Reg 56712

# Capítulo 1

# Ganadería y Medio Ambiente en América Latina

**Enrique Murgueitio Restrepo**[1]
**Muhammad Ibrahim**[2]

[1] Director Ejecutivo de la Fundación CIPAV. Cali, Colombia. enriquem@cipav.org.co
[2] Director del Grupo Ganadería y Medio Ambiente - GAMA. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. mibrahim@catie.ac.cr

## Introducción

Los animales domésticos que hoy ocupan la mayor proporción de las poblaciones pecuarias de América llegaron en las naves de los españoles desde el segundo viaje de Cristóbal Colón hace cinco siglos a las islas del Caribe y de ahí fueron trasladadas al continente, a través de las distintas expediciones de conquista (Pinzón 1984).

La ganadería se inició en América aprovechando los ecosistemas de sabanas naturales presentes en varias regiones del Caribe, la Orinoquia y la pampa argentina. Poco a poco avanzaría acompañando los desmontes de los bosques de los ecosistemas secos y húmedos así como las laderas de las montañas y los altiplanos. Los conquistadores realizaron algo similar durante la conquista y colonización de la Mata Atlántica de Brasil. Con el tiempo estos animales de pastoreo fueron determinantes para consolidar el modelo político y económico de control del territorio a través de la propiedad privada, que luego pasó de las colonias ibéricas a las repúblicas y perdura hasta nuestros días de diferentes maneras (Murgueitio 2003).

**Foto 1.1**

Faena de arreo de ganado en el departamento del Casanare. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

El uso del fuego se aplicó como estrategia de manejo para repeler la sucesión vegetal y también como herramienta de transformación de bosques nativos. Para la transformación de millones de hectáreas fue definitiva la difusión de gramíneas africanas como el puntero *Hyparrhenia rufa*, gordura o yaraguá *Melinis minutiflora* y la india o guinea *Panicum maximum* por su agresividad, tolerancia al fuego y la capacidad de producir semillas de fácil multiplicación en grandes cantidades (Parsons 1972) a partir de finales del siglo XIX.

La ganadería basada en pastoreo ha realizado el mayor cambio en los paisajes rurales hasta llegar a una escala continental y debe reconocerse como un proceso de enormes repercusiones ambientales y sociales (Bennett & Hoffmann 1992).

En América tropical el mayor uso de la tierra de los agroecosistemas en la actualidad se encuentra en pasturas, llegando en algunos países a ocupar entre el 60% y el 80% del área territorial total. El incremento de esta actividad se ha realizado en la mayor parte de los casos sobre la reducción de ecosistemas naturales especialmente bosques tropicales y de montaña y en menor proporción de humedales y zonas costeras.

**Foto 1.2**

Quema de bosques para el establecimiento de pasturas. Barriales, Provincia de Darién, Panamá. Foto: Víctor Galindo, archivo CIPAV

**Foto 1.3**

Erosión producida por el ganado en áreas con poca cobertura vegetal y de alta pendiente, no aptas para la ganadería. Foto: David Fajardo, archivo CIPAV.

La elevada tasa de deforestación en los países tropicales tiene efectos locales como la degradación de los suelos y la pérdida de su productividad y a escala regional genera pérdida en la capacidad de regulación hídrica y contaminación de los principales ríos. En el contexto global el mayor impacto se encuentra en la pérdida de biodiversidad al perderse o reducirse los ecosistemas de bosque del neotrópico caracterizados por su alta riqueza de especies de flora y de fauna. También el cambio de uso de la tierra hacia pasturas contribuye con emisiones de $CO_2$ y otros gases ($CH_4$, $N_2O$) hacia la atmósfera.

Durante los últimos años gran parte del área boscosa fue deforestada para promover la ganadería extensiva en América Latina (Kaimowitz 2001). Por ejemplo en Colombia entre 1960 y 1995 los bosques naturales y otros usos se redujeron de 94,6 a 72,4 millones de hectáreas, mientras la ganadería se incrementó de 14,6 a 35,5 millones de hectáreas (IAvH 1998) y es posible que en los últimos años esta cifra llegue a 40 millones de hectáreas. En América Central en la actualidad el área en pasturas representa un 46% del total (18,4 millones de hectáreas), siendo uno de los más importantes usos de la tierra (Szott *et al.* 2000).

Pese a que el área de pasturas en América tropical sigue en incremento, la producción de carne y leche de bovinos, la especie que más se utiliza en la región, evidencia un bajo crecimiento de productividad, expresado en baja carga animal, bajos índices de producción por animal (litros de leche o kilogramos de carne) y por hectárea, reducida contribución a la capitalización y al empleo rural.

En vastas regiones la ganadería se practica en suelos inapropiados, lo que promueve la degradación ambiental como en las regiones de trópico húmedo bajo (selva amazónica y otros) y en las regiones de montañas (andes del norte y laderas de América Central). La capacidad de carga de las pasturas ha disminuido, debido a que una alta proporción (>40%) están degradadas por el manejo inadecuado y las especies inapropiadas (Szott *et al.* 2000).

Sin embargo, la ganadería puede incrementar significativamente sus contribuciones económicas y sociales y los sistemas silvopastoriles (SSP) son fundamentales para el proceso de cambio. Estos pueden tener, además de la actividad pecuaria, otros usos complementarios como son la producción de madera y frutos; la contribución a un microclima más benigno, la oferta de hábitat para la fauna silvestre, la regulación hídrica en cuencas hidrográficas y una mayor belleza del paisaje.

## Sistemas silvopastoriles en el trópico de América

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de la agroforestería en la que se combinan en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios.

En América Latina y con mayor énfasis en la región neotropical la llamada agroforestería pecuaria, de la que hacen parte los SSP, ha despertado gran interés en los

últimos años debido a las múltiples opciones existentes para combinar arreglos en el espacio y el tiempo (Sánchez *et al.* 2003).

**Foto 1.4**

Garcita del ganado *Bubulcus ibis*. Foto: David Fajardo, archivo CIPAV

**Foto 1.5**

Sistema silvopastoril, con árboles dispersos en potrero. Costa Caribe de Colombia. Foto: Víctor Riascos, archivo CIPAV

Se empieza a demostrar que es viable la agregación de valores económicos y sociales al reconvertir la ganadería bajo SSP y ordenamiento del territorio de tal manera que se generan externalidades ambientales positivas que deben ser reconocidas por la sociedad. Así, el pago por servicios ambientales se puede convertir en una herramienta poderosa para mitigar los procesos negativos asociados a la ganadería en la región de América Tropical y los SSP están llamados a ser la primera línea de este cambio cultural (Murgueitio *et al.* 2003, Beer *et al.* 2003).

## Arborización de áreas de pastoreo

Las fincas ganaderas presentan árboles dispersos en potreros que ofrecen sombra y alimentos para los animales y generan ingresos por madera o frutas. Algunos de estos son remanentes de los bosques originales antes de la deforestación, otros sembrados por los productores y la mayoría ha crecido a partir de la sucesión vegetal natural o por la dispersión que hacen el ganado y los animales silvestres.

El manejo de la sucesión vegetal en áreas pastoriles se hace mediante la abolición de formas indiscriminadas de eliminar las plantas que aparecen como invasoras de las praderas como quemas, deshierbas mecánicas y aplicación generalizada de herbicidas; luego la vegetación nativa y los animales (varias especies son diseminadas por el ganado después de ser consumidas) contribuyen eficazmente a consolidar el sistema. La primera etapa puede durar entre dos y cinco años, lo que depende de las condiciones de humedad, suelos, bancos de semillas y proximidad a bosques nativos. Se realizan podas selectivas y entresacas de madera hasta conformar de dos a tres estratos de vegetación compatibles con los pastos.

**Foto 1.6**

Manejo de potreros con árboles maderables dispersos. Suroeste antioqueño. Foto: César Cuartas, archivo CIPAV

Estudios recientes en zonas ganaderas de América Central demuestran que los productores mantienen entre el 88% hasta el 100% de árboles dispersos en los potreros (Harvey & Haver 1999, Souza de Abreu *et al.* 2000) con una riqueza de especies nada despreciable que puede llegar hasta las cien especies diferentes (Esquivel *et al.* 2004).

En la zona del trópico seco del Pacífico de Costa Rica las especies más abundantes y frecuentes son el roble de sabana *Tabebuia rosea*, el guácimo *Guazuma ulmifolia*, el nogal cafetero o laurel *Cordia alliodora* y el coyol *Acrocomia vinifera* (Esquivel *et al.* 2004).

El samán, genízaro o campano *Albizia (Pithecellobium, Samanea) saman*, y el guanacaste u orejero *Enterolobium cyclocarpum* son registrados en Costa Rica, Nicaragua, Colombia y Venezuela como árboles dispersos en potreros de mayor amplitud de copa y aceptados por los ganaderos para el sombrío de los animales, aunque también sus frutos son ávidamente consumidos en épocas de sequía (Viera & Barrios 1997, Escalante 2003, Roncallo *et al.* 2003, Esquivel *et al.* 2004).

En la regiones del Caribe de Colombia y Venezuela y valles de interior de varios países suramericanos son comunes todavía en sistemas ganaderos, grandes árboles como la ceiba *Ceiba pentandra* y frutales tropicales naturalizados como el mango *Mangifera indica* que ofrece abundantes frutos a la gente, así como a los animales domésticos y silvestres (Murgueitio & Ibrahim 2001).

**Foto 1.7**

Sistema silvopastoril con mango *Manguifera indica*. Apatzingan, Michoacán, México. Foto: Enrique Murgueitio R., archivo CIPAV.

Los árboles dispersos en potreros ofrecen recursos, hábitats y refugio para la vida silvestre y ayudan a conservar los suelos. En algunos casos se ha demostrado que favorecen la conservación de varias especies nativas y relictuales de bosques nativos y si tienen una distribución en todo el paisaje pueden incrementar la conectividad (Harvey & Haber 1999).

Es probable que en los próximos años esta práctica silvopastoril sea multiplicada por muchos productores porque tiene la más baja inversión financiera frente a otras opciones.

Además de la reducción de costos de mantenimiento y fertilizantes, el ganadero obtiene productos como postes, madera, varas delgadas, leña; el ganado consume frutos y follajes y en la localidad, se reduce la erosión y la fauna silvestre encuentra nuevas oportunidades de hábitat y lugares para su reproducción.

Por su distribución tan amplia y la asociación directa con los sistemas ganaderos se destaca el árbol de guayabo *Psidium guajava*, que produce una de las frutas neotropicales con mayores contenidos de vitamina C y minerales. Aunque al momento de la conquista española ya estaba ampliamente distribuida en América tropical (Patiño 2002), la ganadería bovina facilitó su expansión hacia diferentes ecosistemas del continente porque es consumida tanto por los animales domésticos como por los silvestres, especialmente las aves. En América equinoccial los árboles de guayaba crecen desde el nivel del mar hasta los 2100 msnm en suelos variados y climas con precipitaciones pluviales anuales entre 800 y 6000 mm.

La dispersión de la guayaba en pastizales se realiza principalmente a través del estiércol bovino y se han hecho varias investigaciones que permiten manejar esta asociación que tiene rangos de densidad entre 10 hasta 350 árboles por hectárea, de tal manera que pueda producir mayor volumen de frutas, más cantidad de madera para postes y otros usos locales sin detrimento de la actividad pecuaria. También se ha comprobado el efecto benéfico de la guayaba como catalizador de la sucesión vegetal en potreros (Calle 2003, Moreno & Latorre 1999, Somarriba 1986).

Otro árbol multipropósito muy importante para SSP con manejo de la sucesión vegetal es el género *Crescentia* de la familia BIGNONIACEAE. Se reconocen seis especies de las cuales las más difundidas son *Crescentia cujete* en América del Sur y *Crescentia alata* en América Central. El totumo, jícaro, cirián, tapara o güira ("Calabash Tree") es nativo de América tropical y actualmente se encuentra en Latinoamérica desde México hasta Argentina, incluyendo las islas del Caribe. También ha sido introducido en África y Asia (Gentry 1980).

**Foto 1.8**

Frutos de jícaro o cirián *Crescentia alata*, en Rivas, Nicaragua. Foto: Enrique Murgueitio R., archivo CIPAV.

**Foto 1.9**

Totumo *Crescentia cujete*. Reserva Natural Pozo Verde, Jamundí, Valle del Cauca. Foto: Zoraida Calle, archivo CIPAV

Se considera de gran importancia en el trópico seco y en regiones con tendencia a la desertización por su resistencia a la sequía, aunque también tolera sitios húmedos. Es aceptado además por su adaptación a una gama amplia de suelos desde fértiles a pobres y compactados, así como a la habilidad de crecer en condiciones tanto heliófilas como de sombra abundante. En América ecuatorial el rango de adaptación altitudinal oscila entre el nivel del mar hasta los 1400 msnm.

Aunque el follaje es escaso, el mayor producto útil es su fruto que varía de redondo hasta alargado con tamaños entre 4 hasta 25 centímetros de diámetro (Arango 2004, comunicación personal) y pesos por fruto entre 423 y 1500 gramos. La producción de frutos es variable pero alta oscilando entre 27 a 92 frutos por árbol por año y 16,2 hasta 81,2 kg por árbol por año (Roncallo *et al.* 1996).

La aceptabilidad cultural del pericarpio seco es muy alta en todos los países ya que se emplea como recipiente para todo tipo de utensilios caseros, instrumentos musicales y artesanías variadas. Las semillas son utilizadas en Nicaragua y otros países centroamericanos para alimentación humana y a la pulpa se le atribuyen principios curativos, razón por la cual se utiliza en medicina tradicional y como ingrediente de productos comerciales como jarabes para la tos.

En producción pecuaria, las semillas y la pulpa con un contenido medio de proteína cruda, azúcares y minerales, son utilizadas ampliamente para alimentación de todo tipo de animales domésticos como bovinos, caprinos, ovinos, aves de corral y peces.

Se destaca la capacidad de regeneración natural cuando los frutos son consumidos por el ganado quien escarifica las semillas en el tracto digestivo. Estas germinan en las excretas dando origen a nuevas plantas que crecen en medio de los pastizales y toleran el pisoteo, el ramoneo de los animales y aun el fuego frecuente en las épocas de sequía. En las regiones del pacífico de Nicaragua y caribe de Colombia y Venezuela hay experiencias exitosas y crecientes de sistemas silvopastoriles basados en *Crescentia alata* en el primer caso y *Crescentia cujete* en el segundo.

Si bien las especies de este género se pueden multiplicar en forma asexual (esquejes), los productores están multiplicando plántulas a partir de semilla para tener árboles con una raíz principal profunda lo que les permite obtener agua y nutrientes en lugares profundos del suelo. En la Tabla 1 se describen las seis especies del género *Crescentia* y su distribución en diferentes países de América tropical.

**Tabla 1.** Especies del género *Crescentia* (totumos, taparas, jícaros), familia BIGNONIACEAE y su distribución en América tropical.

| Especie | Distribución por países |
|---|---|
| *Crescentia alata* Kunth | México, Honduras, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica |
| *Crescentia amazonica* Ducke | Venezuela, Brasil, Perú, Colombia |
| *Crescentia cujete* L. | Venezuela, Colombia, Brasil, Ecuador, Perú, Bolivia, Panamá, México, Honduras |
| *Crescentia linearifolia* Miers | Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Belice, Cuba, Puerto Rico, Belice, República Dominicana, Haití |
| *Crescentia mirabilis* Ekman ex Urb. | Cuba |
| *Crescentia portoricensis* Britton | Puerto Rico |

Fuente: Arango 2004.

Otro grupo más numeroso de especies arbóreas y arbustivas presentes en la sucesión vegetal de áreas de pastoreo son investigadas o utilizadas por los productores en la actualidad en varios países de la región, como en los bosques secos del sureste de Brasil (Minas Gerais) donde se estudia la regeneración de pastizales con especies de árboles nativos como la bolsa de pastor *Zeyhera tuberculosa* y la aroeira *Myracrodruon urundeuva* con resultados alentadores en los parámetros químicos del suelo, comparado con el monocultivo de pasto *Brachiaria brizantha* (Viana *et al.* 2002). Pero la sucesión vegetal en sistemas ganaderos tiene aspectos negativos que se han estudiado muy poco. Por ejemplo, el incremento de hábitats con vegetación arbórea y arbustiva en la matriz del paisaje puede incrementar la presencia de especies no deseables para los ganaderos como los vampiros, las larvas de moscas de la piel (*Dermatobia - Haematobia*) y los ofidios venenosos. También los productores en varias regiones de trópicos bajos denuncian la presencia de plantas tóxicas para animales que deben combatir.

El mismo proceso de la vegetación puede continuar con el tiempo avanzando hacia una estructura y composición forestal sobre los pastizales, algo que la mayoría de los productores no está dispuesto a dejar que suceda, razón por la cual se hace necesario incrementar las investigaciones futuras para determinar estados óptimos de combinación entre vegetación y praderas y evitar las interacciones negativas sobre pastos por exceso de sombra y fenómenos de alelopatía en algunas plantas.

En la Tabla 2 se presentan algunos ejemplos de árboles nativos o introducidos de crecimiento espontáneo aprovechados en sistemas ganaderos en diferentes ecorregiones de América tropical.

## Cercas vivas

La demanda por madera para las cercas ganaderas es una de las mayores presiones sobre los relictos bosques nativos en paisajes rurales con predominio de pastizales en América tropical. La costumbre de establecer encerramientos para animales con alambre demanda entre 250 y 500 estacones o postes de madera por kilómetro (longitudes entre 1,80 - 2,50 metros para cada poste). La duración de los mismos y su consecuente reposición están determinadas por factores climáticos, edáficos y por el tipo de madera empleada.

**Tabla 2.** Algunos árboles para ganadería con sucesión vegetal en ecorregiones de América tropical.

| Género, especie y familia | Semiárido | Trópico seco (incluye áreas en islas del Caribe) | Tópico húmedo (incluye áreas en islas del Caribe) | Montañas bajas (500-1500 msnm) | Alta montaña (1500 - 4000 o más msnm) |
|---|---|---|---|---|---|
| *Albizia (Samanea, Pithecellobium)* MIMOSACEAE | *Pithecellobium unguis-cati* | *Albizia caribea, Albizia lebbeck, Samanea saman, Pithecellobium dulce* | *Pithecellobium longifolium* | *Pithecellobium longifolium, Pithecellobium dulce* | |
| *Caesalpinia y Acacia* MIMOSACEAE | *Caesalpinia sclerocarpa, Caesalpinia coriaria, Acacia farnesiana, Acacia pennatula, Acacia cochliacantha** | *Caesalpinia platyloba, Acacia farnesiana, Acacia pennatula* | *Caesalpinia ebano, Caesalpinia platyloba, Acacia mangium* | *Acacia farnesiana, Acacia mangium* | *Acacia melanoxylon, Acacia decurrens, Acacia farnesiana* |
| *Calliandra* MIMOSACEAE | | *Calliandra carbonaria* | *Calliandra pittieri, Calliandra carbonaria* | *Calliandra calothyrsus, Calliandra pittieri, Calliandra carbonaria* | |
| *Cassia (Senna)* FABACEAE | *Senna atomaria* | *Senna spectabilis, Cassia grandis* | *Senna grandis, Cassia moschata* | *Senna spectabilis, Senna siamea, Cassia grandis* | *Senna viarum, Senna pistaciifolia* |
| *Cordia* BORAGINACEAE | *Cordia elaeagnoides* | *Cordia alliodora, Cordia dentata, Cordia dodecandra, Cordia elaeagnoides* | *Cordia alliodora, Cordia gerascanthus,* | *Cordia alliodora, Cordia gerascanthus* | |
| *Croton* EUPHORBIACEAE | *Croton repens* | | | *Croton cupreatus, Croton funckinanus* | *Croton magdalenensis, Croton funckinanus* |
| *Guazuma* STERCULIACEAE | | *Guazuma ulmifolia* | | *Guazuma ulmifolia* | |
| *Inga* MIMOSACEAE | | *Inga edulis, Inga densiflora, Inga marginata* | *Inga edulis, Inga densiflora, Inga sapindoides* | *Inga edulis, Inga densiflora* | *Inga sierrae, Inga archeri* |
| *Maclura* MORACEAE | | *Maclura tinctorea* | *Maclura tinctorea* | *Maclura tinctorea* | |
| *Psidium* MYRTACEAE | | *Psidium guajaba, Psidium cinerum* | *Psidium guajaba* | *Psidium guajaba* | *Psidium guajaba* |
| *Prosopis* MIMOSACEAE | *Prosopis juliflora Prosopis tamarugo, Prosopis laevigata* | *Prosopis juliflora, Prosopis laevigata* | | | |
| *Tabebuia y Tecoma* BIGNONIACEAE | *Tecoma stans* | *Tabebuia rosea, Tabebuia chrysantha, Tabebuia ochracea* | *Tabebuia rosea, Tabebuia Serratifolia, Tabebuia Alba* | *Tabebuia rosea* | *Tecoma stans* |

* Sinónimo *Vachellia campechiana*.

Fuente: Los autores a partir de varios trabajos.

Las cercas vivas son aquellas que utilizan árboles y arbustos en reemplazo de la madera y están adaptadas a altas densidades entre plantas y a podas frecuentes. Este sistema agroforestal, originado en la necesidad de delimitar las propiedades, tiene mayor relevancia económica y ecológica, porque su establecimiento significa un ahorro entre 54% y 100% con respecto al costo de las cercas convencionales y constituye una forma de reducir la presión sobre el bosque para la obtención de postes y leña, además de que representa una forma de introducir árboles en los potreros (Galindo & Murgueitio 2003).

**Foto 1.10**

Cerca viva de matarratón *Gliricidia sepium* en la reserva natural El Hatico, municipio de El Cerrito. Valle del Cauca. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

**Foto 1.11**

Cerco vivo multiestrato en el Valle de Apatzingán, Michoacán, México. Foto: Enrique Murgueitio R., archivo CIPAV.

Los beneficios de estos cercos están suficientemente enumerados, reconocidos y estudiados en América Central. La siembra de leñosas perennes como postes para la delimitación de potreros o propiedades es una práctica tradicional en esta región (Budowski 1987).

Como elementos lineales del paisaje, las cercas vivas generan hábitats y refugio para la vida silvestre y con el tiempo se convierten en corredores biológicos si utilizan varias especies nativas que conecten fragmentos de bosques aislados por potreros. Mientras mayores sean la amplitud, la complejidad estructural y la diversidad de especies en setos y cercas vivas, más importante será su contribución a la biodiversidad local (Murgueitio & Calle 1999). Así lo demostró el trabajo realizado en la Orinoquia en cercas vivas crecidas a partir de la sucesión vegetal en diferentes edades (3 hasta > 30 años) que registra 39 especies de aves versus 4 en el pastizal de *Brachiaria decumbens* (el total de la comunidad fue 106 especies en una zona que incluye bosques y cultivos frutales); así como reptiles (saurios) con 6 especies y 162 individuos observados en las cercas vivas versus cero registrado en los pastizales (Molano *et al.* 2003).

## Sistemas silvopastoriles de alta densidad arbórea: silvopastoriles intensivos

Son SSP modernos originados en la investigación científica, de carácter intensivo. Se realizan con altas densidades de arbustos forrajeros (5000 a > 10.000 $ha^{-1}$) asociados a pastos mejorados de alta producción de biomasa con modelos de pastoreo rotacional intensivo con cercas eléctricas. Pueden asociar o no árboles maderables, frutales y leguminosas rastreras. La *Leucaena leucocephala* por su calidad nutricional, fijación de nitrógeno, crecimiento, tolerancia moderada a la sequía, adaptación al ramoneo es la especie utilizada con mayor éxito en SSP intensivos en las regiones tropicales y subtropicales (Shelton 1996).

En Cuba este sistema alcanzaba hace 10 años las 17.000 hectáreas sembradas (Martín *et al.* 2000). Al igual que en otros países de América como Venezuela (Clavero 1998) en Colombia esta especie se está utilizando en forma creciente en SSP.

**Foto 1.12**

Sistema silvopastoril intensivo con leucaena *Leucaena leucocephala*. Hacienda El Porvenir. Codazzi, Cesar. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

**Foto 1.13**

Semilla y rebrote de Leucaena. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

Para sistemas de pastoreo rotacional con alta densidad de árboles (10.000 $ha^{-1}$) en el Valle del Cauca, Colombia se han alcanzado cargas animales permanentes $ha^{-1}$ $año^{-1}$ sin fertilizantes sintéticos (Molina & Uribe 2002).

En la Tabla 3 se evidencian las ventajas del SSP intensivo basado en *Leucaena leucocephala* y pasto estrella comparado con el monocultivo del mismo pasto fertilizado con nitrógeno en suelos planos, profundos y fértiles en variables como oferta de materia seca, proteína cruda, energía metabolizable, calcio y fósforo para vacas de lechería tropical. En todos los parámetros el sistema silvopastoril es mejor y se destaca el aporte mayor de proteína y calcio, dos elementos fundamentales en la producción láctea con incrementos adicionales de 64% y 142% respectivamente.

**Tabla 3.** Oferta y calidad de la biomasa forrajera de un SSP intensivo comparado con monocultivo de pasto fertilizado con nitrógeno.

| Variable | Monocultivo *Cynodon plectostachyus* + 184 kg $N_2$ $ha^{-1}$ $año^{-1}$ | SSP Leucaena 10.000 $ha^{-1}$ + *Cynodon plectostachyus* 0 kg $N_2$ |
|---|---|---|
| Biomasa Ton MS $ha^{-1}año^{-1}$ | 23,2 | 29,5 (+27,15%) |
| Proteína Cruda Ton MS $ha^{-1}$ $año^{-1}$ | 2,5 | 4,10 (+64%) |
| Energía Metabolizable Mcal $ha^{-1}$ $año^{-1}$ | 56.876 | 70.222 (+23,46%) |
| Calcio Kg $ha^{-1}año^{-1}$ | 83,2 | 142,32 (+71,05%) |
| Fósforo Kg $ha^{-1}año^{-1}$ | 74,0 | 88,81 (+20,01%) |

Fuente: Molina & Uribe 2002.

La mayor producción con menor costo lograda por la fijación de nitrógeno y la transformación de energía solar en biomasa vegetal, tiene como otro atributo adicional la mayor riqueza de especies de avifauna nativa (46 especies versus 19 en los cultivos agroindustriales de azúcar vecinos) y una reducción en el consumo de agua

para riego en 25%. Todo esto ha permitido a varias empresas acceder a la certificación de la leche de sus hatos como producción limpia (Molina & Uribe 2002).

Para regiones con problemas de acidez y sequías fuertes, existen avances del CIAT con *Cratylia argentea* (Lascano 1996, Argel & Lascano 1999), para laderas con problemas similares con *Tithonia diversifolia* (Ríos 1999) y en regiones sub-húmedas con un período seco fuerte se ha investigado *Albizia lebbeck* con resultados promisorios (Simón 1996, Hernández *et al.* 1999).

En zonas montañosas con pasturas degradadas de *Melinis minutiflora* en el estado de Minas Gerais (Brasil), el establecimiento de árboles de *Eucalyptus grandis, Acacia mangium, Mimosa artemisiana, Acacia angustissima* y leucaena híbrida (*Leucaena leucocephala x Leucaena diversifolia*) en densidades de 68-100 árboles $ha^{-1}$ con pasturas mejoradas de *Brachiaria decumbens* evidencian resultados alentadores en términos de recuperación de los suelos y producción de biomasa forrajera para ganado lechero (Carvalho *et al.* 2002). También en los andes del norte (>2000 msnm) donde el pasto kikuyo es la base de sistemas lecheros de mediana a alta intensidad, la asociación con aliso *Alnus acuminata* (Murgueitio & Calle 1999) y acacia negra *Acacia decurrens* (Giraldo & Galindo 2003) se muestran promisorias.

**Foto 1.14**

Sistema silvopastoril con aliso *Alnus acuminata*, botón de oro *Tithonia diversifolia* y pasto *Pennisetum clandestinum*. Finca Cien Años de Soledad. Rionegro, Antioquia. Foto: Enrique Murgueitio R., archivo CIPAV.

## Multiplicación de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles deben ser estudiados y promovidos por sus aportes económicos y ecológicos. El reciente desarrollo de los servicios ambientales en el ámbito internacional y en las zonas densamente pobladas de América latina están generando nuevas oportunidades para la reconversión ganadera dado que esta ocupa buena parte de los agroecosistemas. Por fortuna en la región los investigadores avanzan demostrando que los sistemas discutidos en este trabajo

generan externalidades ambientales positivas cuantificables como la captura de dióxido de carbono atmosférico, la protección del suelo y la regulación hídrica (Beer *et al.* 2003).

**Foto 1.15**

Siembra mecanizada de leucaena para el establecimiento de SSP intensivos. Hacienda El Porvenir, municipio de Codazzi, Cesar. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

**Foto 1.16**

Visita a experiencias en sistemas silvopastoriles en Colombia. Fundación Produce Michoacán, México. Foto: César Cuartas, archivo CIPAV.

La multiplicación masiva de los sistemas silvopastoriles dependerá en el futuro inmediato de procesos amplios de capacitación, transferencia tecnológica e inversión de capital que debe ser aportado por la propia comunidad de productores y de la sociedad beneficiaria de los servicios ambientales (local, regional e internacional). El desarrollo de pagos por estos servicios puede actuar en forma diferencial para estimular la inversión y el mantenimiento en la medida que el flujo financiero es deficiente o los productores y empresarios carezcan del capital necesario.

**Foto 1.17**

Manejo de viveros de árboles nativos realizado por niños y jóvenes. Grupo Herederos del Planeta, vereda Bellavista, municipio de El Dovio. Foto: Carlos Pineda, archivo CIPAV.

## Referencias


Argel P. & C. Lascano. 1999. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *En*: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. M. Sánchez & M. Rosales (eds.) Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 143. Roma, Italia. pp. 259-275.

Beer J. Harvey C., Ibrahim M.,Harmand J. M., Somarraba E. & F. Jiménez. 2003. Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. Agroforestería de las Américas 10 (37-38): 80-87.

Bennett D. & R. Hoffmann. 1992. La ganadería en el nuevo mundo. *En*: Semillas de Cambio. H. Viola & C. Margolis (eds.). Instituto Smithsonian, Washington & Londres, pp. 90-110.

Budowski G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Central America. *En*: Gholz, H. L. (ed.) Agroforestry: realities, possibilities and potentials. Njhoff. Dordrecht, The Netherlands. pp.169-178.

Calle Z. 2003. Sistemas silvopastoriles con árboles de guayaba. *En*: Restauración de Suelos y Vegetación Nativa: Ideas para una Ganadería Andina Sostenible. CIPAV, Cali, Colombia pp. 61-66.

Carvalho M., Castro C. R., Yamaguchi L. C., Alvim M., Rocha Filho B. H. & R. D. S. Verneque. 2002. A comparation of two methods for the establishment of a silvopastoral systems in degraded pasture land. *In*: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Ibrahim M. (Compiler). CATIE, San José, Costa Rica pp.31-34.

Clavero T. 1998. *Leucaena leucocephala,* alternativa para la alimentación animal. Fundación Polar, Universidad del Zulia - Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Caracas, Venezuela. 78 p.

Escalante E. 2003. Los sistemas agroforestales: la alternativa sustentable para el mantenimiento de la biodiversidad y del paisaje rural. Documento para el taller sobre Herramientas para el Manejo de la biodiversidad en paisajes rurales del Instituto Alexander von Humboltd. Bogotá, Colombia. No publicado. 20 p.

Esquivel H., Ibrahim M., Harvey C. & C. Villanueva. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Agroforestería de las Américas 30(39-40): 24-29.

Galindo W. & E. Murgueitio. 2003. Herramientas de manejo sostenible para la ganadería andina. *En*: Manejo sostenible de los sistemas ganaderos andinos. CIPAV, Cali, Colombia. pp. 19-88.


BIBLIOTECA AGROPECUARIA

Gentry A. H. 1980. Flora neotrópica 25. Bignoiniaceae Part I. Published for Organization for Flora Neotropica by The New York Botanical Garden 1980. p. 82.

Giraldo L. A. & W. Galindo. 2003. Acacia negra *Acacia decurrens*. *En*: Manejo Sostenible de los Sistemas Ganaderos Andinos. CIPAV, Cali, Colombia. pp. 89-120.

Harvey C. A. & W. A. Haber. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44:37-68.

Hernández I., Milera M., Simon L., Hernández D., Iglesias J., Lamela L., Toral O., Matías C. & G. Francisco. 1999. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. *En*: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. M. Sánchez & M. Rosales (eds.) Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 143. Roma, Italia. pp. 89-106.

IAvH. 1998. Instituto Alexander von Humboldt; Ministerio de Medio Ambiente; DNP; PNUMA. Colombia Biodiversidad siglo XXI Santafé de Bogotá, Colombia, 254 p.

Kaimowitz D. 2001. Will livestock intensification help save Latin America Tropical Forest?. *In*: Angelsen A. & D. Kaimowitz (eds). Agricultural Technologies and Tropical Deforestation. CABI publishing. Wallingford, Oxon, UK. p 1-20.

Lascano C. E. 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. *En*: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. T. Clavero (ed.). Fundación Polar, Universidad del Zulia, Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Maracaibo, Venezuela, p 29-40.

Martín G., Milera M., Iglesias J., Simón L. & H. Hernández. 2000. Sistemas Silvopastoriles para la producción Ganadera en Cuba. *En*: Intensificación de la ganadería en Centroamérica - Beneficios Económicos y Ambientales. C. Pomareda & H. Steinfield (eds.). CATIE, FAO y SIDE. San José, Costa Rica. pp. 247-266.

Molano J. G., Quiceno M. P. & C. Roa. 2003. El papel de las cercas vivas en un sistema agropecuario en el Piedemonte Llanero. *En*: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. M. Sánchez & M. Rosales (eds.) Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 143. Roma, Italia. pp. 45-61.

Molina C. H. & F. Uribe. 2002. Experiencias en producción limpia de ganaderías en pastoreo. *En*: Competitividad en carne y leche. Memorias del III Seminario Internacional. Cooperativa Lechera de Antioquia, COLANTA. Medellín, Colombia pp.333-354.

Moreno V. M & S. Latorre. 1999. Evaluación del sistema silvopastoril guayaba-grama natural en la Hoya del río Suárez. CORPOICA. *En*: Memorias del VI Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles CIPAV. Documento en CD-ROM y en www.cipav.org.co. Cali, Colombia.

Murgueitio E & Z. Calle. 1999. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. *En*: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. M. Sánchez y M. Rosales (eds.) Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 143. Roma, Italia. pp. 53-88.

Murgueitio E. 1999. Reconversión social y ambiental de la ganadería bovina en Colombia. World Animal Review. FAO, #93 1999/2. Roma. pp. 2-15.

Murgueitio E. 2000. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. *En*: Intensificación de la ganadería en Centroamérica - Beneficios Económicos y Ambientales. C. Pomareda & H. Steinfield (eds.). CATIE, FAO y SIDE. San José, Costa Rica. pp. 219-242.

Murgueitio E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development 15 (10). Consultada en julio de 2007, de http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/10/murg1510.htm

Murgueitio E., Ibrahim M., Ramírez E., Zapata A., Mejía C. & F. Casasola. 2003. Usos de la tierra en fincas ganaderas. Guía para el pago de servicios ambientales en el Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. CIPAV, Cali, Colombia. 2 ed., 97 p.

Murgueitio E., Rosales M. & M. E. Gómez. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 67 pp.

Murgueitio E. & M. Ibrahim. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. Livestock Research for Rural Development (13)3: http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/ly133.htm

Parsons J. J. 1972. Difusión de los pastos africanos en los trópicos americanos. *En*: Las regiones tropicales americanas: Visión geográfica. J. Molano & B. Fondo (eds.), FEN Colombia. pp. 355-370. Bogotá, Colombia.

Patiño V. M. 2002. Historia y distribución de los frutales nativos del neotrópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Asohofrucol y Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. Publicación CIAT # 326. Cali, Colombia. 655 p.

Pezo D. & M. Ibrahim. 1996. Sistemas silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *In:* 1er. Foro Internacional sobre *Pastoreo intensivo en zonas tropicales*. Veracruz, México, 7-9 noviembre 1996. FIRA, Banco de México, Morelia, México. 39 p.

Pinzón M. E. 1984. Historia de la ganadería bovina en Colombia. Suplemento Ganadero Vol 4 No 1. Banco Ganadero. Bogotá, Colombia. 208 p.

Ríos C. I. 1999. El botón de oro *Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray, otra especie forrajera para sistemas sostenibles. *En*: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. M. Sánchez & M. Rosales (eds.) Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 143. Roma, Italia. pp. 311-326.

Roncallo B., Navas A. & A. Caribella. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. *En*: Silvopastoreo: alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Compilación de las Memorias de dos seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles. Á. Uribe C. (compilador) Corpoica. Bogotá, Colombia. pp. 231-244.

Sánchez M., Rosales M. & E. Murgueitio. 2003. Agroforestería pecuaria en América Latina. *En*: Agroforestería para la producción animal en América Latina II. M. D. Sánchez & M. Rosales (eds). Estudio FAO sobre producción y sanidad animal 166. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, Roma, Italia. p 1-10.

Shelton M. 1996. El género Leucaena y su potencial para los trópicos. *En*: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. T. Clavero (ed.). Fundación Polar, Universidad del Zulia, Centro de transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Maracaibo, Venezuela, p 17-28.

Simón L. 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo. *En*: Sistemas Silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Memorias II Seminario Internacional. Ministerio de Agricultura - CONIF. Santafé de Bogotá, Colombia. pp. 31-42.

Somarriba E. 1986. Effects of livestock on seed germination of guava (*Psidium guajava* L). Agroforestry Systems 4:233-238.

Souza de Abreu, M. H., Ibrahim M., Harvey C. & F. Jiménez. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 7(26):53-56.

Szott L., Ibrahim M. & J. Beer. 2000. The Hamburger Connection Hangover: Cattle Pasture Land Degradation and Alternative Land Use in Central America. Serie Técnica, (Informe Técnico No. 313) CATIE, Turrialba, Costa Rica.70p.

Viana V. Mauricio R., Matta-Machado R. & I. Pimenta. 2002. Manejo de la regeneración natural de especies arbóreas nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en bosques secos del sureste de Brasil. Agroforestería en las Américas 9 (33-34): 48-52.

Viera C. & C. Barrios. 1997 Exploración sumaria de la producción de maderas en potreros de la zona ganadera de esparza: especies, manejo, y dinámica de componentes maderables. Trabajo presentado para el curso de Manejo de Forestal II, CATIE, Turrialba, Costa Rica, 25 p.