

INSTITUTO NACIONAL DE  
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



EL  
GOBIERNO  
DE TODOS

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).



ISBN: 978-9942-36-039-7



9 789942 360397



## Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2

Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible

agroinvestigacionecuador

@INIAPECUADOR

agroinvestigación iniap

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



# Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N° 2

Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana  
y potenciales alternativas agroforestales  
para el manejo sostenible

Julio, 2018

## Publicación Miscelánea No. 445

### Créditos

#### **Autores:** Astorga

Carlos Barrera  
Paulo Bastidas  
Félix Caicedo  
Carlos Calderón  
Darío Calero  
Andrés Casasola  
Francisco Chávez  
Joffre Congo Carlos  
Virginio Filho Elias de Melo  
Díaz Alejandra  
Fernández Fabián

Lima Luís  
Moncayo Luis  
Osorio Bertín  
Paredes Nelly  
Pico Jimmy  
Sotomayor Dennis  
Subía Cristian  
Vargas Yadira  
Vera Antonio Vizuete  
Omar Velástegui  
Francisco

#### **Revisores:**

Caicedo Carlos - INIAP  
Moncayo Luís - INIAP  
Paredes Nelly - INIAP  
Pico Jimmy - INIAP  
Subía Cristian - INIAP  
Vargas Yadira - INIAP  
Vera Antonio - INIAP  
Casanoves Fernando - CATIE  
Villarreyna Rogelio - CATIE  
Villanueva Cristóbal - CATIE

#### **Editores:**

Elias de Melo Virginio Filho (CATIE)  
Carlos Astorga D (Consultor CATIE)  
Francisco Casasola (CATIE)  
Carlos Caicedo (INIAP)

#### **Fotografías:**

Elias de Melo Virginio Filho  
Carlos Astorga Domia  
Francisco Casasola  
Cristian Subía García  
Jimmy Pico

#### **Diagramación:**

Rocío Jiménez Salas,  
Tecnología de Información  
y Comunicación, CATIE

## Capítulo 7

# Las actividades de mayor impacto y posibles acciones de mitigación

*Carlos Caicedo, Carlos Nieto, Jimmy Pico, Dennis Sotomayor, Paulo Barrera y Luis Moncayo.*

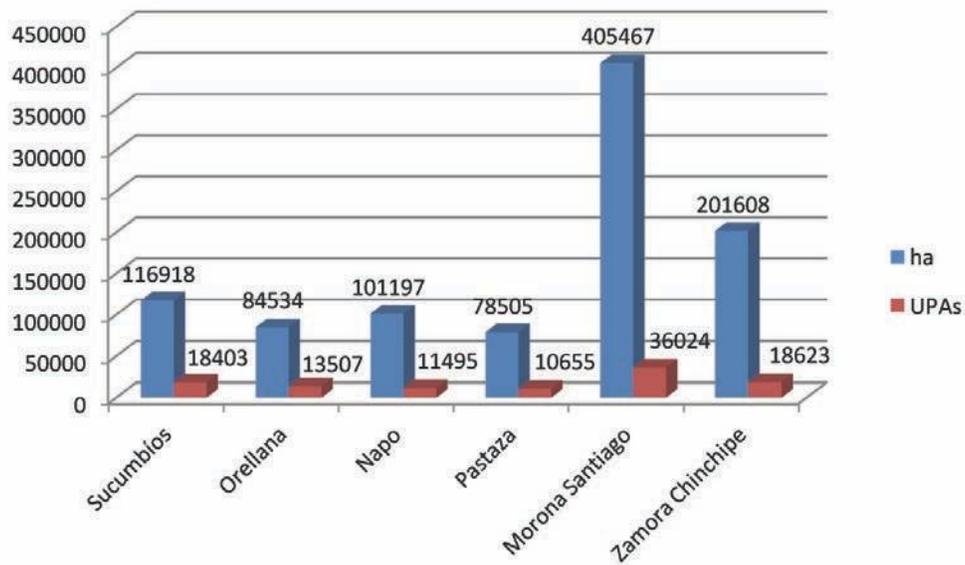
### 7.1. Uso actual y potencial agropecuario del suelo en la Amazonía ecuatoriana (Contexto general)

El uso agropecuario actual del suelo en la RAE, según Nieto y Caicedo (2012) representa una superficie de 998 229 ha que es igual a 108 707 UPAs, de las cuales el 39% corresponde a las provincias del centro norte (Sucumbíos, Orellana y Napo) y el 60,1% corresponde a provincias del centro sur de la RAE (Figura 6).

El análisis del uso potencial agropecuario del suelo, se realizó buscando la definición de las áreas aptas para la producción agropecuaria. Según Nieto y Caicedo (2012), en la RAE están presentes superficies con aptitudes para bosques, cultivos con y sin limitaciones, pastos, otros usos y áreas que forman parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP). En la Figura 7, se presenta la distribución de las categorías de uso potencial del suelo en la RAE. Uno de los principales aspectos que sobresale es que más de la mitad del territorio de ésta región, cerca del 52.7 %, tiene potencial de uso forestal, lo que reafirma en forma incuestionable que la principal aptitud de uso de la Amazonía ecuatoriana es el bosque o usos compatibles con éste. Así mismo, si al valor del área de aptitud para bosques sumamos el 25.6% de la superficie designada al SNAP, más la

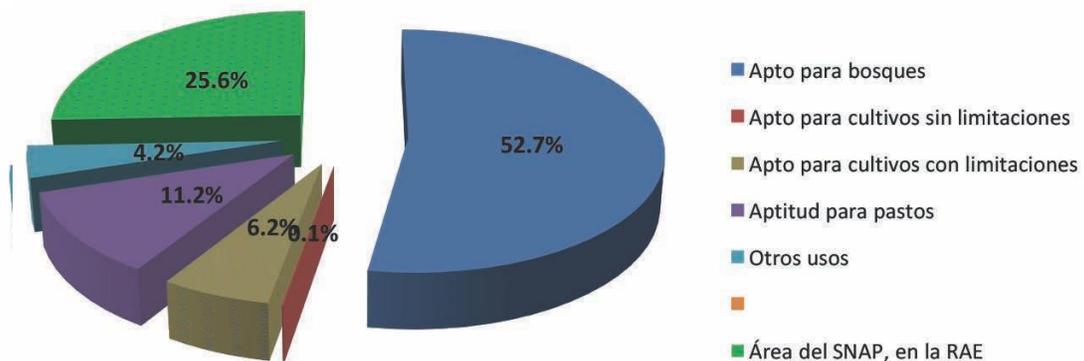
superficie orientada a otros usos (4,2%), entonces, es igual a un total de 82,5% de la superficie de la RAE que no tiene aptitud de uso para actividades productivas agropecuarias o afines.

Por tanto, solamente el 17.5% de la superficie en la RAE tiene potencial de uso productivo agropecuario de acuerdo a las siguientes categorías: para cultivos sin limitaciones, para cultivos con limitaciones y para pastos, (Figura 7).



Fuente: Nieto y Caicedo, 2012.

**Figura 6.** Uso actual agropecuario del suelo en la RAE.



Fuente: Nieto y Caicedo, 2012.

**Figura 7.** Uso potencial agropecuario del suelo en la RAE.

### 7.1.1. Sistemas de producción de cultivos perennes

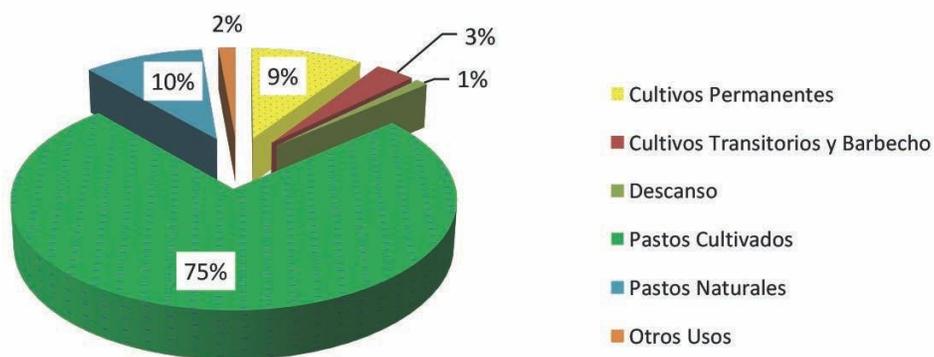
De acuerdo al ESPAC (2009), el uso actual mayormente corresponde al 75% de pastos cultivados y 10% a pastos naturales y aproximadamente un 15% a cultivos permanentes, transitorios, barbechos, descanso y otros usos (Figura 8). Es decir el 85% corresponde al uso de pastos y ganadería, cuyas actividades productivas se han realizado de manera inadecuada, sin tecnologías amigables, deforestando bosques primarios, etc. por lo que las políticas del Gobierno actual se han enfocado a mitigar estas actividades mediante propuestas como el proyecto de Reconversión Sostenible que está siendo ejecutado por la ATPA (MAGAP-ATPA, 2014).

En la Figura 9, se presentan los sistemas de producción en asocio y como monocultivo de los cultivos perennes con mayor superficie de siembra en la RAE cuya extensión es de aproximadamente 94.029 ha y representa cerca del 95% del área reportada para sistemas perennes que es igual a 101.916 ha. El restante 5% de la superficie estaría dedicada a otros cultivos perennes, dentro de los que sobresalen: plátano, cítricos, chonta y una lista grande de frutales nativos. (ESPAC, 2009).

Aparentemente, los cinco cultivos mencionados, con excepción de banano, sobresalen en la RAE por ser aquellos cuya producción se destina al comercio nacional e internacional; mientras que las cosechas de los otros cultivos perennes se destinan en su mayor parte al mercado local y al auto consumo.

### 7.1.2. Sistemas de producción de cultivos transitorios

La fertilidad de los suelos es la mayor limitante para la producción de los cultivos transitorios (anuales o bianuales) en la Amazonía ecuatoriana. Esta fertilidad es afectada por la poca disponibilidad de materia orgánica y a su relativamente pequeña capa arable. Por estas razones, los cultivos transitorios en la RAE, deben manejarse bajo sistemas estrictos de rotación, asociación de cultivos o cualquier otro sistema parecido, que permita sortear las limitaciones de calidad de los suelos. Como ya se ha mencionado, la RAE en general tiene una muy limitada área con potencial de uso para agricultura de ciclo corto y que hasta el momento estaría superada, con los sistemas de uso actual de cultivos transitorios. Los principales cultivos

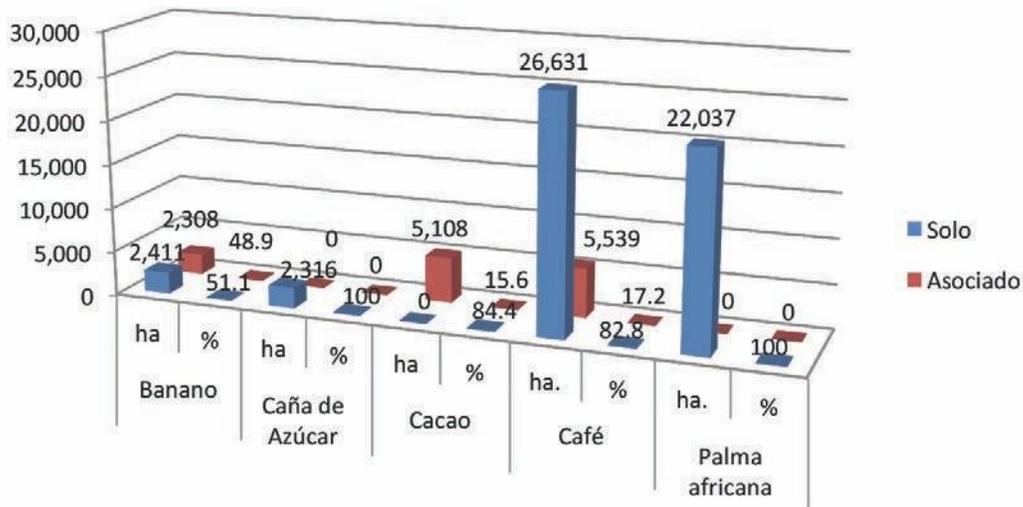


Fuente: ESPAC, 2009.

Figura 8. Uso agropecuario del suelo en la RAE.

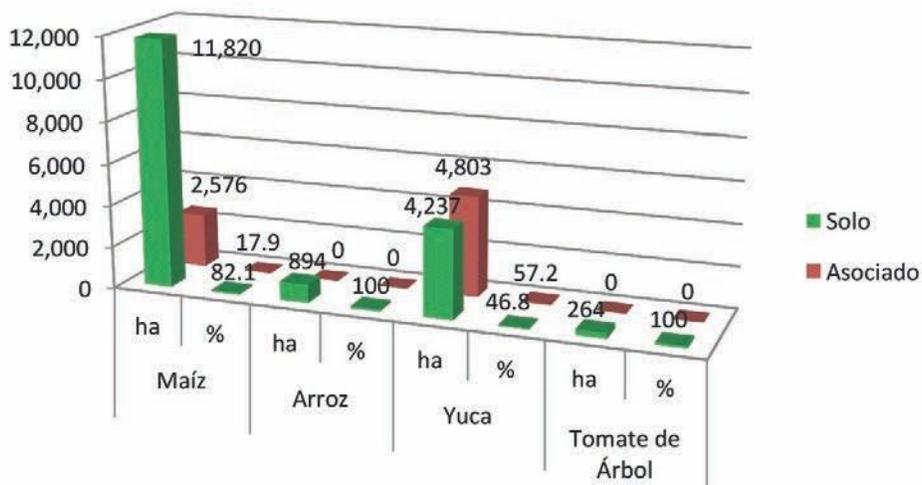
transitorios de la RAE son: maíz, yuca y arroz, tomate de árbol, papa china, camote, etc. En el año 2015 con la promoción de los kits agrícolas de arroz y maíz por parte del MAGAP hay un incremento de al menos 3

veces la superficie de siembra reportada en el año 2009 (ESPAC, 2009), aunque esto ha generado el uso excesivo e inadecuado de maquinaria agrícola, especialmente en la zona norte de la RAE (Figura 10).



Fuente: ESPAC, 2009.

**Figura 9.** Superficie con cultivos perennes bajo sistemas de monocultivo y asociado en la RAE.



Fuente: ESPAC, 2009.

**Figura 10.** Distribución de los principales cultivos transitorios, en la RAE, en monocultivo y asociado.



### 7.1.3. Análisis de la producción pecuaria

Los sistemas de producción ganadera en la RAE, tienen igual o mayor importancia de los sistemas de producción agrícola, considerando además, que un alto porcentaje de productores son productores mixtos (agricultores y ganaderos al mismo tiempo). En el cuadro 22 se presenta un resumen de las principales especies pecuarias distribuidas en la Amazonia, de acuerdo al número de UPAs involucradas por especie (Nieto y Caicedo 2012).

De esta información, se puede resaltar varios detalles que caracterizan la ganadería de la RAE, así: i) de la población ganadera, la más sobresaliente es la bovina, con 77,4%, seguida por la ganadería porcina, que representa el 11%, la ganadería equina (caballos, asnos y mulas), con 10,3%; mientras que los ovinos representan el 1% y los caprinos el 0,3% restante; ii) Es evidente la importancia superior de la ganadería bovina en la región, seguida por la ganadería porcina.

De hecho, sumadas las poblaciones de las dos especies, asciende al 88,4% del total de la población ganadera de la región; iii) en cuanto a la distribución de la población ganadera bovina por provincias, claramente las provincias del sur de la REA, Zamora Chinchipe y Morona Santiago, son las que mayor número de animales y UPAs dedicadas a la ganadería presentan, lo mismo sucede en el caso de la ganadería porcina, aunque en este caso, también sobresale la provincia de Sucumbíos y, iv) el número de UPAs involucradas en la ganadería de la RAE, sigue aproximadamente la misma proporción del número de animales por especie.

Por ejemplo, el número de UPAs dedicadas a ganadería bovina es aproximadamente 29.000, lo que corresponde al 19% del total de UPAs dedicadas a ganadería, seguido por 21.000 UPAs, (13,8%), que corresponden a la ganadería porcina. Distribución de la población pecuaria en la RAE (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Distribución de la población pecuaria en la RAE

Región o provincia	Vacuno		Porcino		Ovino		Equino		Caprino	
	UPAs	Número	UPAs	Número	UPAs	Número	UPAs	Número	UPAs	Número
Nacional	427.514	4.486.020	440.475	1.527.114	178.995	1.127.468	390789	523490	16405	178367
Sierra	339.555	2.274.137	321.037	986.219	176.095	1.108.549	240268	380042	14165	151640
Costa	56.985	1.628.044	96.230	454.771	1.379	10.522	114243	225677	2041	26198
RAE número	29.004	523.219	21.030	74.288	1.515	8.334	32349	68.783	192	508
RAE % del nacional		11,66		4,86		0,74		1,0		0,3
M. Santiago	10.918	229.205	8.321	28.489	493	1.956	11384	26.472	58	154
Napo	2.394	50.984	978	3.954	148	1.002	2735	6.031	17	81
Pastaza	2.145	26.820	1.066	3.155	47	422	2675	6.684	16	45
Z. Chinchipe	6.725	130.677	3.923	14.791	480	2.780	7672	14.862	59	128
Sucumbíos	4.117	49.591	4.305	15.153	272	1.765	4839	8.996	30	74
Orellana	2.705	35.942	2.437	8.746	75	409	3044	5.738	12	26

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario. INEC, MAG, SICA. (2001).

#### 7.1.4. Análisis de la explotación forestal

La deforestación de bosques tropicales altera muchas propiedades de los suelos (Borneman y Triplett, 1997), una de estas es la reducción de la infiltración a causa de la compactación del suelo que ha sido deforestado mecánicamente, así como, cultivado y pisoteado por el ganado (Grimaldi *et al.* 1993; Reategui *et al.* 1990). A esto se suma la destrucción de la flora y fauna a causa de la deforestación, que alteran el ecosistema, lo que puede llevar a ocurrir cambios desfavorables de clima y alteraciones en el ciclo biológico de las especies, convirtiendo la región boscosa en una sábana improductiva (Córdova y Novoa, 1995).

#### 7.1.5. Análisis de la explotación minera y petrolera

Es una actividad que si bien es cierto genera el principal ingreso al estado, también es una de las actividades

de mayor impacto al ecosistema y sobre todo la biodiversidad de la micro y macro fauna. Esta explotación se enmarca en un grupo de actividades para lograr la extracción de petróleo del sub suelo: entre las más importantes se indican la deforestación, que por la apertura de trochas y luego caminos favorece la movilización de colonos y nativos hacia áreas boscosas para realizar la explotación de madera. También se registran impactos indirectos pues la apertura de trochas crea nuevas vías de acceso para la colonización y se ha registrado también que las cuadrillas de trabajadores cazan y pescan, poniendo en riesgo especies de fauna terrestre y acuática.

Dentro de la extracción petrolera, la perforación es una actividad que genera desechos y que dependiendo de la estratología local, puede incluir metales pesados, sustancias radioactivas u otros elementos contaminantes. Además, a mayor profundidad de perforación se genera mayor cantidad de desechos que contienen niveles más altos de toxicidad (Bravo, 2007).

## 7.2. Principales actividades de mayor impacto

### 7.2.1. Ganadería

La explotación ganadera es uno de las principales actividades que crean impactos significativos al ambiente, en Latinoamérica esta actividad se asocia directamente con la deforestación, dando como resultado que el 70% del área boscosa en la Amazonia está siendo ocupada por pasturas. Esta actividad ha contribuido a que el 20% de los pastizales en el mundo y el 70% de áreas secas se encuentren degradados a causa del pastoreo que ha generado la compactación y la erosión del suelo (Steinfeld *et al.* 2016). En la Amazonía ecuatoriana, a lo largo del eje Puyo-Tena-Baeza-Lago Agrio-Coca, la erosión del suelo se caracteriza por un empobrecimiento físico-químico irreversible de los suelos, debido en particular al sobrepastoreo del ganado (De Noni y Trujillo, 1986).

### 7.2.2. Agricultura convencional

Entre los daños que causa la agricultura convencional a los suelos de la Amazonía se pueden mencionar la erosión, cambios químicos así como cambios microbiológicos en los suelos. En el oriente ecuatoriano se ha incrementado la erosión del suelo debido al remplazo de la selva por la agricultura (De Noni y Trujillo, 1986). En condiciones normales la estabilidad mecánica de los suelos a la erosión es buena, pero en condiciones de agricultura y ganadería la erosión se acelera y sus manifestaciones son localmente notables (De Noni y Trujillo, 1986).

Además, los desmontes exagerados sobre fuertes pendientes para instalar cultivos y ganadería provocan una aceleración importante y rápida de los fenómenos erosivos: movimientos en masa sobre suelos volcánicos arcillosos, escurrimiento difuso y concentrado sobre suelos limo-arenosos de origen granítico, movimientos de gravedad sobre las pendientes más fuertes (De Noni y Trujillo, 1986).

Estudios previos (Borneman y Triplett, 1997; Piccolo *et al.* 1994) han demostrado que la conversión de suelos boscosos a pastizales ha incrementado el pH, amonio

(NH<sup>4+</sup>), así como a disminuido el nivel de nitrato (NO<sup>3-</sup>). El potencial microbiológico es disminuido en bosques convertidos en pastizales, como lo menciona el estudio de Borneman y Triplett, 1997, en donde se demuestra que un número más grande de organismos sin clasificar son encontrados en el bosque en comparación con las pasturas.

De acuerdo a Córdova y Novoa, 1995 los suelos predominantes en la Amazonía ecuatoriana (de condiciones químicas y físicas adversas) deben ser dejados con la cobertura de bosques protectores o efectuar una planificada y cuidadosa explotación del bosque protector actual, utilizando prácticas de agroforestería y silvopastoriles.

### 7.2.3. Deforestación

La tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador Continental es de -0,68% para el período 1990-2000 y de 0,63% para el período 2000-2008. Esas cifras que se pueden apreciar en el (Figura 11), (Cuadro 23) corresponden a un cambio de uso del suelo anual promedio de 74.330 ha año<sup>-1</sup> y 61.764 ha año<sup>-1</sup> para los dos períodos, respectivamente (MAE, 2011a).

Es importante resaltar que estos datos pueden cambiar debido a que los mapas se encuentran en un proceso de mejoramiento continuo, el cual permitirá cubrir los vacíos de información por cobertura de nubes y además un mejor detalle en el mapa, utilizando otras fuentes de imágenes como por ejemplo, RADAR.

Otros datos que dan cuenta del fenómeno de deforestación en el país, son en la provincia de Esmeraldas donde se han perdido más de 700.000 ha de bosques nativos desde 1960 (Larrea, 2006). En Cotopaxi, se ha calculado la pérdida de 2.860 ha anuales de bosques (Maldonado *et al.*, 2006). La Coordinadora Nacional de Defensa del Manglar (2005), revela que el 70% de las zonas de manglar y áreas salinas desaparecieron entre 1969 y 1999. Las provincias que mayor pérdida del manglar han sufrido son: Manabí con el 85% de su superficie y El Oro con el 46%, aunque la provincia del Guayas, arroja una reducción de 19.856 ha y El Oro 16.175 ha de manglares.



Fuente: MAE, 2011 a

**Figura 11.** Mapa de deforestación en el Ecuador.

**Cuadro 23.** Tasa anual (ha/año) de deforestación en seis regiones al nivel nacional.

Región	Deforestación anual promedio 1990-2000 (ha año <sup>-1</sup> )	Deforestación anual promedio 2000-2008 (ha año <sup>-1</sup> )
Amazonía	17614.6	19778.0
Vertiente Oriental Andina	12089.9	-1161.0
Vertiente Occidental Andina	7735.6	7574.8
Valles interandinos	3783.7	5123.3
Costa	27192.6	13439.9
Andes del Sur	5914.4	17008.9
Nivel Nacional	74330.9	61764.5

Fuente: MAE, 2011 a. Valores negativos representan cambios de otras coberturas de suelo hacia bosque

### 7.2.3.1. La Evaluación Nacional Forestal y el Mapa Histórico de Deforestación en el Ecuador

La Dirección Nacional Forestal del Ministerio del Ambiente del Ecuador y la FAO, ejecutan dos proyectos relevantes: El proyecto Evaluación Nacional Forestal (ENF), que busca caracterizar los recursos forestales del país y determinar los contenidos de carbono por tipo de bosque, entre otras variables de análisis, y el proyecto Mapa Histórico de Deforestación (MHD) que determina la tasa de deforestación histórica y actual en el Ecuador a través de un análisis multi-temporal en tres períodos 1990-2000-2008. Adicionalmente, se han iniciado otras dos iniciativas, la primera es el Escenario de Referencia de Emisiones de Deforestación (ERED) que busca determinar la línea base de emisiones de GEI causadas por la deforestación de los bosques y determinar si es pertinente las proyecciones futuras de emisiones asociadas a ésta actividad a nivel nacional. La segunda, es el Sistema de Monitoreo de GEI con características MRV (Medición, Reporte y Verificación) que servirá para evaluar las emisiones y remociones del GEI asociadas a los procesos de cambio de uso de suelo en el sector forestal (MAE, 2011e).

### 7.2.3.2. Factores que influyen en el estado de la diversidad genética forestal en el país

#### Principales causas para la pérdida de biodiversidad

La biodiversidad se está perdiendo en el mundo y en el Ecuador, debido principalmente a cuatro causas: la destrucción de los hábitats naturales (deforestación), la introducción de especies exóticas, la contaminación y el calentamiento global (Estrella *et al.* 2005; Vásquez *et al.* 1997).

A pesar de la alta diversidad específica del país, es uno de los temas menos descritos e investigados a nivel nacional. Los estudios al respecto se han centrado básicamente en las variedades de plantas cultivadas con el fin de rescatar de la extinción a variedades valiosas y mejorar las características de producción; pero muy poco se ha logrado en diversidad de fauna y flora silvestres provenientes de los bosques dado la insuficiente información cuantitativa y cualitativa sobre la existencia de especies y el funcionamiento de los ecosistemas (Vásquez *et al.* 1997).

#### Principales amenazas que causan la pérdida de los recursos forestales

Los principales factores de la pérdida de recursos genéticos forestales son: i) la alteración, fragmentación y destrucción de hábitats y ecosistemas, ii) la sobre-explotación de flora silvestre; iii) la introducción de especies exóticas iv) la contaminación ambiental; v) factores socio-económicos y vi) la escasa atención que recibe el tema. La deforestación progresiva, es consecuencia de acciones propias del uso forestal destructivo (Vásquez *et al.* 1997).

Otros factores asociados pueden ser la inseguridad en la tenencia de la tierra, la apropiación indebida de parcelas, los usos no forestales de rendimiento inmediato tales como la agricultura y ganadería extensivas; la pesca y caza furtivas, los incendios, las carreteras y acueductos; la explotación petrolera y minera, la subvaloración del recurso maderero, el desperdicio de materia prima, el inadecuado uso y manejo de los bosques naturales, y la insuficiente reforestación, entre otras variables, impulsan la ocupación de áreas de aptitud forestal y presionan sobre la integridad de los bosques. Existen igualmente deficiencias en la planificación sectorial, una falta de políticas de concertación y una insuficiente capacidad ejecutora de la entidad encargada del tema forestal para resolver eficazmente todos los problemas relativos a los bosques y su conservación (CAAM 1995).

Durante la explotación forestal, los procesos de extracción masiva, destructiva y no sostenible, disminuyen violentamente la variabilidad de los elementos de los bosques. En seguida, el desperdicio durante la acción de aprovechamiento provoca una mayor explotación para satisfacer la demanda. Finalmente, durante la comercialización, el precio del producto incentiva a una tala masiva y descontrolada (Vásquez *et al.* 1997).

En la Sierra, la mala utilización de los ecosistemas naturales ha sido práctica común en los paisajes humanizados, incluso antes de la colonización europea (Sarmiento, 1995), aunque los procesos de deforestación se intensificaron con la llegada de los españoles, debido a la mayor demanda de madera para la construcción de casas y de leña para cocinar y para la calefacción.

Posiblemente la recolección de leña sea la principal causa de extinción de algunas comunidades de árboles y arbustos (Ellenberg, citado por Ulloa y Jorgensen, 1995). Actualmente, los recursos de combustible vegetal son muy escasos y no cubren las necesidades de la población, al punto de situar los valles interandinos entre las seis zonas con mayor déficit de este tipo de combustible en el mundo. La quema es otro factor que afecta a los bosques y parece ser el principal factor en la actual distribución de los pajonales del páramo (Ulloa y Jorgensen, 1995).

Finalmente, las actividades forestales provocan constantes conflictos con demandas sociales y legales de comunidades indígenas, afro-ecuatorianas, campesinas y de organizaciones ambientalistas, que demandan la adopción de efectivos mecanismos de control y sanción a la tala indiscriminada (Lara, 2002).

## 7.3. Alternativas de mitigación

### 7.3.1. Sistemas Agroforestales

La agroforestería es una de las formas diversas de hacer agricultura, cumplen tres principios básicos: 1) tiene que existir al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) al menos uno de los componentes es una leñosa y 3) uno de las especies es una planta manejada con fines agrícolas (Somarriba *et al.* 1998). En este caso, cada diseño de sistemas agroforestales son condiciones únicas en las diversas interacciones que juegan un rol determinante en el beneficio que se genera hacia el rubro de interés.

Uno de los beneficios más evidentes de los SAF se manifiesta por la acción de los árboles, arbustos leguminosos y otras especies, al desarrollar y profundizar sus raíces. Por una parte aumentan la disponibilidad de nutrientes por efecto de la fijación natural complementada por la acumulación de materia orgánica, y por otro lado extraen gran cantidad nutrientes de las capas inferiores (Beer *et al.* 1998). Se ha podido determinar que la acumulación de biomasa y materia orgánica (hojas, ramas, troncos, raíces) variable de acuerdo a

la composición de los componentes del sistema. En un sistema de *Teobroma cacao* más *Cordia alliodora* evaluados a los 5 y 10 años, la acumulación total es muy dimensional de 50,3 y 110,6 toneladas sobre hectárea. En este sistema al evaluar la caída de la hoja natural, material de podas a 5 años, se aporta entre 8,11 y 3,29 toneladas sobre hectárea respectivamente; y en otro sistema *Teobroma cacao* con *Erythrina poeppigiana* el aporte al suelo es de 9,29 y 13,57 toneladas por hectárea respectivamente (Fassbender *et al.* 1991)

El aporte de materia orgánica de sistemas con *Erythrina* en el suelo, aumenta contundentemente la transformación de amonio inicial a nitratos y a su vez la disponibilidad de nitrógeno acumulado en el suelo, el mismo que es absorbido por las plantas en mayor cantidad que una vegetación y a un sistema con laurel. Los sistemas con leguminosas son más eficientes en el aporte de biomasa, lo cual se refleja en la nutrición de las plantas (Vilas Boas, 1990). Por otra parte el efecto de los SAF con el aporte de materia orgánica, pueden incrementar la disponibilidad de fósforo lo cual se relaciona con simbiosis de micorrizas; también incrementa calcio, potasio y magnesio. Los SAF mejoran las condiciones físicas del suelo como la porosidad y densidad aparente (Botero *et al.* 1998).

La Chakra que es un sistema de producción que recae en la categoría de sistemas agroforestales tradicionales y diversos, desarrollado por nativos de la RAE y replicado por los colonos, con ciertas modificaciones o alteraciones al sistema original. Tiene como objetivo satisfacer las necesidades alimenticias de la familia durante todo el año; sin embargo, los excedentes de la producción se comercializan en los mercados locales.

Dentro del sistema chakra, se encuentran diferentes tipos de especies vegetales, principalmente las comestibles como: yuca, plátano, arroz, frejol, maní, camote, papa china y maíz, muchos de los cuales comparten las superficies sembradas con el cacao, en forma temporal. Dentro de las especies perennes, frutales y maderables componentes de la chakra, especialmente de las fincas de colonos, sobresalen las siguientes: cedro, laurel, canelo, caoba, chuncho, bálsamo, tamburo, corcho,

pambil, morete, aguacate, uva, naranja y otros cítricos. Además se encuentran diferentes especies de fibras para la elaboración de artesanías como: pita, chambira, paja toquilla, unguragua, etc., (Arévalo, 2009; ECORAE, 2001).

### 7.3.2. Ganadería sostenible

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa para mejorar el pastoreo animal. Contribuyen a la reducción de una gran cantidad de metano producido por unidad animal en la dieta de los rumiantes. Un beneficio que

ofrecen los SAF es una buena gestión de pastos entre una de ellas el desarrollo de bancos forrajeros (Herrero *et al.* 2009).

### 7.3.3. Observaciones sobre producción orgánica en la RAE

El estimado de ventas mundiales de productos orgánicos en 1997 fue de \$ 10 billones, y desde esa época ha habido un crecimiento sostenido de aproximadamente el 20% anual. Por ejemplo, la Unión Europea y los Estados Unidos de Norteamérica, importaron 12 mil



y 11 mil toneladas de productos orgánicos, en 1998, y se estima que para el 2010, sus importaciones podrían alcanzar entre 45 mil y 60 mil toneladas anuales cada uno (Mora, 2007).

Por otro lado, las opciones de mercados no convencionales, denominados mercados solidarios o mercados justos también crecen rápidamente. Por ejemplo: El mercado de comercio justo en la Unión Europea se estima en \$ 230 millones anuales. En el Reino Unido, el consumo de productos con el sello FAIRTRADE crece alrededor del 40% anual, (Mora, 2007). Los mercados principales para los productos que califican para el esquema comercio justo son los Estados Unidos, el Reino Unido, Francia, Suiza y Alemania, que en 2007 representaron cerca de 2.000 millones de dólares, (un 82% de las ventas mundiales de alimentos con el sello de FLO International).

Todo esto demuestra la importancia no solamente de la producción orgánica, sino de la certificación orgánica y de otras certificaciones para el desarrollo agropecuario y forestal de la RAE.

## 7.4. Conclusiones y recomendaciones

- Existen ciertas incompatibilidades entre los usos actuales y potenciales de los suelos en la Amazonía.
- Los sistemas agroforestales garantizan la adaptación y mitigación al cambio climático
- Los sistemas de producción convencionales actuales generan presión hacia el bosque primario y favorecen la deforestación
- Realizar estudios sobre diseños y mejoramiento de sistemas agroforestales
- Fortalecimiento de procesos de investigación en suelos de la Amazonía

## 7.5. Bibliografía

- Arévalo, V. 2009. Chakras, bosques y ríos, el entramado de la biocultura Amazónica. Quito, Ecuador, INIAP, Abya-Yala. 147 p. (Publicación miscelánea, no. 148).
- Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *In Directions in Tropical Agroforestry Research*. Springer. 38(1-3): 139-164. p. 139-164.
- Borneman, J; Triplett, E. 1997. Molecular microbial diversity in soils from eastern Amazonia: evidence for unusual microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. *Applied and Environmental Microbiology*. 63(7). p. 2647-2653
- Botero, R; Russo, RO; Rosales, M; Osorio, H; Sánchez, M; Speedy, A. 1998. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *In Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (electronic conference)*, eds. M. Rosales M., and MD Sánchez 1998. p. 171-192.
- Bravo, E. Mayo 2007. Los impactos de la explotación petrolera en ecosistemas tropicales y la biodiversidad (en línea). *Acción Ecológica*. 61 p. Consultado el 15 oct 2015. Disponible en [http://www.inredh.org/archivos/documentos\\_ambiental/impactos\\_explotacion\\_petrolera\\_esp.pdf](http://www.inredh.org/archivos/documentos_ambiental/impactos_explotacion_petrolera_esp.pdf)
- Bravo, L. 2005. Experiencias locales del cultivo tradicional del maíz. *El maíz en el Ecuador* 22(23):7-9.
- Bressano, N. 2011. Tomate de Árbol (en línea). Disponible en <http://www.engormix.com/>
- Calzada, J. 1980. 143 frutales nativos. Lima, Perú, El Estudiante. 145 p.
- Castillo, R. 2006. Aprovechamiento de la pitajaya: bondades y problemáticas. México, Departamento de Ciencias, Universidad de Quintana Roo.
- CICO (Centro de Inteligencia e Información Comercial - CICO de la CORPEI). 2009. Perfil del palmito. Quito, Ecuador, CORPEI.
- Córdoba, J; Novoa, H. 1995. Problemática, experiencias y enfoque sobre la erosión, manejo y conservación de suelos de ladera en Ecuador. Seminario, IICA. Lima, Perú, PROCIANDINO.
- CORPEI (Corporación de Promoción de Exportaciones e Importaciones). 2004. Estudio de mercado para el borjón (en línea). Disponible en [http://www.ecuadorcocoaarriba.com/archivos/file/pdf/estudio\\_borjón\\_entrega\\_final\\_v2.pdf](http://www.ecuadorcocoaarriba.com/archivos/file/pdf/estudio_borjón_entrega_final_v2.pdf) . Ecuador.
- DE NONI, G., & Trujillo, G. (1986). Degradación del suelo en el Ecuador. *Cultura*, 8(21ª), 383-394.
- ECORAE (Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico). 2001. Compendio de recomendaciones tecnológicas para los principales cultivos de la Amazonía Ecuatoriana. Quito, Ecuador, NINA comunicaciones.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 1999. Arazá (*Eugenia stipita*) cultivos y utilización. s. n. t. 92p. (Manual Técnico, no. #).
- Fassbender, HW; Beer, J; Heuveldop, J; Imbach, A; Enriquez, G; Bonnemann, A. 1991. Ten year balances of organic matter and nutrients in agroforestry systems at CATIE, Costa Rica. *Forest Ecology and Management* (1):173-183.
- Fiallos, J. 2000. Naranjilla, híbrido interespecífico de alto rendimiento. s. l., INIAP. (Boletín divulgativo, no. 276).
- Grimaldi, M; Sarrazin, M; Chauval, A; Luizao, F; Nunes, N; Rodriguez, MRL; Amblard, P; Tessier, D. 1993. Effets de la deforestation et des cultures sur la structure des sols argileux d'Amazonie Bresilienne. *Cah. Agric.* 2:36-47.
- Herrero, M; Thornton, PK; Gerber, P; Reid, RS. 2009. Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs (en línea). *Current Opinion in Environmental Sustainability* (2):111-120. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343509000335> <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
- HOY. 2009. Frutas exóticas, alternativa (en línea). Consultado Marzo, 2011. Disponible en <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/frutas-exoticas-alternativa-340402.html>
- IBCE. 2010. Perfil de mercadeo Copoazú y achachairú (en línea). Consultado Marzo, 2011. Disponible en [http://www.ibce.org.bo//documentos/perfil\\_mercado\\_Copuas\\_u\\_AchacairuCB08.pdf](http://www.ibce.org.bo//documentos/perfil_mercado_Copuas_u_AchacairuCB08.pdf)
- INEC-MAG-SICA. (2001). III Censo Nacional Agropecuario, datos nacionales-Ecuador (en línea). Disponible en [www.magap.gob.ec/sigagro](http://www.magap.gob.ec/sigagro)
- INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Ecuador). 2010. Estación Experimental Central de la Amazonía: Contribuciones del INIAP a la RAE. 2 ed. Quito, Ecuador. Octubre, 2010. (Publicación miscelánea, no. 134).
- MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca, Ecuador). 2007. Estrategia para el desarrollo Sustentable del sector agropecuario de la región Amazónica Ecuatoriana 2007-2017. Quito, Ecuador. p. 20,21.
- Montalvo, D; Zurita, G. 2000. Análisis Estadístico de la producción arrocerá en el Ecuador. Quito, Ecuador, University of South Carolina. p 1-3.
- Mora, A. 2007. Política y estrategia nacional de biodiversidad del Ecuador. Ministra del Ambiente. 2001 – 2010. <http://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nbsap-01-es.pdf>. Establecido mediante Decreto Ejecutivo No. 2232 del 9 de enero del 2007. <http://www.otca.org.br/normaslegales/arquivo1/Decreto2232pdf.pdf>.
- Paredes, N., 2009, "Manual de cultivo de cacao", INIAP, Orellana, Ecuador
- Piccolo, M. C., C. Neill, and C. C. Cerri. 1994. Natural abundance of  $^{15}\text{N}$  in soils along forest-to-pasture chronosequences in the western Brazilian Amazon Basin. *Oecologia* 99:112-117.
- Reategui, K., R. Ruiz, G. Cantera, and C. Lascano, 1990: Persistencia de pasturas asociados con diferentes manejos del pastores en un Ultisol arcilloso de Puerto Bermudez, Peru. *Pasturas Tropicales*, 12, 16-24.
- Somarriba, E.; Jiménez, F; Vargas, A. 1998. ¿Qué es agroforestería. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas agroforestales: 1-14.
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan, CD. 2006. Livestock's long shadow: Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).
- Vilas Boas, O. 1990. Descomposición de hojarasca y mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo bajo cuatro sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE.