

21 JUL 1998

**ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACION
DE MODELOS SILVOPASTORILES EN
LA ALTILLANURA COLOMBIANA**

GUILLERMO ALONSO BUENO GUZMAN ¹

BOLETIN TECNICO No. 08

¹ Zootécnico. M. Sc. Investigador Programa regional Pecuario. CORPOICA Regional Ocho. Oficina Puerto López

BOLETIN TECNICO

ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS SILVOPASTORILES EN LA ALTILLANURA COLOMBIANA

Esta publicación es posible gracias a los recursos de cofinanciación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

AUTOR

G. A. BUENO G.

CORPOICA Regional Ocho
Villavicencio, Meta, Colombia
Diciembre de 1.997
Código: 02.02.08.08.33.97.

Editor: Nora Elisa Cubillos Quintero
César Augusto Jaramillo Salazar
Programa Regional Métodos de Transferencia de Tecnología

Diseño: Ideas publicidad

Impresión: Editorial Siglo XX

Tiraje : 500 ejemplares

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	5
1 Conceptos generales	6
1.1 ¿Qué son los sistemas agroforestales?	6
1.2 Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los cultivos asociados	8
1.3 Clasificación de los sistemas agroforestales según su función	9
1.4 Modalidades de arreglos agroforestales.....	10
2 Los sistemas silvopastoriles	18
3 ¿Qué es un sistema silvopastoril?	19
4 Modelo de un sistema silvopastoril	20
5 Productos y servicios de un sistema silvopastoril	24
6 Ventajas y desventajas de los sistemas agrosilvopastoriles	24
7 Conclusiones	27
8 Bibliografía.....	27

PRESENTACION

Es responsabilidad de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, diseñar estrategias tecnológicas que permitan incrementar los parámetros productivos de la ganadería regional, especialmente a la ubicada en la subregión de la Altillanura Colombiana caracterizada por bajos índices de producción, sin descuidar los aspectos inherentes al manejo adecuado del recurso agua y suelo.

Con el propósito de generar alternativas tecnológicas, enfocadas especialmente a proporcionar alimento natural en toda la época del año, siendo ésta la mayor limitante de la producción ganadera de la Altillanura Colombiana, CORPOICA Regional Ocho, gracias a los recursos de cofinanciación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, viene ejecutando el Proyecto **“Producción de carne y leche en la Altillanura Plana con base en gramíneas mejoradas, mezcla de gramíneas y leguminosas e implementación de sistemas silvopastoriles”**.

Este boletín se convierte en uno de los primeros productos del proyecto citado, donde se hace una revisión de las diferentes alternativas agroforestales, y se dan algunas recomendaciones producto de la experiencia y de la investigación generada hasta la fecha en éste tema, lo que sin lugar a dudas contribuirá al manejo sostenible de la explotación ganadera de la Altillanura Colombiana.

La agroforestería es un tema compatible con el nuevo enfoque del desarrollo, el cual debe darse sin el deterioro de los recursos naturales, y generando excedentes, por supuesto, a los productores del campo. Este Boletín técnico se constituye en un primer paso, siendo conscientes de que es el inicio de un proceso el cual se debe continuar bien sea por CORPOICA y/o por otras instituciones comprometidas con el desarrollo regional, preferiblemente mancomunadamente, lo que redundará en beneficios para esta vasta región del país.

JAIME TRIANA RESTREPO
Director Regional Ocho
CORPOICA

INTRODUCCION

La presión del hombre sobre la tierra en desarrollo de actividades agropecuarias ha sido una actividad constante la que ha sido notoria en los últimos años en la región de la Altillanura Colombiana.

Como resultado de la investigación agropecuaria, se han generado alternativas tecnológicas para la producción eficiente de especies agrícolas como: arroz, soya, maíz, forrajes del género *Brachiaria*, y leguminosas, adelantos tecnológicos que sumados a los problemas sociales y económicos del país y al decrecimiento en la productividad de los alimentos, han contribuido a incrementar la demanda por las tierras de esta frontera agrícola.

En los últimos cinco años se ha presentado un incremento en la migración de productores de otras regiones del país a la subregión de la Altillanura, atraídos por el precio de la tierra, lo cual ha propiciado una alta inversión de capital en el mejoramiento de las sabanas nativas con la introducción de pasturas mejoradas y subdivisión de la tierra; trayendo como consecuencia: la deforestación, el deterioro de la estructura física y calidad de los suelos, ocasionando además deterioro de las cuencas y fuentes de agua, por la contaminación causada por el uso de agroquímicos.

Son varios los estudios que coinciden en que la principal causa de la deforestación de los bosques es la consolidación de fincas ganaderas. (Solano, 1994; Camino, 1994 ; Murguettio et al, 1993). Colombia con una extensión de 1'147.748 Km², presenta una tasa de deforestación entre 360.000 a 600.000 ha. por año, con un rango estimado de erosión que se acerca al 49% del territorio nacional (Sánchez, 1995; Departamento Nacional de Planeación, 1991).

La región de los Llanos Orientales se constituye en una de las áreas más importantes del país dedicadas a la actividad ganadera, pero factores como la disminución de alimentos durante la época seca que se traduce en una reducción de la producción de materia seca

y de su valor nutritivo, los altos costos de los suplementos alimenticios para rumiantes, las políticas estatales y los deficientes servicios de apoyo y mercados, no incentivan o impulsan a que los productores inviertan y mejoren el manejo, la productividad, la sostenibilidad de los sistemas de producción, el procesamiento y la comercialización animal.

Lo anterior plantea un nuevo reto para el desarrollo de la ganadería en el trópico, consistente en producir alimentos con sistemas que mantengan estable su producción y rentabilidad a largo plazo, para suplir las demandas de una población creciente y además, que garanticen la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente.

Esta propuesta la constituye el uso de los árboles multipropósito existentes en la región, ya que pueden ser utilizados como cercas vivas, en la producción de madera, leña, frutas y en la fijación de nitrógeno en el suelo, además proveen forraje de buena calidad, los que integrados a sistemas compatibles de producción animal y agrícola deben lograr minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y la destrucción de recursos naturales (Giraldo, 1995).

Dentro de los sistemas agroforestales, los silvopastoriles han demostrado la importancia de integrar el componente arbóreo con las pasturas y sabanas, como elemento mejorador de las condiciones productivas de las áreas dedicadas a la actividad ganadera, representado en los beneficios económicos aportados a la actividad con el uso de árboles y arbustos multipropósito, dentro de las cuales las especies arbóreas forrajeras son un complemento a la alimentación básica de la ganadería.

1. CONCEPTOS GENERALES

1.1 ¿Qué son los sistemas agroforestales?

Existe en la literatura una diversidad de definiciones las cuales aportan elementos que permiten caracterizar el sistema. A continuación se referencian algunos de importancia que integran los componentes de un sistema de producción.

La **agroforestería** es el nombre genérico usado para designar los sistemas de uso de la tierra en los cuales las plantas leñosas perennes (árboles, arbustos y bambúes)

crecen en asocio con plantas herbáceas (cultivos y pastos) y/o ganado, en un arreglo espacial, una rotación o ambos, y en los cuales, se dan interacciones ecológicas y económicas incluyendo los componentes arbóreos y no arbóreos del sistema. (Young, 1989)

También, se considera como una técnica que combina los principios de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, para aumentar la productividad de la tierra conservando los suelos, las aguas y la vegetación (Escobar, 1994 citados Giraldo 1996).

Fassbender, (1993) indica que los sistemas de producción agroforestales se definen como una serie de sistemas y tecnologías del uso de la tierra en los que se combinan árboles con cultivos agrícolas y/o pastos, en función de tiempo y espacio (arreglo) para incrementar y optimizar la producción en forma sostenida.

Rojas, (1996) define un arreglo agroforestal como una asociación de especies y componentes, tanto animales como vegetales, que tienen como fin conservar y manejar el medio y/o lograr la recuperación del medio degradado, para conservarlo. El objetivo de un arreglo agroforestal es lograr :

- Sostenibilidad, que produzca por mucho tiempo sin agotar el medio, y
- Sustentabilidad, que genere ingresos a corto, mediano y largo plazo.

El CATIE, simplifica la definición como una forma de uso y manejo de la tierra, en la que se combina el cultivo de árboles y arbustos con cultivos alimenticios o pastos, según las prioridades del agricultor.

La Corporación de defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDBM), define los diferentes arreglos de la siguiente manera :

- **Silvoagrícolas** : “Son los que combinan la agricultura y los bosques, permitiendo la siembra, la labranza y la recolección de la cosecha junto con la remoción frecuente y continua del suelo, dejando algunas áreas desprovistas de una cobertura vegetal permanente, pero dejando el resto cubierto por árboles en forma continua y permanente, tales como : café con sombrío, frijol y maíz con nogal cafetero, yuca con eucalipto, tomate de árbol con guamo, cacao con monocoro.”
- **Agrosilvopastoriles** : “Son los que combinan la agricultura, los bosques y el pastoreo, permitiendo la siembra, la labranza, la recolección de la cosecha por largos períodos vegetativos y el pastoreo dentro de los cultivos y el bosque sin

dejar al suelo desprovisto de vegetación, tales como : cítricos con pastos y nogal cafetero, tomate de árbol con pasto y eucalipto, bambú con pastos y frutales.”

- **Silvopastoriles** : “Son los que combinan el pastoreo y el bosque, no requieren la remoción continua y frecuente del suelo, ni lo deja desprovisto de una cobertura vegetal protectora, permitiendo el pastoreo permanente del ganado dentro del bosque, tales como : pasto con nogal cafetero o con eucalipto, pasto con árboles frutales.”

1.2 Clasificación de los sistemas agroforestales en función de los cultivos asociados

Los Sistemas Agroforestales (SAF) existentes, son complejos y diversos, de allí la necesidad de clasificarlos en diferentes categorías, con el fin de evaluarlos adecuadamente y desarrollar algún plan para su mejoramiento.

Según Fassbender (1987, 1993), los SAF se agrupan siguiendo el criterio de su base estructural, denominando cada sistema por la combinación de los tres componentes básicos que son manejados por el hombre:

- Los leñosos perennes (árboles, arbustos y bambúes),
- Plantas herbáceas (cultivos, pasturas), y
- El ganado,

de esta manera se tiene un primer nivel de clasificación, resultando tres grupos a diferenciar de acuerdo al siguiente esquema:

CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES, SEGÚN SU ESTRUCTURA

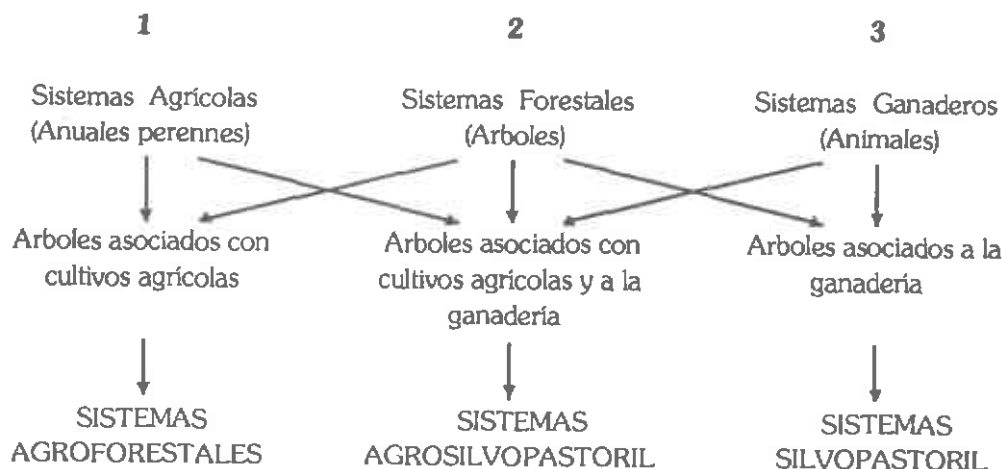


FIGURA 1. Clasificación de los sistemas agroforestales, según su estructura.

Se tienen entonces :

- Sistemas agroforestales, cuando se combinan las leñosas perennes con cultivos agrícolas o gramíneas de corte;
- Sistemas agrosilvopastoriles, cuando se asocian leñosas perennes, cultivos agrícolas y pasturas con animales, y
- Sistemas silvopastoriles, cuando a las pasturas con animales se asocian leñosas perennes.

1.3 Clasificación de los sistemas agroforestales según su función

De acuerdo con las modalidades de arreglos agroforestales se obtiene una estructura en términos de su función en su aplicación. Es así como Torres, (1985) y Giraldo, (1996), plantean que el uso de árboles tiene como objetivo principal conformar un sistema

multiestratificado que imite al bosque tropical y que ayude a asegurar el reciclaje de nutrimentos, así como el uso óptimo de la energía solar y otros, mientras proporciona productos y servicios múltiples. La Figura 2 resume las combinaciones.

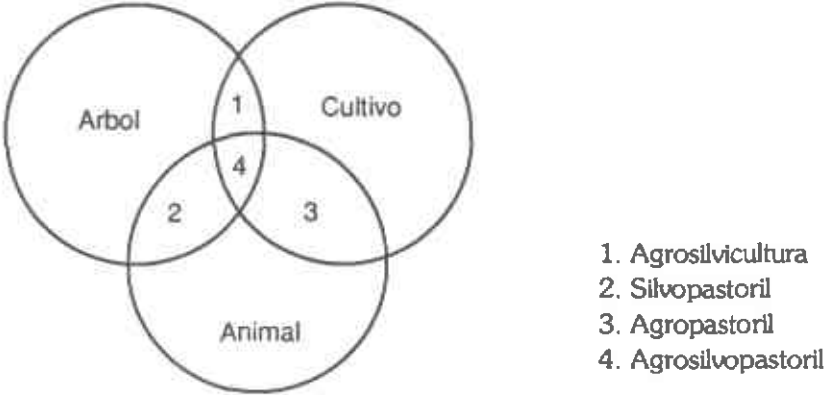


FIGURA 2. Clasificación de los sistemas agroforestales según su función.

1.4 Modalidad de arreglos agroforestales

Los diferentes arreglos espaciales o modalidades en sus diferentes combinaciones dan un uso adecuado de los árboles y un aprovechamiento eficiente de las áreas y del suelo. La Figura 3 presenta las alternativas de como se pueden combinar los arboles.

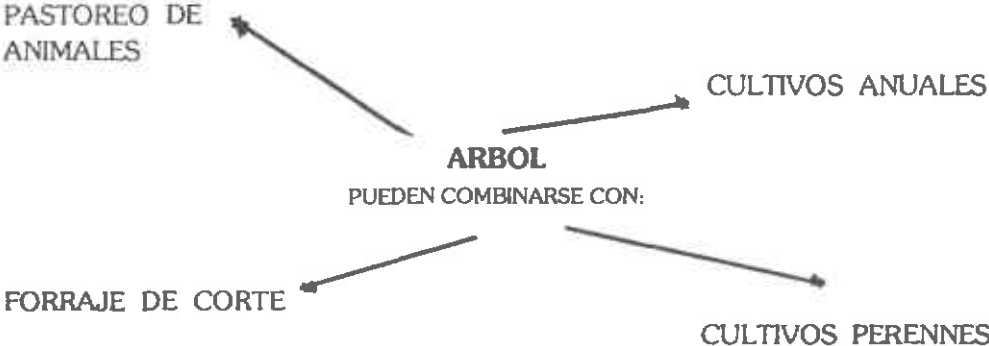


FIGURA 3. Sistemas agroforestales y sus posibles combinaciones.



FIGURA 4. Cerca viva y sombrío



FIGURA 5. Cerca Viva.

Plantación de árboles, arbustos y cultivos: huerto casero.

Esta combinación favorece el aprovechamiento de los espacios disponibles, hace más agradable el ambiente y diversifica la producción. Son asociaciones de especies vegetales de uso nutricional o medicinal con árboles frutales y maderables. La distribución depende en gran medida de las condiciones ecológicas, edáficas y culturales.

Las asociaciones de árboles frutales con cultivos anuales, bianuales y permanentes son muy típicas en zonas tropicales. Las diferentes especies arbóreas utilizadas producen además de los frutos, leña y tienen muchas veces una función ornamental. Los frutos más frecuentes en la región son:

• <i>Citrus limittoides</i>	:	Lima
• <i>Citrus limonia</i>	:	Limón mandarina
• <i>Citrus sinensis</i>	:	Naranja criolla
• <i>Citrus grandis</i>	:	Toronja
• <i>Psidium quajava</i>	:	Guayaba
• <i>Magifera india</i>	:	Mango
• <i>Anacardium occidentale L.</i>	:	Marañón
• <i>Inga spp.</i>	:	Guama

Plantación de árboles y arbustos combinados con cultivos.

Este sistema proporciona otros productos y un microclima apropiado para los cultivos anuales.

El cultivo agrícola se limita a un corto período (de 1 a 4 años) hasta que los árboles plantados cierran su dosel. La literatura reporta numerosas variaciones dentro de este sistema, las más importantes se refieren a la tenencia de la tierra y al beneficio de los productos.

En la rotación agrícola forestal, se tiene una buena protección del suelo, se logra el ciclaje de la materia orgánica y de los elementos nutritivos, aumenta el uso de mano de obra, y presenta a largo plazo un cambio de la agricultura migratoria en plantaciones forestales de alto valor, como por ejemplo caucho intercalado con soya, sorgo, ajonjolí, arroz sabana 6 y 10 o kudzú.

Plantación de árboles alrededor de la finca (potreros)

Sirve para delimitar la parcela (cercas vivas), proteger los cultivos de los animales y del viento (cortina rompevientos).

El uso de árboles como postes vivos para cercas es una técnica de amplia difusión en cultivos agrícolas y potreros, su uso es múltiple, ya que además de la limitación de la finca, la madera producida se usa para leña, carbón, postes, forrajes, frutos y a veces para aserrijo. Al podar los rebrotes se logra material de cobertura para el suelo y para la alimentación del ganado.

Entre los materiales más utilizados están:

Plantas forrajeras como :

<i>Gliricidia sepium</i>	:	Matarratón
<i>Leucaena leucocephala</i>	:	Leucaena, Panelo, Acacia Forrajera.
<i>Cajanus cajan</i>	:	Guandul

Maderables como:

<i>Tabebuia roseae</i>	:	Ocobo, Roble
<i>Cedrela odorata</i>	:	Cedro
<i>Tectona grandis</i>	:	Teca
<i>Cordia alliodora</i>	:	Nogal, Mónico, Laurel, Pardillo, Moho.

Frutales como:

<i>Mangifera indica</i>	:	Mango
<i>Anacardium occidentale L.</i>	:	Marañón
<i>Citrus</i> ssp, etc.		

Estas especies cumplen otras funciones como barreras rompevientos, de albergue de especies faunísticas y atractivos paisajísticos. (FAO,1984).

Arboles como sombra de cultivos permanentes.

Las especies más utilizadas para sombra permanente de café y cacao pertenecen a los géneros *Acacia*, *Albizia*, *Eritrina*, *Inga*, y *Leucaena*.

En Colombia, las especies más utilizadas de acuerdo con un estudio hecho por la FAO,(1984) Combi y Budowski citados por Fassbender, (1993), son: *Inga* ssp, *Erytrina* ssp, *Albizia carbonaria*, *Cedrela odorata* (Cedro), *Cordia alliodora* (Laurel), *Callandria lihemania*, *Lassia* ssp, *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium saman*, *Tectona grandis* (Teca), *Eucaliptus diglupta*, *Alnus acuminata*.

Se plantan para favorecer especies que requieren sombra como café, cacao y otras especies agrícolas como pimienta (*Piper nigrum*) y cardamomo (*Elitavia cardamomun*).

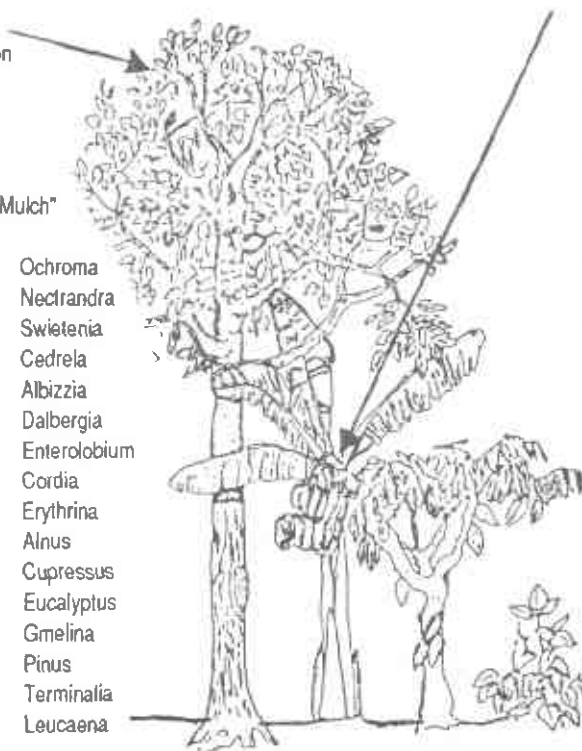
El efecto de la sombra sobre estos cultivos es reducir la necesidad de fertilizantes, especialmente en suelos poco productivos. Dos de las funciones más importantes de los árboles de sombra son la producción de frutas y de leña entre los que están los cítricos, el mango y el aguacate.

A manera de ejemplo, la Figura 6 presenta una serie de especies como alternativas frecuentes en las modalidades de arreglos agroforestales expuestos anteriormente.

ARBOLES

- M. Construcción
- M. exportación
- M. Leña
- Frutos
- Sombra
- Residuos de "Mulch"

Balsa	Ochroma
Canelo	Nectandra
Caoba	Swietenia
Cedro	Cedrela
Cenicero	Albizzia
Cocobolo	Dalbergia
Guanacaste	Enterolobium
Luarel	Cordia
Poro	Erythrina
	Alnus
	Cupressus
	Eucalyptus
	Gmelina
	Pinus
	Terminalia
	Leucaena



CULTIVOS

- CEREALES: Arroz, cebada, maíz, sorgo, mijo
- TUBERCULOS: Yuquilla, camote, yuca, taro, ñame
- LEGUMBRES: Judía, guandu, frijol.
- ACEITEROS: Ricino, soya, coco, palma aceitera, mani
- FRUTALES: Arbol del pan, maracuya, banano, papaya, mango, guaba, guayaba, zapote, pejívalle, aguacate, cítricos
- FIBRAS: Ceiba, sisal
- ESPECIAS: Pimienta, canela, clavo, jengibre, cardamomo, curcuma
- ESTIMULANTES: Café, cacao, te, guarana, tabaco, cola, mate
- PASTOS: Gramíneas, leguminosas
- MEDICINALES: Chinchona, piretro
- OTROS: Palma catecu, acaju, caucho, babasu.

FIGURA 6. Algunas especies frecuentes en sistemas agroforestales (Fassbender, 1987).

Cultivos en callejones.

Se siembran los árboles a densidades relativamente bajas (espaciamiento amplio) y se utilizan especies forestales de madera valiosa y/o que tengan capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, aumentando la fertilidad del suelo y el rendimiento del cultivo. Generalmente se considera que un número aproximado de 100 árboles maduros por hectárea es óptimo para tener una combinación rentable. Cuando se siembran

los árboles en líneas, es preferible orientarlos a través de la pendiente con el fin de disminuir el escurrimiento de agua y por consiguiente la erosión. Además, esta franja de árboles jugará un papel importante para proteger el cultivo de las heladas, bloqueando el aire frío. Se pueden utilizar especies que rebroten con facilidad, podándolas regularmente e incorporando esta materia orgánica al suelo.

A nivel de cultivos de caña para forraje se podría tener hasta 200 árboles/ha de una especie maderable como el Nogal (*Cordia alliodora*) y conservar la misma rentabilidad que en monocultivo.

Es recomendable podar los árboles con el fin de disminuir la sombra que producen y eliminar las ramas inferiores, mejorando el fuste y evitando las nudosidades en la madera valiosa. Esta práctica silvícola es particularmente necesaria debido a que los árboles crecen muy aislados y que el fenómeno de poda natural está casi ausente.

Arboles dispersos en los potreros.

El principal beneficio es la sombra para el ganado, también sirven de fuente de proteínas en épocas críticas. Es muy importante asegurar una buena distribución de los árboles en número suficiente para evitar una concentración excesiva del ganado lo que ocasiona compactación del suelo. Generalmente, se pueden plantar los árboles cada 10 a 30 metros, protegiéndolos del ganado durante los primeros años. Luego se aconseja podar los árboles con el fin de mejorar el fuste y equilibrar el nivel de sombra que recibe el ganado y el pasto.

Bosquecillo en fincas (potrero)

Se establecen árboles en grupos para proporcionar sombra y protección al ganado, además de obtener productos maderables, frutos y forrajes (Multipropósito).

La información de los dos últimos sistemas es muy escasa, especialmente sobre las combinaciones utilizadas.

La FAO, (1984) reporta que en forma tradicional en la Costa Norte de Colombia se practica el sistema silvopastoril con *Libidibia coriaria* (Dividivi) y *Prosopis juliflora* (Trupillo), los que son ramoneadas por las cabras como único alimento en la época seca.

Se sugiere que con el empleo de las leguminosas arbóreas de buena aceptabilidad y calidad nutritiva como: *Leucaena*, *Albizia*, *Gliricidia* y *Erythrina* es posible mejorar la productividad en los sistemas de producción de leche y carne bovina.

Simón, (1966) y Roncallo et al, (1996) plantean, en forma general, que el follaje y los frutos de las plantas nativas consumidas por los rumiantes, presentan una serie de características favorables como fuentes de alimento y permite inferir que son fuentes importantes de proteínas, carbohidratos solubles, vitamina A y minerales; sin olvidar que los principales aspectos que influyen en el contenido de nutrientes son, entre otros: la especie de la planta, la fase vegetativa y las condiciones de su entorno (suelo, clima, etc.).

Giraldo, (1996) reporta que los forrajes de los árboles y arbustos, presentan valores de proteína cruda (P.C.) relativamente altos, dependiendo de la especie y tipo de árbol. Las Tablas 1 y 2 resumen las cantidades de proteínas de dos estudios.

TABLA 1. Composición química, fraccionamiento de la fibra y consumo de forrajes de tres arboles silvopastoriles. Costa Rica.

Variable	Leucaena %	Mata Ratón %	Guasimo %
Proteína Cruda %	25.0	25.8	14.7
FDN %	47.8	43.5	49.5
FDA %	28.5	26.2	31.4
Materia Seca MS %	0.512a	8.868a	0.709b

FUENTE: Adaptado de Pezo et al. 1990).

Medias con letras distinta son diferentes ($P < 0.05$)

TABLA 2. Contenido de proteína cruda de dos árboles con potencial forrajero durante el verano en un sistema silvopastoril natural con tres densidades de siembra. Magdalena.

Densidad de arboles	Guasimo (G. Ulmifolia)		Carbonero (Senegalia sp.)	
Alta	10.40a	18.30a	15.36a	23.98a
Media	8.45a	15.49a	17.31a	24.24a
Baja	9.78a	14.57a	18.09a	24.98a

FUENTE: Girardo et al, 1995.
Letras iguales no difieren (P<0.05)

Los anteriores arreglos espaciales son alternativas viables para las fincas y posiblemente existan otras, lo importante es conocer las características de los árboles que se ajusten a dichos modelos. En cualquier caso, se presenta un listado de especies utilizadas para que sean consideradas. Tabla 3.

TABLA 3. Especies potenciales para ser utilizadas en sistemas agroforestales y silvopastoriles en la Altillanura Colombiana.

Espece	Nombre Científico	Sistema
Ocobo	<i>Tabebuia roseae</i>	cerca, sombra
Cambulo	<i>Erythrina fusca</i>	sombra, cerca viva, bosque, delimitación cerca viva.
Eucaliptos	<i>Eucalyptus grandis</i>	delimitación cerca viva.
Payande	<i>Pithecellobium dulce</i>	sombra.
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	bosquete, sombra.
Flor amarillo	<i>Cassia siamea</i>	delimitación, sombra.
Lluvia de oro	<i>Cassia fistula</i>	cerca, sombra.
Cachimbo	<i>Erythrina poeppigiana</i> *	sombra, delimitación
Mata ratón	<i>Gliciridia sepium</i>	cerca, sombra, forraje
Teca	<i>Tectona grandis</i>	delimitación combinado con cultivos
Matapalo	<i>Ficus pertusa</i>	Cerca, delimitación

Especie	Nombre Científico	Sistema
Caucho	<i>Hevea brasiliensis</i>	callejones combinado con cultivos
Guacimo Cedro rojo	<i>Guazuma ulmifolia</i> <i>Cedrela spp</i>	sombra, bosque cerca, combinado con cultivos
Orejero Samán	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> <i>Samanea saman</i>	sombra, forraje sombra, distribución en potreros, bosquetes.
Marañón	<i>Anacardium occidentale L.</i>	Cerca, sombra combinado con cultivos
Cedro rosado Pino Limón mandarina Naranja criolla Toronja Mandarina Coco Guayaba Pomarosa Mango Acacia negra Caño fistol	<i>Cedrela odorata</i> <i>Pinus caribaea</i> <i>Citrus limonia</i> <i>Citrus sinensis</i> <i>Citrus grandis</i> <i>Citrus reticulata</i> <i>Cocos nucifera</i> <i>Psidium guajava</i> <i>Eugenia jambos</i> <i>Mangifera indica</i> <i>Acacia decurrens</i> <i>Cassia grandis</i>	cerca, bosque cerca, bosque cerca, alimentación, huerto cerca, límites, huerto Huerto, cerca, límites Huerto, cercas, límites Huerto, cerca, límites cerca, límites, huerto cerca, límites, huerto cerca, huerto, sombra cerca, sombra, bosque cerca, bosque, madera distribución en potreros.

FUENTE: Adaptado y complementado por el autor.

2. LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

En el presente Boletín se hace mención al sistema silvopastoril, ya que **CORPOICA Regional Ocho** ha iniciado trabajos para su implementación a nivel de finca en la Altillanura Colombiana. Teniendo como base lo expresado por Giraldo et al, (1985), quien dice que el potencial de producción animal es muy grande si se tiene en cuenta

que las leñosas perennes, como componentes fundamentales de los sistemas, pueden estar constituidos por árboles forrajeros de gran diversidad biológica.

Borel, (1987) plantea en sus estudios, que los sistemas silvopastoriles (SSP) en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de las ganaderías.

Los árboles fijadores de nitrógeno parecen prometedores para reducir el proceso de degradación e intensificar en forma sostenible la producción de proteínas de origen animal.

El establecimiento y el desarrollo de los sistemas silvopastoriles (SSP) deben adecuarse a los factores ecológicos, sociales, económicos y políticos de la zona que los adoptará. Son sistemas que se caracterizan por su diversificación y beneficios ampliamente demostrados, estos aspectos son más favorables respecto a otras modalidades del uso de la tierra, ya que logran un adecuado balance entre productividad, estabilidad, diversidad y autorregulación del ambiente. (Von Maydell, 1985; Percival et al, 1984; Knowles, 1988; ICRAF, 1989 citados por Marlats et al, 1995).

3. QUÉ ES UN SISTEMA SILVOPASTORIL?

Es una forma de uso y manejo de la tierra, en la que se realiza una combinación productiva de por lo menos tres elementos:

- Árboles
- Pasturas y
- Animales

según las prioridades del productor, cuyo objetivo principal sea incrementar la productividad por hectárea a largo plazo.

El objetivo que busca el sistema es resumido por Benavides, (1991) citado por Giraldo, (1996), cual es: desarrollar alternativas tecnológicas para lograr la integración de árboles y arbustos en los sistemas de producción, orientados a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y evaluación del impacto económico y ambiental de las alternativas.

4. MODELO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL

Los sistemas de producción silvopastoriles implican la asociación de árboles en praderas. Este grupo de sistemas es muy complejo y múltiple, diferenciándose:

- Pastoreo en plantaciones forestales o en bosques secundarios.
- Árboles (maderables, forrajeros, frutales, de servicios) en pastizales.
- Cercas vivas, cortinas rompevientos, en pastizales.

Esta combinación en el tiempo y/o en el espacio son igualmente múltiples y comúnmente practicadas por los pequeños agricultores.

En la agricultura migratoria se tienen dos fases típicas del desarrollo de los sistemas silvopastoriles :

1. Después del uso agrícola se establecen praderas para pastoreo, o
2. Al dejarse las parcelas en barbecho, sin uso agrícola, proliferan las praderas con bosques secundarios.

En los Sistemas Silvopastoriles, los componentes e interacciones son:

- El componente plantas herbáceas se refiere básicamente a gramíneas y leguminosas, especies que conforman el principal alimento energético.
- Mientras que el componente animal pertenece al grupo alimenticio de los pastoreadores.
- El suelo y el subsuelo, este último corresponde a los estratos del suelo no explotados por el pasto, pero sí potencialmente alcanzables por árboles.
- Otro componente del sistema es el conjunto de árboles. Éstos y las plantas herbáceas, se constituyen en los insumos del sistema.

En la Figura 7, las letras A - C representan los componentes y sus interacciones.

El efecto de los árboles se presenta según la especie y la presencia o no de simbiosis efectiva entre el rizobium y el árbol, controlando la entrada de nitrógeno atmosférico. La forma de crecimiento y la densidad de plantación de las arbóreas (así como las podas) controlan las cantidades de precipitación y radiación interceptando las cantidades que llegan a los pastos y al suelo, reflejándose en el potencial de producción del pasto. Las podas y raleos tienen un control sobre la cantidad y calidad de forraje potencialmente disponible para el animal.

La leñosa perenne asociada con gramíneas y sometida a pastoreo debe tener como características la resistencia al pisoteo, la flexibilidad de sus tallos y la capacidad de rebrotar (Libreros, 1992).

El sistema de pastoreo y la biomasa del árbol controlan la cantidad de residuos o detritus al suelo. Finalmente, el árbol desempeña papel importante de protección, dando condiciones de sombra que son favorables para los procesos digestivos, reproductivos y de adaptación de los rumiantes en climas muy cálidos, y abrigo contra el viento en climas fríos y zonas expuestas. La Figura 7 representa las interacciones mencionadas con los números del 1 al 10.

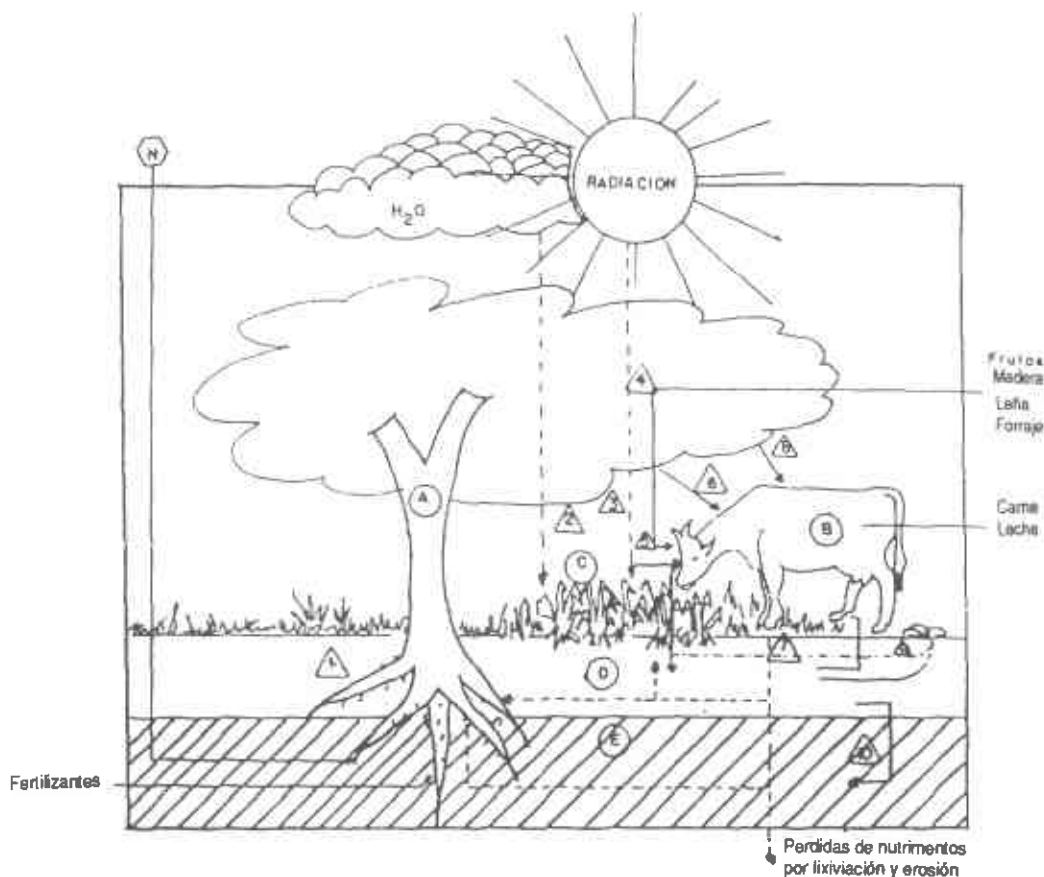


FIGURA 7. Sistemas silvopastoriles: principales interacciones A-E ; Componentes: 1-10: Interacciones (Giraldo, 1996).

Los efectos más importantes de los animales en los sistemas, se relacionan con la carga animal y/o presión de pastoreo, la que se manifiesta sobre la biomasa de la pastura y sobre la compactación del suelo. Cuando los animales tienen acceso directo y los árboles son pequeños, pueden causar su destrucción. En muchos árboles, el pasaje de los frutos por el tracto digestivo incrementa la capacidad germinativa de las semillas y por lo tanto la probabilidad de su diseminación efectiva (Borel, 1987).

Dependiendo de la presión del pastoreo, así es el efecto de los animales sobre la erosión de los suelos, especialmente en pendientes, el que puede ser parcialmente contrarrestado por su eficiente reciclaje de nutrientes, así como el anclaje de los suelos por los árboles. Sin embargo, el continuo descanso y sombreado de los animales bajo los árboles, produce disminución de la cobertura herbácea y causa compactación más acentuada del suelo en estos lugares (Bronstein, 1983).

Es reconocido que la compactación del suelo depende del tipo de animal y de su peso, de la cobertura del suelo y las condiciones físicas del mismo, así como del hábito de crecimiento de las herbáceas (Giraldo, 1994).

Por otro lado, el pisoteo de los animales destruye partes de la planta, que pueden luego ingresar al depósito del suelo como material muerto que es descompuesto para ser incorporado como nutrientes para todo el sistema (Giraldo y Vélez, 1993).

De manera más simplificada y haciendo uso de la simbología de Odum, (1983) se presenta en la Figura 8 un esquema de un sistema de producción silvopastoril, en el que se observan los siguientes elementos:

- Dentro de los componentes bióticos se deben diferenciar a los insumos primarios (pastos, malezas y árboles) y secundarios (animales).
- Los productos o fuentes de salida del sistema son específicos de los componentes, diferenciándose carne, leche, cuero y otros para los animales; y madera, residuos vegetales y otros para los árboles. Si se trata de árboles de uso múltiple, el número de productos adicionales es muy variable.
- Como pérdidas del sistema debe considerarse el calor que disipan tanto las plantas como los animales.
- Las fuentes primarias de producción o entradas del sistema son la energía solar, el agua y los elementos nutritivos que son aprovechables por los componentes bióticos.

- Los insumos de producción son fuentes secundarias de ingresos al sistema, aquí deben ser considerados la mano de obra, alimentación suplementaria, productos veterinarios, fertilizantes, insecticidas y herbicidas que se utilizan en el sistema, su aplicación es bastante específica y se deben analizar para un sistema en descripción. El ingreso de animales al sistema depende del manejo del mismo (compra de animales pequeños para engorde, nacimiento de animales, etc.). El capital regula lógicamente el sistema, ya que él es manejado por el hombre, siendo así un sistema antropogénico.

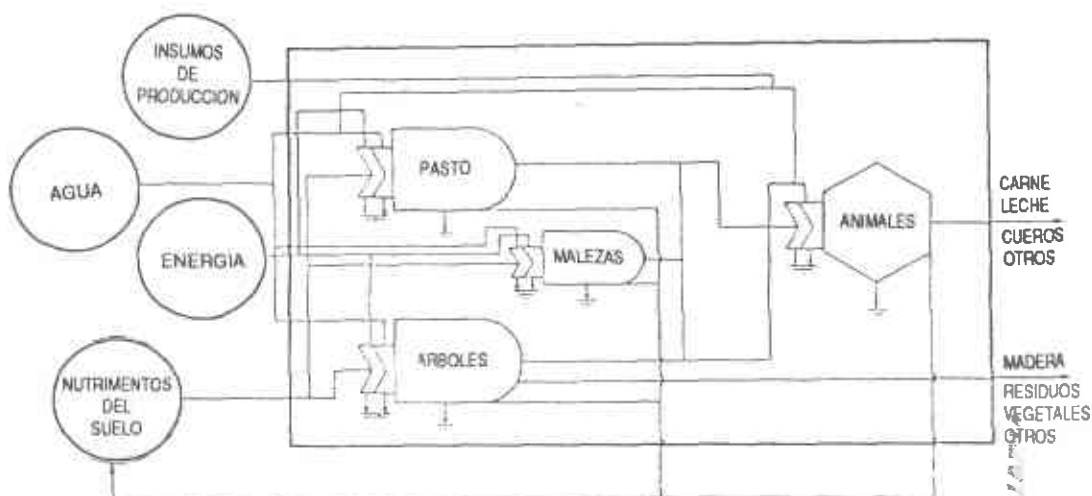


FIGURA 8. Modelo de la materia orgánica de un sistema silvopastoril con los símbolos de Odum (1983)

- En el sistema se observa una serie de transformaciones internas, especialmente del agua y de los elementos nutritivos. El retorno de materia orgánica y elementos nutritivos de los animales depende de su distribución y movilidad en la pradera y de la composición química de las excreciones (heces y orina). Los residuos vegetales (raíces de pasto, malezas y árboles, hojarasca de los árboles) son también importantes en estos ciclos. Con el fin de simplificar, no se han considerado los procesos de ingreso con el agua de lluvia, volatilización, fijación simbiótica de N, erosión, lixiviación de elementos nutritivos, agua, etc.

5. PRODUCTOS Y SERVICIOS DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL

El sistema está basado principalmente en árboles de uso múltiple, los cuales pueden hacer una contribución significativa a las funciones productivas y de servicio de los sistemas de uso de la tierra donde crece. En la Tabla 4 se resume lo anterior. Además, el componente arbóreo debe tener características deseables (Giraldo et al, 1995) como:

- existencia de uno o más productos distintos a la madera;
- permitir el crecimiento de las plantas debajo del dosel;
- tener efectos favorables sobre la conservación de los suelos ;
- capacidad para resistir podas repetidas ;
- y buena habilidad de rebrote.

TABLA 4. Productos y servicios de un sistema silvopastoril

Productos	Servicios
Alimentos (frutos)	protección contra el viento
Madera	sombras
Leña	cercas vivas
Forraje	fijación de nitrógeno
Postes	materia orgánica
Madera para construcción	residuos de cobertura
Tablones	
Estacas	

5. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES

Resumiendo las ventajas que ofrece el sistema los autores Ruiz, (1983); Russo, (1994) y Muñoz, (1995) presentan como de mayor importancia las siguientes:

- Dada la influencia física del componente forestal se reducen las temperaturas extremas, lo que permite un mejor comportamiento de los cultivos y animales, (aunque no necesariamente esto se traduce en mayor productividad animal).
- Se estimula el ciclo de renovación orgánica y fertilización al retornar al suelo hojas, frutos, ramas, rastrojos, heces y orina, y al extraer de los árboles nutrientes que normalmente quedan fuera del alcance del sistema radicular de los pastos. En el caso particular de árboles o arbustos leguminosos es lógico suponer que contribuirán con nitrógeno al suelo, tanto por fijación de nitrógeno (N) atmosférico, como por sus hojas y ramas que caen naturalmente o son podadas.
- El efecto compactante que tiene el ganado sobre el suelo podría estar compensado por el efecto que las raíces de árboles tienen sobre la porosidad, capacidad de infiltración y aireación del suelo. Sin embargo, este punto requiere de comprobación.
- Un factor disuasivo del establecimiento de explotaciones forestales es que los primeros ingresos no ocurren sino hasta los dos años (leña) o a los cuatro años (postes, frutos). Es decir, no es posible obtener ingresos a corto plazo. Se pueden producir ingresos modestos al combinarla con cultivos y/o ganadería, esto mejoraría la rentabilidad inmediata del sistema y lo haría más probable de ser aceptado por el productor de escasos recursos económicos.
- La ganadería permite la utilización y control de pastos y malezas que compiten con el desarrollo de árboles juveniles. En el caso de árboles frutales o palmas, la labor de limpieza que hace el ganado sobre el pastizal, facilita la cosecha de los frutos.
- El pastoreo de la vegetación de cobertura reduce el riesgo de incendios.
- Prácticas de manejo de bosques artificiales, tales como drenajes y fertilización con fósforo, estimulan una mayor producción y mejor calidad de los forrajes.
- Los pequeños productores, con limitaciones de área, pueden llegar a producir bosque y alimentos de origen animal (leche, carne), sin sacrificar el área dedicada a cultivos. Se logra así una diversificación de insumos de mano de obra y la naturaleza de los productos del sistema de finca.
- Además de las ventajas directas ya mencionadas, es necesario citar que los productores pueden obtener beneficios económicos resultantes de la leña, postes, madera y forraje. Los tres últimos son de uso eventual para beneficio del componente ganadero.

- En el caso de asociaciones de ganadería con cultivos, la ventaja principal radica en que entre el 60 y 70% de la biomasa vegetal puede usarse en la alimentación del ganado, sin causar competencia con la alimentación humana.
- La diversificación de las actividades productivas de la finca reduce el riesgo de catástrofes económicas, elemento esencial de los sistemas del pequeño productor.

Por otro lado, también es importante reconocer que hay desventajas inherentes a los sistemas. Las más importantes son:

- En el caso de asociaciones con árboles, éstos compiten por la luz con los cultivos y pastos de estrato inferior y por lo tanto, pueden reducir los rendimientos y calidad de las plantas.
- También hay competencia por el agua. En el caso de las lluvias marginales esta competencia puede hacer imposible el uso de cultivos.
- La velocidad de caída de las gotas de agua (y el tamaño de éstas) de las copas a las plantas del estrato inferior, puede causar daño a las flores y frutos de éstas. Este problema se reduce al usar algún cultivo de altura intermedia.
- Prácticas como cosechas mecanizadas de cultivos, henificación o ensilajes se ven dificultados por la interferencia de los árboles a menos que la plantación de éstos se planifique teniendo estos fines en mente, ya sea usando líneas simples o franjas.
- Los sistemas agrosilvopastoriles al no ser extraños al pequeño productor podrían ser considerados como sistemas de la gente pobre y así no ser aceptables en un ámbito más amplio. Además, los intentos para mejorarlos pueden interpretarse como la búsqueda de medios para mantener el "status" de pobreza o subsistencia del pequeño productor.
- El grado de desconocimiento de técnicas agrosilvopastoriles y la falta de personal entrenado hace que el avance previsto se vea disminuido por escasez de recursos y por la complejidad del tema. La experimentación formal de estas combinaciones es compleja, no sólo desde el punto de vista práctico, sino también desde el biométrico y requiere de un compromiso a largo plazo que pocas instituciones están dispuestas a asumir.

7. CONCLUSIONES

Como respuesta al alto grado de deforestación asociado a los sistemas de producción tradicionales y mejorados en lo que respecta al manejo de praderas, varios estudios han reportado un alto nivel de degradación de los recursos naturales que se traduce en pérdidas de diversidad en especies vegetales, animales, fauna y flora silvestre en la región de la Orinoquia. La introducción del componente arbóreo (sistemas agrosilvopastoriles) se presenta como una alternativa integral que contribuye a la solución de las limitantes en la producción de carne y leche, en la medida en que se mejora la oferta de forraje de mayor calidad y en épocas críticas como el verano, reduce sustancialmente el estrés calórico en los animales, favoreciendo el consumo y mejorando la productividad, permite el mejoramiento de las características del suelo, y su conservación que se traduce en mayor sostenibilidad en los sistemas de producción prevalentes.

Como se ha manifestado los sistemas silvopastoriles (ssp) representan una posibilidad para mejorar la productividad y estabilidad de los sistemas de uso de finca. Sin embargo, el aporte de los diferentes árboles y arbustos a los sistemas prevalentes no ha sido cuantificados en nuestro medio.

Como resultado de esta revisión es necesario identificar y diseñar sistemas silvopastoriles de acuerdo al entorno social, económico y evaluarlos a nivel de fincas localizadas en áreas representativas de los diferentes ecosistemas de la Altillanura Colombiana.

Los sistemas silvopastoriles son la alternativa más viable de uso de la tierra ya que se aprovecha en el tiempo y en el espacio la potencialidad del suelo.

8. BIBLIOGRAFIA

1. **Borel, R.** 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali. 24p.
2. **Brostein, G.** 1983. Los árboles en la producción de pastos, revisión bibliográfica Turrialba, Costa Rica, CATIE. 8p.

3. **Camino de Ronnie.** 1994. Agroforestería y desarrollo sostenible. En : Agroforestería en las Américas. Año 1 No. 2, abril - junio 1994. 4p.
4. **Departamento Nacional de Planeación de Colombia.** 1991. Una política Ambiental para Colombia, Documento DNP - 2544, Depac. pp. 1-16, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
5. **Fassbender, H. W.** 1987. Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica. Serie de Materiales de enseñanza No. 29 475.
6. **Fassbender, H. W.** 1993, Modelos Edafológicos de Sistemas Agroforestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica.
7. **Giraldo, L.A. y Velez, G.** 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. Industria & Producción Agropecuaria. AZOODEA. Medellín, Vol. 1 (3): pp 27 - 31.
8. **Giraldo, L.A.** 1994a. Manejo y utilización sostenible de pasturas. 3ª. Edición. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. P. 323.
9. **Giraldo, L.A. y Velez, G.** 1996a. Efectos de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema Silvopastoril Natural. En : Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles Casos Exitosos y su Potencial en Colombia. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Martha: noviembre 27 - 29 / diciembre de 1995. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. pp. 57 - 72.
10. **Giraldo, L.A.** 1996. El potencial de los sistemas Silvopastoriles para la Ganadería Sostenible. En : Memorias del Curso Pasturas Tropicales. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Medellín pp. 141 - 172.
11. **Guy Parent.** 1989. Guía de reforestación Corporación de defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB. pp.40
12. **Marlasts, R. M.** 1996. **Dinegri G; Ansin D.E.; Lanfranco S.W.** 1995. Sistemas silvopastoriles: Estimación de beneficios directos comparados con monocultores en la Pampa Ondulada, Argentina En : Agroforestería en las Américas. Año 2 No. 8, Octubre - Diciembre 1995. p. 20.

13. **Muñoz, G. ; Jorge Benavidez.** 1995. Dieciséis años de experiencias Silvopastoriles en América Central. En : Agroforestería en las Américas. Año 2 No. 8, Octubre - Diciembre 1995. p. 20.

14. **Murgueitio, R. Y Preston, T.** 1993. Los sistemas sostenibles de producción como respuesta a la crisis de la producción pecuaria tropical. Serie de trabajos y conferencias No. 6, centro para la investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria CIPAV.

15. **Roncallo, B. Navas, A. y Garibello, A.** 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la altillanura de rumiantes. En: memorias del II seminario internacional sobre sistemas silvopastoriles: Alternativa en la ganadería. Valledupar, Neiva, Villavicencio: 2 - 6 diciembre de 1996. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Villavicencio. p. 15.

16. **Ruiz, M.E.** 1993. Avances en la investigación de sistemas silvopastoriles. Turrialba. En: Curso corto intensivo prácticas agroforestales con énfasis en la medición y evaluación de parámetros biológicos y socioeconómicos. Turrialba, C.R. CATIE. p. 36.

17. **Russo, R.G.** 1994. Los Sistemas Agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. En : Agroforestería en las Américas. Año 1 No. 2. Abril - Junio 1994. pp. 10-13.

18. **Sánchez, H. M.** 1995. Especies arbóreas potenciales, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA Regional 9. Manizales, septiembre de 1991; p. 31.

19. **Simón, L.** 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo En : Memorias del II Seminario Internacional, sistemas silvopastoriles: Alternativa en la Ganadería. Villavicencio, diciembre 6 de 1996, p. 12.

20. **Solano, A. R.** 1994. La Ganadería ¿Actividad destructora del medio ambiente? En : Agroforestería en las Américas. Año 1 No. 3, julio - septiembre 1994, p. 4.

21. **Torres, F.** 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas agrosilvopastoriles. CATIE - INFORRAT. Turrialba, Costa Rica. p. 46.

22. **Young, A.** 1989. Agroforestry for soil conservation. CAB - INTERNATIONAL ICRAF. S. ciencia and Practice of Agroforestry No. 4. p. 276.