15	13502464,1	0,90
Manabí	49,63	8950757,6	0,60
Mira	117,02	22042151,7	1,48
Napo	147,59	723921179	48,45
Pastaza	153,65	320585936	21,45
Puyango-Catamayo	61,84	19123730	1,28
Santiago	139,69	258785879	17,32
<b>TOTAL</b>	<b>134,34</b>	<b>1494313076,9</b>	<b>100,00</b>

Fuente: ENF, 2013.

Anexo 9. Carbono capturado en las distintas zonas de planificación de la SENPLADES

Zona SENPLADES	Promedio Carbono (T/Ha)	Carbono (Ton)	Carbono (%)
Centro	155,29	442403746,09	29,60
Austro	138,95	229334200,17	15,35
Centro Norte	145,39	389630272,81	26,07
DMQ	116,63	13609758,80	0,91
Guayaquil-SMD	44,66	6885055,35	0,46
Litoral	61,91	14436046,27	0,97
Norte	125,19	260563698,23	17,43
Pacífico	60,48	14984405,65	1,00
Sur	110,26	122649453,11	8,21
<b>TOTAL</b>	<b>134,34</b>	<b>1494496636,47</b>	<b>100,00</b>

Fuente: ENF, 2013.

\* La diferencia entre el total de carbono generado a partir del mapa de estratos y el generado por provincias procede mayormente por las áreas de manglar, las cuales están en un alto porcentaje sobre el océano o los estuarios de ríos, los cuales no se contemplan en la división político-administrativa del país. Asimismo, las diferencias con las zonas de SENPLADES y las Demarcaciones Hidrográficas de SENAGUA se deben a las diferencias en las capas del Ecuador, además del la del ecosistema descrito previamente

Anexo 10. Matriz de definición de análisis estadísticos de información de encuesta de hogares

RELACIÓN GENTE BOSQUE																												
Características Población	Uso doméstico de madera		Cobertura y uso del suelo			Comercio de madera								Uso y comercio PFSM		Seguridad Alimentaria						Organización						
	Materiales vivienda	Combustible cocinar	# hectáreas bosque nativo	# hectáreas silvopasturas	# hectáreas cultivos permanentes	Obtiene madera (sí/no)	De dónde obtiene madera	Vendieron árboles en pie (sí/no)	Vendieron madera aserrada	¿ venta de árboles en pie	¿ venta de madera aserrada	Permisos para vender madera (sí/no)	Participaron programas (sí/no)	Dificultades (sí/no)	Tipos de uso de PFSM	Realiza actividades turísticas (sí/no)	Tipo de cultivos que tienen	¿ obtenidos de la venta de los cultivos	Crianza de animales (sí/no)	Tipo crianza de animales	# animales para consumo de la familia	Procedencia de los alimentos consumidos en el hogar	Dificultades acceso a alimentos	Pertenece a una organización (sí/no)	tipo de organización	Principal beneficio recibido de la organización	De que institución recibe ayuda	
Sexo/ parentesco		x	x	x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Actividades principales	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Edad		x									x	x	x		x								x	x	x	x	x	
Autoidentificación	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Nivel de educación	x	x																					x	x	x	x	x	
Procedencia	x	x	x	x	x	x								x	x	x							x	x	x	x	x	
# miembros del hogar						x		x	x	x	x					x	x	x	x	x								

**I. Caracterización socio cultural**

1.1. (sexo)(edad)(nivel instrucción) vs. (auto identificación)(procedencia)

**II. Caracterización socio-económica**

2.1. Ingresos – gastos del total de la población

2.2. (rama actividad)(categoría ocupacional) vs. (sexo)(etnia)(edad)

**III. Análisis socioeconómico**

3.1. Uso doméstico de la madera.

- Por etnia vs. (materiales de vivienda)(combustible que usa)

3.2. Cobertura y uso de suelo.

- Por actividades principales vs. (# has bosque nativo)(# has silvopasturas)(# has cultivos permanentes)
- Etnia vs. (# has bosque nativo)(# has silvopasturas)(# has cultivos permanentes)
- Procedencia vs. (# has bosque nativo)(# has silvopasturas)(# has cultivos permanentes)

3.3. Aprovechamiento de madera

- Obtiene madera vs. de donde obtiene la madera (A1)
- Frecuencia: Vendieron árboles pío y aserrado (A2)
- Ingresos venta arboles pie y aserrada vs. (etnia)(# miembros hogar)
- Necesita permisos vs. (etnia)
- En dónde vendieron vs. etnia (esto de tablones y vigas)
- A quienes vendieron vs. etnia (esto de tablones y vigas)
- Herramientas y movilización de madera (Frecuencias)
- Participa en programas vs. Obtiene madera.
- Dificultades vs. participa en programas.

3.4. PFMN

- Extrajeron PFMN (si/no) vs. Tipo de uso de PFMN
- Etnia vs. Tipo de uso de PFMN

3.5. Servicios del bosque

- Actividades turísticas vs. Sexo
- Actividades turísticas vs. Etnia
- Frecuencia de actividades turísticas

3.6. Seguridad alimentaria

- Etnia vs. procedencia de alimentos
- Etnia vs. dificultades para acceder a los alimentos.
- Etnia vs. alimentos que consume

3.7. Organización

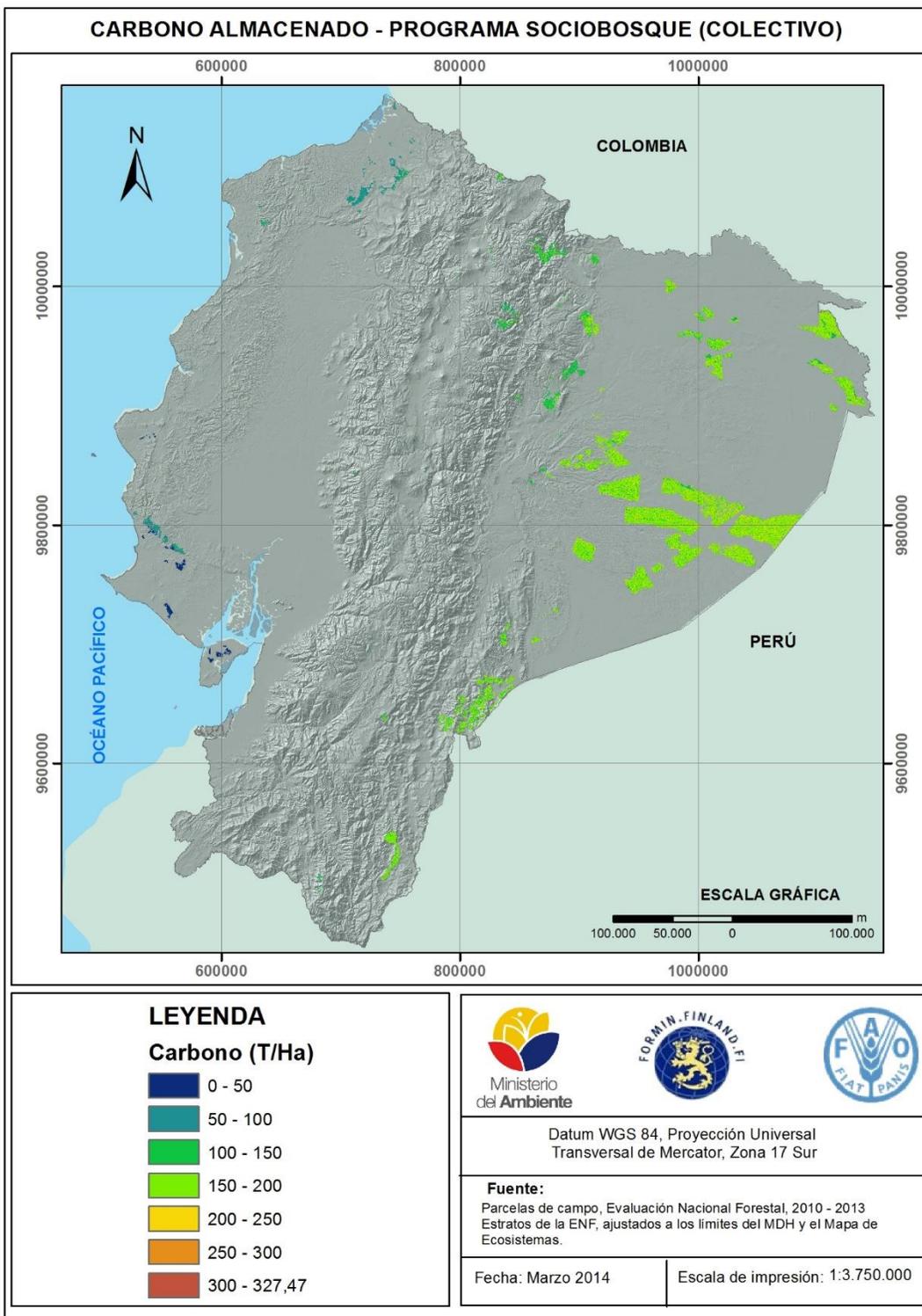
- Miembro hogar pertenece organización vs. etnia.
- Frecuencia: Miembro hogar pertenece organización (si/no)
- Tipo de organización vs. Rama de actividad
- Tipo de organización vs. Sexo
- Tipo de organización vs. etnia.

Anexo 12. Matriz de tiempos en la solicitud y entrega de información de instituciones públicas y privadas

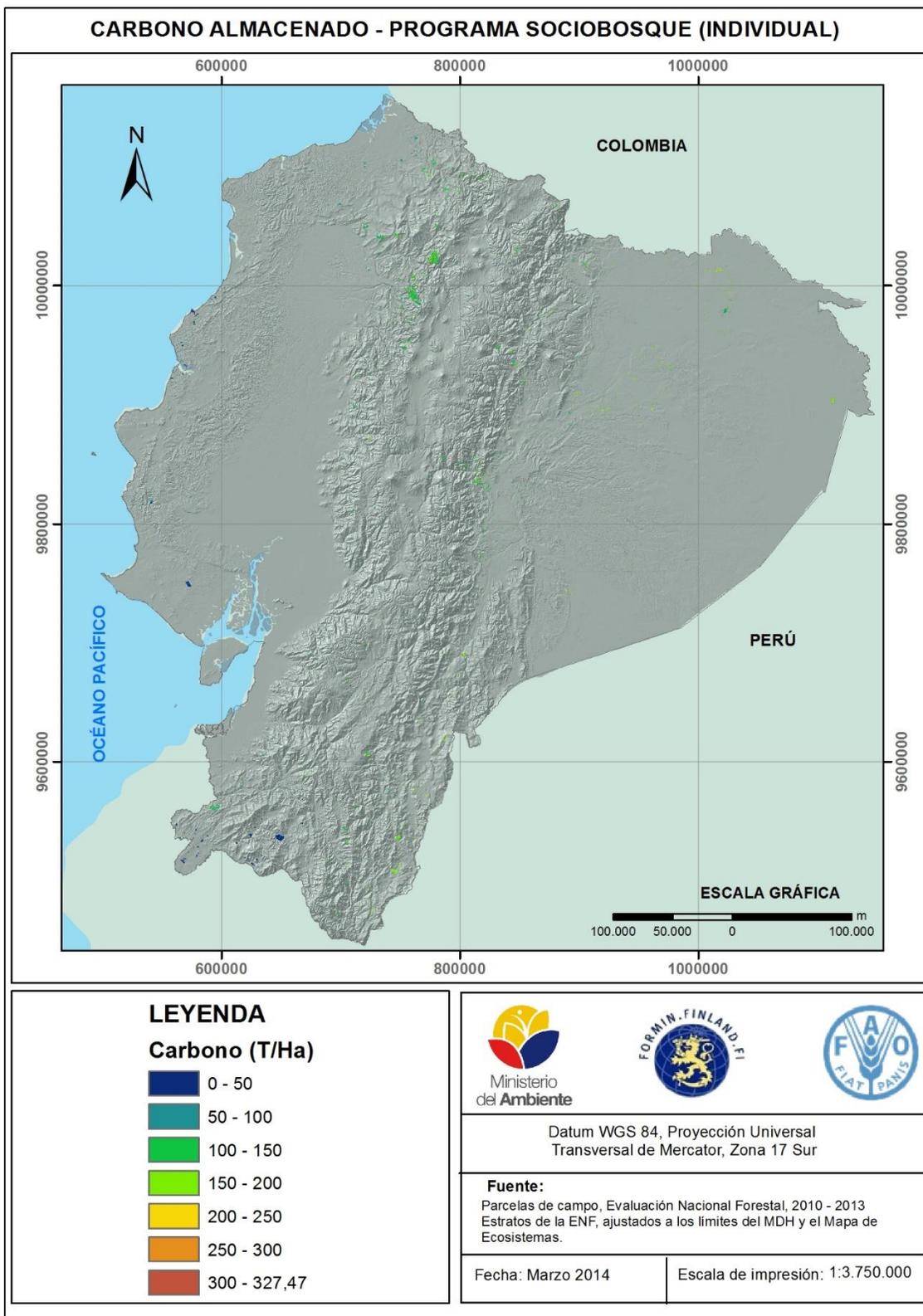
	Institución/ Asociación	Fecha de envío de solicitud	Fecha de respuesta	de	Tiempo de espera (meses)	
INSTITUCIONES ESTATALES	Agencia de Regulación y Control Minero (ARCOM)		31-ene-14	19-feb-14	0,6	
	TRANSELECTRIC		29-nov-13	16-ene-14	1,6	
	Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca (MAGAP)	COORDINACIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN		31-ene-14	24-feb-14	0,8
		COORDINACIÓN DE ASESORÍA JURÍDICA		29-nov-13	23-dic-13	0,8
		SUBSECRETARÍA DE AGRICULTURA		29-nov-13	13-ene-14	1,5
		SUBSECRETARÍA DE GANADERÍA		29-nov-13	sin respuesta	sin respuesta
		SUBSECRETARÍA DE PRODUCCIÓN FORESTAL		29-nov-13	09-ene-14	1,4
	Ministerio del Ambiente (MAE)		29-nov-13	26-mar-14	3,9	
	Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO)		29-nov-13	28-ene-14	2,0	
	CORPORACIÓN ELÉCTRICA DEL ECUADOR (CELEC)		18-mar-14	06-may-14	1,6	
	Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética		29-nov-13	sin respuesta	sin respuesta	
Secretaría de Hidrocarburos		29-nov-13	13-ene-14	1,5		
ASOCIACIONES PRIVADAS	Corporación Regional de Bananeros Ecuatorianos (AGROBAN)		02-sep-13	24-sep-13	0,7	
	Asociación de Productores de Cacao Fino de Aroma (APROCAFA)		01-oct-13	01-nov-13	1,0	
	Cámara Nacional de Acuicultura (CNA )		02-sep-13	25-sep-13	0,8	
	Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Africana (ANCUPA)		02-sep-13	29-oct-13	1,9	
	Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC)		02-sep-13	01-oct-13	1,0	
	Asociación de Productores y/o Exportadores de Flores del Ecuador (EXPOFLORES)		02-sep-13	22-oct-13	1,7	

Institución/ Asociación	Fecha de envío de solicitud	Fecha de respuesta	Tiempo de espera (meses)
Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO)	02-sep-13	sin respuesta	sin respuesta
Asociación de Ganaderos del Litoral y Galápagos (AGLYG)	02-sep-13	sin respuesta	sin respuesta
Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera (AIMA)	02-sep-13	sin respuesta	sin respuesta

Anexo 13. Mapa de carbono de las áreas conservadas por el Programa Socio Bosque bajo contratos colectivos.



Anexo 14. Mapa de carbono de las áreas conservadas por el Programa Socio Bosque bajo contratos individuales.



## Anexo 15. Estimación de reservas de carbono en bosques y elaboración de mapas

El primer paso fue seleccionar las áreas de conservación (no incluye restauración de bosques) de Socio Bosque que logran calzar con el mapa de carbono de Ecuador elaborado por FAO y MAE para verificar cuáles de estas áreas quedan dentro y fuera de los estratos utilizados por la Evaluación Nacional Forestal del Ecuador (ENF). Las áreas que quedaron dentro de los estratos (81% del total) se utilizaron para elaborar el mapa de carbono y estimar el carbono conservado. El resto de las áreas que quedaron fuera (19%), no fueron incluidas dentro de los mapas, pero se estimó su carbono en relación a un valor relativo de carbono por hectárea generado durante la elaboración del mapa. Se excluyó el área de paramos para la estimación de carbono, pues estos no son parte de la ENF forestal.

Una vez definidas las áreas dentro y fuera de los estratos, para estimar las reservas de carbono debidas al incentivo de conservación de bosques del Programa Socio Bosque, se elaboró un mapa preliminar de carbono. La meta del programa es lograr la conservación de 3.6 millones de hectáreas de bosque nativos y páramos según acuerdo ministerial No. 15 y No.30<sup>51</sup>. Para esto, se utilizaron los registros de áreas totales de bosque conservadas por el Programa Socio Bosque al 2013, el Mapa de Estratos de Bosque Nativo desarrollado por el MAE y el Mapa de Carbono del Ecuador desarrollado por FAO.

Utilizando el Mapa de Carbono se clasificó y estimó el área de los bosques que participan del programa Socio Bosque según los estratos de la Evaluación Nacional Forestal del Ecuador. Para el desarrollo del mapa de carbono se utilizó el algoritmo del vecino más cercano (K-nn), donde a partir de imágenes satélite previamente trabajadas y corregidas, se generó un mosaico del Ecuador. A esta imagen se le agregaron los datos de carbono de cada una de las parcelas de la ENF; a partir de allí se ejecutó el algoritmo para modelar la cantidad de carbono de los nueve estratos de bosque. Este procedimiento se realizó a través de programación en el sistema operativo Linux y el software K-nn desarrollado por la FAO.

Se debe señalar que los factores de emisión utilizados para la elaboración de Mapa de Carbono de Ecuador, provenían de los resultados generados por la Evaluación Nacional Forestal y análisis llevados a cabo por CATIE. Los factores de emisión fueron carbono total y carbono almacenado en la biomasa de árboles en pie vivos y muertos (igual y mayores a 10 cm dap), biomasa en madera muerta o detritus, biomasa en tocones, biomasa en sotobosque y biomasa en raíces vivas y muertas.

Sobre más detalles metodológicos se puede consultar, para el Mapa de Estratos el documento (Aguirre et al 2010), para el mapa de carbono consultar el documento y sobre las estimaciones de los factores de emisión consultar el documento reporte de la Evaluación Nacional Forestal. Estos documentos esperan estar publicados por FAO Ecuador y el MAE para el segundo semestre de 2014.

---

<sup>51</sup> Acuerdo Ministerial No 15 <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/acuerdo115.pdf>  
Reforma al Acuerdo 15 <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Acuerdo%20Ministerial%20130.pdf>

## Estimación de la remoción CO<sub>2</sub> atmosférico debido a restauración pasiva

Para estimar la remoción de CO<sub>2</sub> atmosférico por el programa Socio Bosque, se analizó el incentivo de conservación denominado Restauración Pasiva, que consiste en incentivar la restauración natural o ecológica de bosques nativos bajo contratos a personas individuales o grupos de personas que quieran conservar bosque de manera colectiva (acuerdo ministerial 092<sup>52</sup>). Para la estimación de remociones de CO<sub>2</sub>, se desarrollaron escenarios de remoción de CO<sub>2</sub> con y sin las actividades propuestas por Socio Bosque, también llamados escenarios de la línea de base del proyecto. Para desarrollar los escenarios se utilizó información proveniente del Programa Socio Bosque y factores de emisión provenientes de la Evaluación Forestal, del IPCC y de literatura científica. Para estimar las emisiones de la línea de base, se utilizó la herramienta "Carbon Assessment Tool for Afforestation Reforestation (CAT-AR, versión Enero 2011) desarrollada por CATIE para el Banco Mundial.

### Descripción de escenarios de remociones de CO<sub>2</sub> o línea de base

Para terminar el potencial de emisiones del incentivo reforestación pasiva, se desarrollaron escenarios de línea de base para estimar emisiones debidas a las actividades de Socio Bosque. Tanto para los escenarios individuales como para los colectivos, se usaron los mismos supuestos y factores de emisión.

Se crearon dos escenarios de remoción de emisiones de la línea de base, uno sin las actividades (BLS) y otro con las actividades del proyecto (SM), para lo cual se asumieron una serie de supuestos dado que Socio Bosque no contaba con toda la información, puesto que el Programa no ha sido diseñado para contabilizar la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>. Primero, se consideró que las áreas en donde Socio Bosque ha decidido brindar incentivos económicos y apoyo técnico, cumplen con criterios de adicionalidad según sugiere el Mecanismo de Desarrollo Limpio del protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático<sup>53</sup>. Es decir, que los dueños individuales y colectivos de tierras, necesitaban de apoyo externo (técnico y de financiamiento) para realizar las actividades de restauración, de lo contrario la restauración nunca sucedería. También, se asumió que no existían fugas<sup>54</sup> de emisiones debidas a las actividades del proyecto y que se aseguraba la permanencia de las remociones de CO<sub>2</sub> durante la duración de los contratos. Finalmente se asumió la definición de bosque definida por la Evaluación Nacional de Ecuador y que consiste en un área mínima de 1 hectárea, con una altura de dosel mayor a 5 metros y con una cobertura mayor a 30% (MAE 2011).

---

<sup>52</sup> Acuerdo ministerial No 092

<http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/Acuerdo%20Ministerial%20092%20de%2010%20de%20julio%20de%202012%20Manual%20Operativo%20Capi%CC%81tulo%20Restauracio%CC%81n.pdf>

<sup>53</sup> Adicionalidad: Reducción de las emisiones de las fuentes, o mejoramiento de la eliminación por sumideros, que es adicional a la que pudiera producirse en ausencia de una actividad de proyecto en el marco de la Aplicación conjunta o el Mecanismo para un Desarrollo Limpio, tal como se definen en los artículos del Protocolo de Kyoto sobre Aplicación Conjunta y Mecanismo para un Desarrollo Limpio. Esta definición se puede ampliar para incluir tecnologías, inversiones y mecanismos de financiación adicionales (IPCC 2007).

<sup>54</sup> Incremento en emisión de gases de efecto invernadero o reducción de reservas de carbono que ocurren fuera de área del proyecto y que se dan debido a las actividades del proyecto UNFCCC (2013)

Con el fin de ser conservadores con el reporte de los resultados finales, a la reducción de emisiones totales debidas a las actividades de Incentivo de Restauración, se les descontó un 30% como una forma de "amortiguar" potenciales fugas o de la no permanencia de dichas reducciones debidas a riesgos que pudieran atentar con el éxito de las actividades de Socio Bosque (Ebeling y Vallejo 2011, VCS 2012).

Las áreas elegidas por Socio Bosque para la restauración pasiva, eran usos de la tierra dedicados a pastos y predios abandonados con presencia de vegetación secundaria en estadios tempranos de regeneración. Se asumió que de no incorporarse estas áreas al incentivo de restauración pasiva de Socio Bosque, las áreas de pastos seguirían siendo pastos y las áreas en regeneración temprana volverían a ser áreas de pastos o a agricultura, esto según tendencia observada en el campo. El otro escenario consistió en que las áreas bajo el incentivo de Socio Bosque serían restauradas al realizar convenios o contratos de protección, que consistían en que los dueños de estas tierras se harían responsables por velar que la restauración de bosques pudiera darse durante un plazo de 20 años. De acuerdo a datos proporcionados por Socio Bosque, no se plantean actividades de fertilización o cosechas de madera durante el tiempo de duración de este contrato. Para mejorar la precisión de los cálculos, se clasificaron las áreas de Socio Bosque según tipos de bosque sugeridos por la Evaluación Nacional Forestal (MAE 2011b). Esta clasificación, se logró superponiendo la ubicación de las áreas bajo restauración sobre el Mapa de Carbono del Ecuador.

Socio Bosque, acorde al Plan Nacional del Buen Vivir, espera restaurar 20 000 hectáreas de bosque y páramos al 2017. Para efectos de este estudio, dentro de la construcción del escenario con las actividades de Socio Bosque, se estudió asumió como una aproximación, que se deberían agregar al programa de incentivos unas 4000 ha de bosque y páramos al año, iniciando en 2013 y finalizando al 2017. Lo cual no está tan lejos de la realidad, puesto que en el 2013 se lograron se integrar al programa un total de 4169 hectáreas.

Dado que Socio Bosque no tiene priorizada la ubicación de las áreas futuras a restaurar por tipos de bosque según la ENF; se asumió que estas áreas se distribuirán en 5 tipos de bosque según la ENF y en páramos. Sin embargo los páramos fueron excluidos de este estudio pues no son un estrato o tipo de bosque dentro de marco de la ENF. Para efectos de este estudio, se creó un escenario futuro donde Socio Bosque seguiría sumando áreas de restauración en páramo y en 5 tipos de bosque, asumiendo que el porcentaje de área a restaurar asignada para el 2017, mantendría el patrón observado en 2013.

Área de Socio Bosque bajo restauración pasiva al 2013 y proyección al 2017 distribuido según tipos páramos y tipos de bosque según la ENF

Tipo de bosque o estrato según ENF	Área agregadas al programa en 2013 (ha)	Porcentaje del área bajo restauración al 2013	Área proyectada a restaurar al 2017 según porcentaje logrado por Socio Bosque al 2013
Páramo (excluido de este estudio)	2322,7	56	11141
Bosque Seco Pluvio Estacional	498,6	12	2392
Bosque Seco Andino	548,7	13	2632
Bosque Siempre Verde Andino de Ceja Andina	125,9	3	604
Bosque Siempre Verde Andino de Pie de Monte	203,0	5	974
Bosque Siempre Verde Andino Montano	470,6	11	2257
<b>Área total sin páramos</b>	<b>1846,8</b>		<b>8859</b>
Área total	4169,5	100	20000

El Ecuador no cuenta aún con datos locales para estimar factores de emisión, con excepción de las reservas de carbono estimadas para bosques según la ENF. Por lo tanto, en su mayoría se usaron supuestos recomendados por las Guías de Buenas Prácticas del IPCC para inventarios nacionales de efecto invernadero, según recomendaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. La herramienta CAT-AR, brinda la opción de seleccionar el supuesto que mejor se ajuste a los escenarios desarrollados según información del IPCC. El resumen de la descripción de los modelos y factores de emisión se visualizan en el siguiente cuadro.

Resumen de los escenarios de línea de base para la restauración pasiva y factores de emisión

Insumos y unidades	Valor	Fuente
<b>Línea de base o escenario uso de la tierra sin actividades sin incentivos de Socio Bosque (BSL)</b>		
<b>Información general</b>		
Tipo de estrato y área (ha) en	8859 para restaurar en pasturas con	Socio Bosque y cálculos

restauración	árboles y bosques jóvenes	estimados por este estudio
Categoría uso de la tierra al inicio de las actividades de restauración	Predios abandonados, pastos y bosques aprovechados	Socio Bosque
Actividades realizadas	Protección de áreas donde se daría paso a la regeneración natural. El MAE apoya con cercado en casos en que sea necesaria la actividad	Socio Bosque
<b>Biomasa no leñosa</b>		
Máximo valor de biomasa seca (Mg ha <sup>-1</sup> )	2,3 para bosques secos	Sugerido por CAT AR, de IPCC
Relación parte aérea-parte radica (Mg ha <sup>-1</sup> )	1,6 para pasturas tropicales	Sugerido por CAT AR, de IPCC para pasturas tropicales y sub tropicales
Fracción de carbono (Mg C ha <sup>-1</sup> biomasa seca)	0,47	Sugerido por CAT AR, de IPCC para pasturas tropicales y sub tropicales
<b>Biomasa leñosa</b>		
Biomasa viva arriba de suelo al inicio de las actividades (Mg ha <sup>-1</sup> )	Biomasa inicial 10,99 Mg ha <sup>-1</sup>	Datos reportados por McGroddy et al 2014, para pasturas arboladas en Ecuador. Su uso el promedio mayor reportado para 4 sitios.
Biomasa viva arriba de suelo al final de las actividades (Mg ha <sup>-1</sup> )	Biomasa final máxima 66.1 Mg ha <sup>-1</sup>	Datos reportados por McGroddy et al 2014, para pasturas arboladas en Ecuador. Su uso el promedio mayor reportado para 4 sitios
Relación parte aérea-parte radica (Mg Mg <sup>-1</sup> )	0,24 para bosques húmedos	Sugerido por CAT AR, de IPCC bosques secos y húmedos de américa tropical

Fracción de carbono (Mg C ha <sup>-1</sup> biomasa seca)	0,47	Sugerido por CAT AR, de IPCC para bosques tropicales
<b>Escenario uso de la tierra con actividades del incentivos de Socio Bosque (SM)</b>		
<b>Biomasa leñosa</b>		
Área a reforestar (ha) al 2017	<p>Bosque Seco Pluvioestacional 2392</p> <p>Bosque Seco Andino 2632</p> <p>Bosque Siempreverde Andino de Ceja Andina 604</p> <p>Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte 974</p> <p>Bosque Siempreverde Andino Montano 2257</p>	Socio Bosque y Acorde a la meta propuesta por Plan Nacional del Buen Vivir
Año de inicio de la restauración	2014	Socio Bosque
Número de años al final contrato	20	Socio Bosque
Años de terminación de agregar áreas para restauración	4	Socio Bosque
Crecimiento materia seca ( Mg ha <sup>-1</sup> .yr <sup>-1</sup> )	1,4 bosques secos 6,9 bosques andinos	Unger et al 2012, estudio de crecimiento en bosques del Ecuador
Factor de expansión de biomasa (dimensionales)	1,3 para bosques tropicales	Sugerido por CAT AR, de IPCC para bosques tropicales
Factor de forma		
Relación parte aérea-parte radica (Mg Mg <sup>-1</sup> )	0,27 para bosques secos 0,24 para bosques húmedos	Sugerido por CAT AR, de IPCC
Fracción de carbono (Mg C Mg <sup>-1</sup> biomasa seca)	0,47	IPCC 2006
<b>Manejo de proyecto</b>		

Actividades de preparación de sitio y manejo de las áreas a restaurar	No habrá actividades de preparación de suelo, fertilización, manejo de plagas ni podas, ni raleos, ni cosechas.	
Cosechas y manejo de bosque	No habrán actividades de manejo forestal o aprovechamiento	
Fugas y No-Permanencia	Se asume que Socio Bosque no generará fugas, sin embargo, es posible que hayan riesgos con potencial de atentar con la permanencia de los bosques, sin embargo están no están documentadas. Sin embargo se estimará un 30% del total de reducción emisiones generadas por Socio Bosque a los 20 años, y se descontarán de los cálculos finales para ser conservadores en estimar el potencial de mitigación del programa.	Ebeling y Vallejo 2011, VCS 2012

#### Estimación de la remoción CO<sub>2</sub> atmosférico debido a manejo forestal

Socio Bosque se encuentra en el proceso de diseño del incentivo al Manejo Forestal Sostenible (MFS), el cual se espera inicie etapa de implementado durante 2014. Este es un incentivo o mecanismo no monetario que se inserta dentro de la Estrategia de Incentivos para la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural y que busca a fomentar la producción forestal sostenible en bosques nativos.

Como una forma de estimar de manera preliminar el potencial de mitigación al cambio climático que el incentivo MFS tendría, se desarrollaron escenarios de manejo forestal convencional o de línea de base y un escenario con el incentivo para manejo forestal sostenible con prácticas de forestal de impacto reducido. Se utilizó como herramienta de cálculo para estimar la reducción de emisiones de los dos escenarios, CAT-SMF (The Carbon Assessment Tool for Sustainable Forest Management Version 2.0) desarrollada por CATIE para el Banco Mundial. En el escenario convencional o de línea de base, se asumió que los bosques aprovechados no seguían la normativa estatal, no existían planes de manejo ni medidas silviculturales para la tumba, y la extracción de la madera de los árboles se realizaba según experiencias de los "moto-sierreros" y experiencia de campo los habitantes de las localidades. Por su parte, el escenario con manejo forestal sostenible, contaba con un plan de manejo, se realizaban prácticas de impacto reducido (Pinard y Putz, 1996, Sist et al 1998) y se guiaba por todas las regulaciones establecidas por las normativas de manejo forestal de Ecuador. La normativa exige, entre otras cosas, que los bosques no se encuentren en zonas de protección (ej. cerca de ríos o altas pendientes), que el área de destrucción debido a camino no es mayor de 20% y que solo se aprovecharán los árboles cuyas especies no están en

veda por el estado y no se encuentran dentro de la lista de especies en peligro de extinción de la UICN ni condicionadas por la normativa. También considera que no se talarán árboles que son menores al diámetro mínimo de corta.

Para los dos escenarios desarrollados, se utilizaron valores de biomasa inicial en los bosques provinieron de la ENF del Ecuador y supuestos sugeridos pro CAT-SMF según el IPCC. Para medir el impacto de las actividades de aprovechamiento tradicional y manejo de impacto reducido, se usó como base el estudio para Guatemala realizado Bámaca (2002). Para asegurar que los datos proveídos por Bámaca se ajustan a las realidades de otros países y regiones, su estudio fue comparado con literatura científica bajo condiciones similares (Pinard y Putz, 1996, Pereira et al 2002, Feldpausch *et al.* 2005, Blanc *et al.* 2009, Mazzei *et al.* 2010, Sasaki *et al.* 20013).

Finalmente, debido a que Ecuador posee normativas de manejo forestal para bosque seco, andino y húmedo, y a que estos presentan almacenamiento de biomasa distintos, los dos escenario anteriores se usaron para estimar las emisiones en cada de los tipos de bosques mencionados. El resumen de la descripción de los modelos y factores de emisión se visualizan en el siguiente cuadro.

Resumen de los escenario de línea de base de emisiones por manejo forestal sostenible

Insumos y unidades	Valor	Fuente
<b>Descripción de los sitios a manejar</b>		
<b>Información general</b>		
Tipo de estrato y área (ha)	Bosque seco 1 Bosque andino 1 Bosque húmedo 1	Puesto que el incentivo de manejo forestal sostenible aún se encontraba en fase de diseño, se decidió utilizar 1 hectárea por estrato. Así los resultados podrían ser utilizados para explorar a áreas mayores.
Categoría uso de la tierra	Bosque primario	ENF
Actividades realizadas	Protección de áreas donde se daría paso a la regeneración natural. El MAE apoya con cercado en casos en que sea necesaria la actividad	Socio Bosque
<b>Biomasa leñosa</b>		
Biomasa viva arriba de suelo al inicio de las actividades (Mg)	Bosque seco 50,0	Datos de la Evaluación Nacional Forestal

ha <sup>-1</sup> )	Bosque andino 217,2 Bosque húmedo 146,0	Para Bosque Seco Pluvioestacionales, Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM) y Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA)
Incremento medio anual de la biomasa (Mg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Bosque seco 2,40 Bosque andino 4,2 Bosque húmedo 2,7	Sugerido por CAT-SFM de IPCC para bosques secos  Promedio dos datos reportados por Unger et al 2002 en Bosque andino  Promedio parcelas utilizadas en estudio por Baker et al 2004 en Bosque húmedo
Biomasa máxima viva arriba de suelo (Mg ha <sup>-1</sup> )	Bosque seco 130 Bosque andino 100 Bosque húmedo 180	Sugerido por CAT-SMF, de IPCC para bosques secos y húmedos de América tropical
Relación parte aérea-parte radica (Mg Mg <sup>-1</sup> )	0,27 para bosques secos 0,24 para bosques húmedos y andinos	Sugerido por CAT-SMF, de IPCC bosques secos y húmedos de América tropical
Fracción de carbono (Mg C Mg <sup>-1</sup> biomasa seca)	0,47	Sugerido por CAT-SMF, de IPCC para bosques tropicales
<b>Actividades de escenario de línea de base SIN el incentivo forestal (BLS) manejo tradicional sin impacto reducido</b>		
Biomasa muerta debido a tala de árboles (% de la biomasa en pie al momento de la cosecha)	21,6	Porcentaje de claros dejados abiertos por caída de árboles con manejo forestal convencional según Pereira et al 2002.
Área de bosque impactada debido a la red de caminos (% de la biomasa en pie clareada y donde no hay regeneración)	30	Se asumió este dato, que es más alto que el máximo permitido dentro de la normativa para bosques húmedos. Normativa para bosque seco y andino, no reportaba este número.  Análisis por Bámaca 2002 cita que algunos aprovechamientos sin manejo reducido pueden llegar incluso a 50%.

Edad de la red de caminos	1	Se asume que los caminos recién están construyendo
Años para la cosecha final (años)	1	Se asume era bosques primarios a cosechar durante el primer año del proyecto, próximo aprovechamiento sucedería en 15 años según recomienda la normativa del Ecuador.
Volumen extraído durante la cosecha (Mg materia seca ha <sup>-1</sup> )	Bosque seco 29,30 Bosque andino 52,27 Bosque húmedo 76,02	Se asume bajo manejo convencional sin seguir un plan como exige la normativa, se estaría aprovechando el volumen aprovechable disponible, según datos de datos de la Evaluación Nacional Forestal para Bosque Seco Pluvioestacionales, Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM) y Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA)
Madera para productos sólidos (PS) (%)	40	Bamaca 2002
Madera en botadores o quemada	60	Supuesto estimado por este estudio
<b>Actividades de escenario de línea de base CON el incentivo forestal (SM) con impacto reducido</b>		
<b>Cosecha</b>		
Biomasa muerta debido a tala de árboles (% de la biomasa en pie al momento de la cosecha)	16,5	Porcentaje de claros dejados abiertos por caída de árboles con manejo forestal de impacto reducido según Pereira et al 2002.
Área de bosque impactada debido a la red de caminos (% de la biomasa en pie clareada y donde no hay regeneración)	10	Bamaca 2002, valor mayor al reportado en la literatura (2-10% Bámaca et al 2005.)
Edad de la red de caminos	1	Se asume que los caminos recién están construyendo
Años para la cosecha final (años)	1	Se asume era bosques primarios a cosechar durante el primer año del proyecto, próximo

		aprovechamiento sucedería en 15 años según recomienda la normativa del Ecuador.
Volumen extraído durante la cosecha (Mg de materia seca ha <sup>-1</sup> )	<p>Bosque seco 13,95</p> <p>Bosque andino 41,81</p> <p>Bosque húmedo 55,24</p>	<p>Se asume que con manejo forestal sostenible y acatando las exigencias la normativa, se estaría aprovechando el volumen aprovechable disponible, descontando especies amenazadas según CITE-UICN, más otras especies condicionadas por la ley y tomando en cuenta no aprovechar en pendientes.</p> <p>Datos de la Evaluación Nacional Forestal para Bosque Seco Pluvioestacionales, Bosque Siempre Verde Andino Pie de Monte (BSVAPM) y Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía (BSVTBA)</p>
Madera para productos sólidos (PS) (%)	45	Bámaca 2002
Madera en botadores o quemada (%)	55	Supuesto estimado por este estudio
Fugas y No-Permanencia	<p>Se asume que Socio Bosque no generará fugas, sin embargo, es posible que hayan riesgos con potencial de atentar con la permanencia de los bosques, sin embargo están no están documentadas. Sin embargo se estimará un 30% del total de reducción emisiones generadas por Socio Bosque a los 15 años, que es cuando la normativa permite nuevo aprovechamiento, y se descontarán estas de los cálculos finales para ser conservadores en estimar el potencial de mitigación del programa.</p>	Ebeling y Vallejo 2011, VCS 2012

## Anexo 16. Lista de contactos de la ENF

---

### Contactos institucionales, técnicos y financieros

---

Gobierno de la República del Ecuador

Ministerio del Ambiente (MAE)

Subsecretaría de Patrimonio Natural (SPN)

Secretaría de Planificación y Desarrollo (SENPLADES)

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Agencia ecuatoriana de aseguramiento de la calidad del Agro (AGROCALIDAD)

Instituto geográfico militar Ecuatoriano (IGM)

Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ)

Ministerio de Relaciones Internacionales de Finlandia (FORMIN FINLAND FI)

Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO)

Programa nacional conjunto UN REDD

Servicio Geológico de los EE:UU (USGS)

Banco Alemán (KFW)

Programa para gestión y monitoreo del carbono forestal y terrestre - Silvacarbon

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

Programa de las Naciones Unidas del Medio Ambiente

---

### Academia

---

Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE)

Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE)

Universidad Nacional de Loja (UNL)

Universidad Técnica de Manabí

Universidad Politécnica de Madrid

Universidad de Twente Holanda

---

Anexo 17. Lista de personal y consultores vinculados a la ENF durante el período 2009-2014

Unidad Técnica	Consultores	Miembros de las brigadas de Campo
<b>MAE:</b> Daniel Segura Guillermo Sánchez Xavier Salazar Dígner Jiménez Miguel Chinchero Juan Iglesias Luis Muñoz	Dúval Cueva Diego Lozano Edison Bárcenas SFA Edwin Ponce Agro precisión Eco Sambito Forestal	Gabriel Jiménez Pedro Quezada Marlo Orellana Denisse Encalada Narcisa Cartuche Mayra Gaona Tatiana Quinapallo Jorge Campoverde
<b>FAO:</b> María Elisa Carrión Tatiana Quinapallo Daniel Bravo Dúval Cueva Néstor Veas Celso Yaguana Rocío Arias José Arroyo Paula Lima Mario Añazco Luis Ordoñez Paulina Erazo Cesar Cisneros	Fernando Casanoves Mario Chacón Roger Villalobos Seven Günter  Alberto Valle Luis Ordoñez Fernando Carrasco James McBreen  Patricio Crespo  Ana Cristina Herdoiza  Walter Palacios	Diego Becerra Aníbal Pérez Wilson Quizhpe Danny Valencia Lauro Montaña Camilo Kajekay Mario Alarcón Patricia Chamba Carlos Loaiza Kléver Wisum Maritza Vélez Mario González Edwin Pacheco Celso Yaguana Henry Tinoco
<b>ONU REDD:</b> Kelvin Cueva María Dolores Toledo Denisse Encalada Diego Quelal Cristhian Aguirre María Belén Herrera		Iván Ruiz Alexander Mayacu Klever Poma Jaime Peña Nelson Villa Nelson Jaramillo Diego Cumbicus Karina Caraguay
<b>Asesoramiento:</b> Mikko Leppanen Anssi Pekkarinen Carla Ramírez Nikolay Aguirre Christopher Klein David Morales		Jorge Riera Ramón Romero Salvador Vega Tomás Espinoza Dalton Quizhpe David Luzón Flavio Alvarado

