



# Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

**Editores:** Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas y Carlos Astorga Domian

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 el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.



ISBN: 978-9977-57-623-7



9 789977 576237



Serie técnica  
Informe técnico no.398

# Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana

**Editores:**

Elias de Melo Virginio Filho  
eliasdem@catie.ac.cr  
Carlos Estuardo Caicedo Vargas  
carlos.caicedo@iniap.gob.ec  
Carlos Astorga Domian  
castorga@catie.ac.cr

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Julio de 2014

CATIE no asume la responsabilidad por las opiniones y afirmaciones expresadas por los autores en las páginas de este documento. Las ideas de los autores no reflejan necesariamente el punto de vista de la institución. Se autoriza la reproducción parcial total de la información contenida en este documento, siempre y cuando se cite la fuente.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 2014

**ISBN: 978-9977-57-623-7**

631.58

M528 Virginio Filho, Elias de Melo

Agroforestería sostenible en la Amazonía ecuatoriana / Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas y Carlos Astorga Domian. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2014. 105 p. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no.398)

ISBN 978-9977-57-623-7

1. Theobroma cacao – Agroforestería – Amazonía 2. Agroforestería – Sostenibilidad – Amazonía 3. Sistemas silvopascícolas – Amazonía I. Caicedo Vargas, Carlos Estuardo II. Astorga Domian, Carlos III. CATIE IV. Título V. Serie

## Créditos

**Autores:** Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Estuardo Caicedo Vargas, Carlos Astorga Domian, Félix Bastidas, William Caicedo, Nancy Criollo, Carlos Congo, Joffre Chávez, Alejandra Díaz, Fabián Fernández, Jorge Grijalva, Patricia Jaramillo, Carlos Nieto, Nelly Paredes Andrade, Bertín Osorio V, Jimmy Pico, Raúl Ramos, Luis Riera, Maritza Sánchez, Dennis Sotomayor, Cristian Subía García, Yadira Vargas, Antonio Vera, Cristóbal Villanueva, Edgar Yáñez

**Colaboradores:** Miguel Acosta (PETROAMAZONAS), Wilson Alcívar (INIAP - EECA), Kléver Analuisa (Asociación Mi Lecherita), Esther Andi (CISAS); Luis Andy (PETROAMAZONAS), Jimena Caiza (INIAP - EECA), Darío Calderón (INIAP - EECA), Marcia Guamingo (GAD. Inés Arango), Luis Lima (INIAP - EECA), Rosa López (INIAP - EECA), Carlos Mora (INIAP – EECA), Robinson Muñoz (COFENAC), Edwin Paladines (GAD PARROQUIAL G. PIZARRO), Guillermo Párraga (GAD Huaticocho), Guillermo Pilamunga (SSC Sumumbios), Carlos Rocafuerte (INIAP - EECA), Daniel Rosero (GADPR La Belleza), Jorge Santillan (INIAP - EECA), Mario Silva (PETROAMAZONAS), Leider Tinoco (INIAP - EECA), Manuel Tipanluisa (Técnico del Proyecto INIAP-CCS-GAD Parroquiales), Mario Torres (PETROAMAZONAS -CPF-B15), Marco Torres (Técnico GAD Inés Arango), Francisco Velasteguí (Técnico del Proyecto INIAP-CCS-GADs PARROQUIALES), Lucila Vera (GADPR Pacayacu), Byron Yaguana (INIAP - EECA), Wilson Yáñez, Ricardo Greff (COFENAC), Stalyn Yuky (GAD. Inés Arango)

**Coordinación:** Shirley Orozco Estrada

**Fotografías:** Elias de Melo Virginio Filho, Carlos Astorga Domian, Nelly Vasquez, Silvia Francis, Cristian Saltos

**Diagramación:** Rocío Jiménez Salas, Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

# Evaluación preliminar de sistemas silvopastoriles como alternativa de la producción ganadera en la Amazonía Ecuatoriana

William Caicedo, INIAP  
Nancy Criollo, ESPOCH  
Antonio Vera, INIAP  
Luis Riera, INIAP  
Jorge Grijalva, INIAP  
Raúl Ramos, INIAP  
Carlos Congo, INIAP

## Resumen

La baja producción y productividad de la ganadería bovina en la Amazonía Ecuatoriana, con promedios de producción de leche de 3,5 litros/vaca/día y producción de carne con incrementos de 0,25 kg/día con una capacidad de carga animal de 0,8 UBAs/ha; se debe principalmente a la baja fertilidad y a procesos de degradación de los suelos, especies y variedades de pastos susceptibles al ataque de plagas y enfermedades y a la poca o nula utilización de leguminosas (arbustivas o rastreras).

Debido a lo antes mencionado, la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP ubicada en el Cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, inició estudios en sistemas silvopastoriles (SSP), con el objetivo de identificar y seleccionar las mejores combinaciones de SSP para incrementar la producción de biomasa y de carne; además, mejorar el flujo neto que generan los distintos diseños y contribuir a reducir el impacto ambiental de la actividad ganadera en la Amazonía Ecuatoriana. Los tratamientos en evaluación son seis: T1 (Mulato II + *Gliricidia sepium* + *Psidium guajava*); T2 (Mulato II *Trichantera gigantea* + *P. guajava*); T3 (Mulato II + *Flemingia macrophylla* + *P. guajava*); T4 (Mulato II + *Leucaena leucocephala* + *P. guajava*); T5 (Mulato II + *Erythrina* spp + *P. guajava*); y sin presencia de leñosas arbustivas el tratamiento testigo mejorado T6 (Mulato II + *P. guajava*); todos los tratamientos con tres repeticiones, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. Transcurridos dos años de evaluación de estas alternativas silvopastoriles los mayores flujos netos (USD ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) se presentaron en los SSP T5 (706), T4 (694,1), T3 (691) y T6 (672,6), seguidos por los tratamientos T2 (612) y T1 (608,8) con menor flujo neto.

**Palabras clave:** productividad de la ganadería en la RAE, alternativas silvopastoriles, rendimientos forrajeros, ganancia de peso animal, indicadores económicos.

## 1. Introducción

Las pasturas constituyen el principal uso productivo del suelo en la Amazonía Ecuatoriana, dominadas por pasturas en monocultivos y degradadas por malas prácticas desde el establecimiento y posterior manejo, siendo la actividad ganadera el principal medio de vida de más de 3.000 familias en esta región (Nieto y Caicedo 2012). Sin embargo en el caso de la ganadería bovina, los niveles de producción y productividad son bajos: el promedio de producción de leche es de 3,5 litros/vaca/día y los incrementos de peso en la producción de carne de 0,25 kg/día, con una capacidad de carga animal de 0,8 UBA/ha (INIAP y MAGAP 2010).

Esta baja productividad de la ganadería bovina en la RAE, se explica entre otras, por las siguientes razones: baja fertilidad de los suelos y en procesos de degradación, que da como consecuencia una baja productividad de biomasa de pasturas; las especies y variedades de pastos utilizados son susceptibles al ataque de plagas; poca o nula utilización de leguminosas (arbustivas o rastreras), que mejoren la fertilidad del suelo y disminuyan la erosión; presencia agresiva de malezas, que ocasiona un alto uso de la mano de obra; uso de razas o cruces de ganado de bajo potencial productivo y prácticas deficientes de manejo reproductivo y sanitario del ganado (INIAP y MAGAP 2010). Todo lo anteriormente mencionado está relacionado con la deforestación y la emisión de gases de efecto invernadero considerados entre los factores más importantes del cambio climático global (Wood y Porro 2002, Grijalva *et al.* 2004).

Grijalva *et al.* (2002), señalan que la recuperación de pasturas degradadas y la intensificación del manejo son las mejores estrategias para aumentar la unidad animal por hectárea, y reducir el impacto ambiental. De igual manera, las acciones de mejoramiento genético, así como el desarrollo de razas con mejor conversión alimenticia pueden jugar el mismo rol, pues cuanto más peso gana un animal con menor ingestión de alimento, más eficiente es la producción desde el punto de vista de emisiones de metano al ambiente (Grijalva *et al.* 2004).

Por lo manifestado, es necesario mejorar la producción de biomasa de los SSP y por ende la producción de carne y leche; y en consecuencia mejorar el flujo neto que generan los distintos diseños de SSP, razón por la cual el INIAP emprendió un programa de generación de tecnologías agroforestales (Vera 1999; Napo 1997; Napo 2003) con énfasis en el desarrollo de sistemas silvopastoriles incorporando especies leñosas arbustivas.

## 2. Materiales y Métodos

La presente investigación se realiza en la parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, Provincia de Orellana, en un sistema silvopastoril que fue establecido en noviembre de 2009 en la EECA; en un área que estuvo ocupada por más de 15 años por el cultivo de palma africana, la que cumplió su ciclo de producción, a esta área se le realizó una limpieza total quedando el suelo desnudo y degradado.

Para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles se procedió primero a la siembra de *P. guajava* L. (frutal guayaba) a una densidad de 9 x 10 m, en asociación con cada una de las especies leñosas forrajeras que constituyen los tratamientos; *G. sepium* (Yuca ratón), *F. macrophylla* (Flemingia), *L. leucocephalla* (Leucaena), *T. gigantea* (Quebra barriga) y *Erythrina* spp (Porotillo), estas leñosas forrajeras establecidas en hileras simples, distanciadas a 3 m entre plantas y a 10 m entre hileras, formando callejones. Posterior a la fase de establecimiento de las especies leñosas (13 meses), en diciembre de 2010 se realizó la siembra de las gramíneas *Brachiaria híbrido* (Mulato II), a través de semilla sexual, a una densidad de siembra de 0,8 x 0,8 m, transcurridos los seis

meses de establecida la pastura se realizó el primer pastoreo con animales, de ahí en adelante se ha realizado pastoreos consecutivos donde, el tiempo de utilización de cada unidad experimental se estima de acuerdo a la disponibilidad de biomasa, con dos unidades bovinas adultas.

Las variables más sobresalientes en lo que va del estudio preliminar de sistemas silvopastoriles son:

- a. Producción de biomasa: se realizó cada 30 días posteriores al pastoreo, en donde utilizando un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> y el trazo de transeptos en cada tratamiento, se determinó la producción de la herbácea; mientras la producción de forraje de las leñosas se determinó mediante la simulación del ramoneo de los animales cosechando la biomasa disponible en leñosas forrajeras previamente identificadas. Del material, producto de las cosechas se tomó una muestra representativa de 500 g y se envió al laboratorio para determinar el contenido de materia seca.
- b. Producción del componente animal: para ello se utilizó la información de biomasa producida, los datos de requerimiento y consumo de materia seca de los animales; se valoró la ganancia de peso animal alcanzada, con un valor promedio de capacidad de carga animal en los sistemas de 2,1 UBA/hectárea.
- c. Flujos netos anuales: se registraron los ingresos brutos (por venta de carne y fruto de guayaba producidos dentro de cada sistema, este último mediante evaluaciones quincenales en las dos épocas de producción de guayaba en esta región) y los egresos generados por costos variables como: manejo de los pastos, sanidad animal, mano de obra permanente y temporal, herramientas y materiales requeridos durante el período del estudio.

Las parcelas están implementadas bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento, en un área experimental de 1,7 hectáreas. Los datos experimentales obtenidos se tabularon en una hoja electrónica Excel de Office 2010 y luego se analizaron utilizando el software InfoStat (2010). Se realizó un análisis de varianza y prueba de Tukey (al 5%) para la separación de medias de los tratamientos. Los tratamientos del experimento se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Tratamientos del experimento.

Tratamientos	Siglas	Descripción
T1	SSPgl	Mulato II ( <i>Brachiaria hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ) + yuca ratón ( <i>G. sepium</i> Jacq).
T2	SSPqb	Mulato II ( <i>B. hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ) + Quiebra barriga ( <i>T. gigantea</i> ).
T3	SSPfm	Mulato II ( <i>B. hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ) + flemingia + ( <i>F. macrophylla</i> Wild).
T4	SSPll	Mulato II ( <i>B. hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ) + leucaena ( <i>L. leucocephala</i> Lam De Wit).
T5	SSPpo	Mulato II ( <i>B. hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ) + Porotillo( <i>Erythrina</i> spp).
T6	SSP T-Mejorado	Mulato II ( <i>B. hibrido</i> Miles) + guayaba ( <i>P. guajava</i> ).

Fuente: Caicedo, W. (2013).

### 3. Resultados y Discusión

#### Producción de Biomasa total en sistemas silvopastoriles

El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas significativas en la producción de materia seca anual acumulada en los pastoreos registrados a los dos años de estudio, al comparar los sistemas silvopastoriles con presencia de leñosas forrajeras versus el tratamiento testigo mejorado.

Transcurridos los dos años de evaluación de los sistemas silvopastoriles es visible que el 98% de la producción de biomasa total disponible en los sistemas proviene de la pastura (mulato II), mientras que la diferencia es el aporte de biomasa por parte de las leñosas forrajeras. El bajo aporte de las especies leñosas se debe a la baja densidad de siembra en cada uno de los tratamientos (Figura 1). Los resultados del estudio concuerdan con lo manifestado por Benítez y Bernal 2009, en un estudio de densidad de plantación de leguminosas arbustivas en SSP, quienes manifiestan que es usual encontrar mayor disponibilidad de biomasa por parte de la pastura en relación con la biomasa disponible por las arbustivas, por unidad de superficie. Además, los mismos autores indican que las especies arbustivas al tener densidades de plantación más altas, mayor es el número de plantas y por lo tanto mayor producción de biomasa total y comestible por unidad de área, pero se producen reducciones en la producción por árbol.

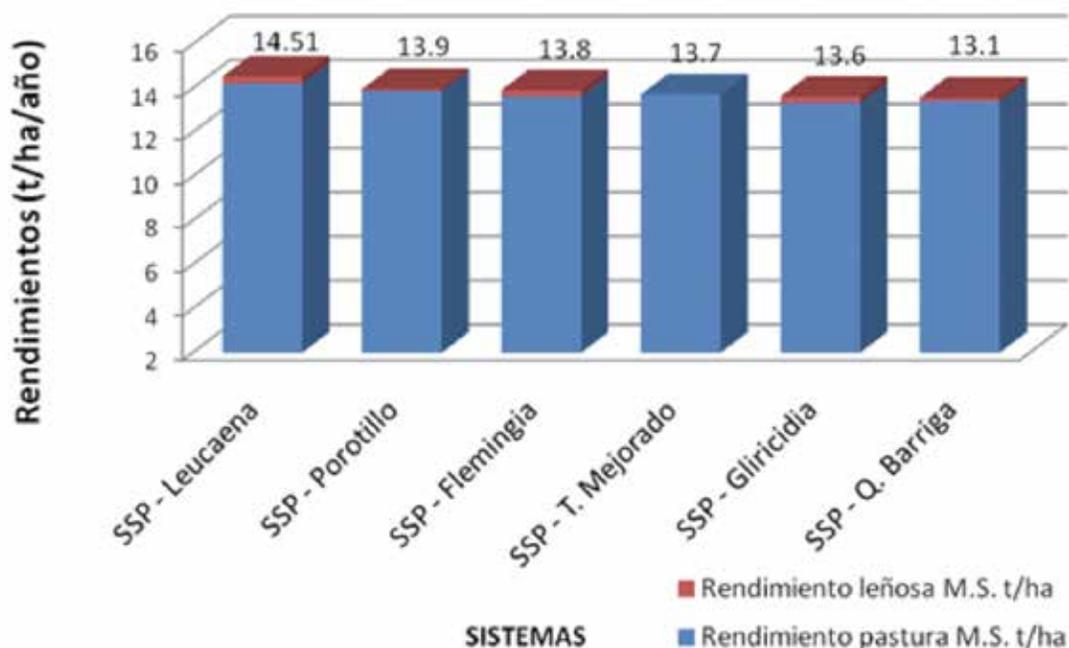


Figura 1. Rendimiento de materia seca de pastos ( $t\ ha^{-1}\ año^{-1}$ ), en sistemas silvopastoriles. San Carlos, Orellana. Es un promedio de dos años de evaluación.

Cabe resaltar que la producción de biomasa del año dos disminuyó respecto a la producción del primer año, lo cual se puede deber a que en el primer año la pastura supera la fase de establecimiento y por ende obtuvo mayor producción concordando con lo encontrado por Sánchez (2001), quien afirma que es normal que la planta empiece con todo su potencial fisiológico a producir, después de su establecimiento y con el transcurso de los pastoreos, un desgaste fisiológico que se traduce en una disminución de la producción.

### Producción del componente animal

Se presentó diferencia estadística significativa entre el tratamiento tres y el tratamiento seis, respecto a la ganancia de peso vivo, la cual varió entre 0,61 y 0,66 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, observándose la mayor ganancia de peso en el SSP con Flemingia (T3) y la menor con SSP T – Mejorado (Figura 2). La diferencia promedio entre los SSP fue de 0,05 kg, diferencias ligeras que posiblemente tengan relación con los contenidos de energía metabolizable del forraje que se utilizó para esta estimación.

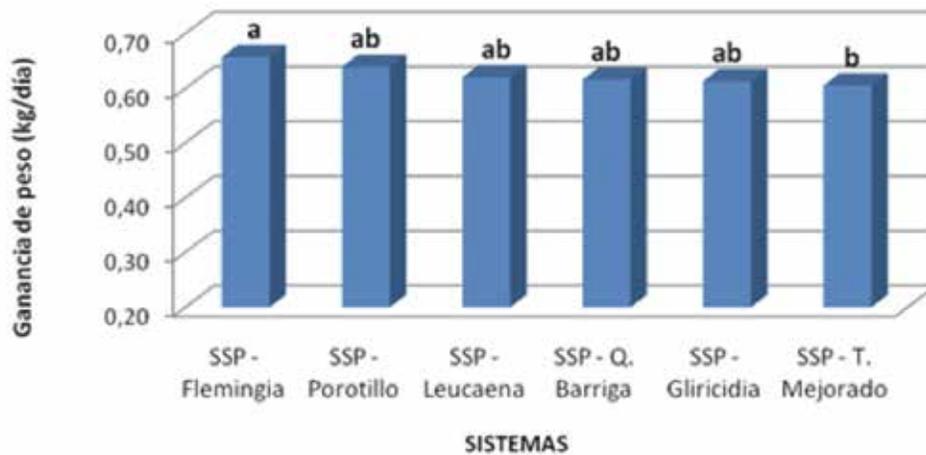


Figura 2. Ganancia diaria de peso vivo por animal (kg) en sistemas silvopastoriles. San Carlos, Orellana.

En promedio a los dos años de estudio de los sistemas silvopastoriles no es evidente la diferencia en ganancia de peso entre los sistemas que cuentan con especies leñosas forrajeras como componente extra, a pesar del aporte extra de energía metabolizable por parte de estas especies y debido posiblemente a que el forraje producido por las mismas solo aporta como máximo el 2% del forraje total disponible para los animales en los sistemas silvopastoriles estudiados.

### Flujos Netos

Los sistemas silvopastoriles con presencia de especies leñosas forrajeras como componente extra, desde el punto de vista económico no muestran superioridad en comparación al sistema silvopastoril T – Mejorado. Los ingresos brutos provienen tanto por venta de carne, que estuvo diferenciado por la variabilidad de ganancias de peso en cada uno de los sistemas, e ingresos generados por la venta de guayaba que fue en promedio de USD 328 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Se presentan costos extras en el manejo de algunos de los sistemas silvopastoriles, especialmente en podas de leñosas forrajeras que requieren mano de obra después de cada pastoreo y en la aplicación de insecticidas y fungicidas en el manejo de las mismas cuando estas lo requirieron, lo cual incrementa los costos de producción (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Flujos netos anuales, en sistemas silvopastoriles (SPP), San Carlos, Orellana.

Sistemas	USD ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>		
	Costo total	Ingresos brutos	Flujo neto
SSP – Porotillo	889,6	1595,6	706,0
SSP – Leucaena	924,7	1618,8	694,1
SSP – Flemingia	907,3	1598,3	691,0
SSP – T – Mejorado	889,6	1562,3	672,6
SSP – Q. Barriga	889,6	1501,7	612,0
SSP – Giricidia	924,7	1533,4	608,8

Fuente: Caicedo, W., Criollo, N. (2013)

La menor respuesta económica se obtuvo en los SSP–Q. Barriga y *Gliricidia* en dos años de evaluación, lo cual responde a la baja tolerancia de estas especies al ramoneo a la frecuencia de pastoreo evaluada. Además, se ha encontrado una paulatina disminución en las variables de producción de biomasa así como número de plantas por área, concordando con lo manifestado por Camaro *et al.* (2003), la acción perturbadora (ramoneo, corte o poda de leñosas forrajeras) es un efecto directo con respecto al porcentaje de mortalidad y persistencia de las plantas, ya que estas tienen menos tiempo para que los brotes existentes formen y desarrollen nuevos tejidos tanto de ramas y hojas.

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

Bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación, se establecen en base a los resultados preliminares de evaluaciones de los SSP las siguientes conclusiones:

- Los sistemas silvopastoriles con mejores atributos en cuanto a rendimiento de forraje son; Leucaena (14,5 t/ha M.S.), Porotillo (13,9 t/ha M.S.), Flemingia (13,8 t/ha M.S.) y sistemas T - Mejorado (13,7 t/ha M.S.), presentándose como las opciones con mayor probabilidad de éxito para el desarrollo de la ganadería en la Amazonía Ecuatoriana.
- En los primeros dos años la ganancia de peso vivo que presentaron los animales en los SSP varió entre 0,60 y 0,66 kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.
- Económicamente, existieron mayores flujos netos USD ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en los SSP con Porotillo (706), Leucaena (694,1), Flemingia (691) y T – Mejorado (672,6), especialmente por presentar mayores valores de producción forrajera, seguidos de los tratamientos Q. - Barriga (612) y *Gliricidia* (608,8) con menores ingresos.

Por lo que se recomienda:

- Aumentar la densidad de plantas leñosas con aptitud forrajera, para incrementar el aporte forrajero neto por unidad de área.
- Incrementar el período de descanso de los sistemas silvopastoriles a cuarenta y cinco días para salvaguardar la persistencia de las especies forrajeras.
- Realizar estudios de fertilización y enmiendas para restituir los nutrientes extraídos que no son restituidos con el reciclaje de nutrientes por el mismo hecho de ser suelos perturbados con cultivo de pastura.