

"El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible"

Fecha de recepción: 09/10/2007
Fecha de aceptación: 10/10/2007

Fernando Izaguirre Flores¹
Jaime Jorge Martínez Tinajero²

Palabras clave

Árboles, arbustos, ganadería ovina, bovina, impacto ambiental, sistemas silvopastoriles.

Key words

Trees, shrubs, ovine, bovine cattle ranch, environmental impact, silvopastoral systems.

Resumen

El silvopastoreo es un sistema de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, ha sido planteado, con base en resultados investigativos, como una alternativa de producción sostenible que permite reducir el impacto ambiental de los sistemas tradicionales de producción. Además, están diseñados para obtener un producto maderable de

alta calidad mientras provee un ingreso a corto plazo derivado de la ganadería. La interacción entre árboles, forraje y ganado se maneja para obtener productos (madera, forraje de alta calidad, ganado), de manera simultánea, intensiva y eficiente. En general, los sistemas silvopastoriles pueden proveer ingresos económicos, a la vez que crean un sistema sostenible con muchos beneficios ambientales. Cuando estos sistemas son bien administrados, ofrecen una variedad de oportunidades para mercadeo que pueden ayudar a estimular el desarrollo de la economía rural.

Abstract

The Silvopasture is a cattle production system in where ligneous the perennial ones (trees and/or shrubs) interact with the traditional components (forager crops and animals) under a system of integral handling, it has been raised with base in investigative results, like an alternative

1. Miembro del Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable de la Facultad de Ciencias Agrícolas; Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán; Chiapas, México. Tel: (962) 62-6-45-86. Correo electrónico: fernandoizaguirreflores58@hotmail.com.
2. Miembro del Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable de la Facultad de Ciencias Agrícolas; Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. Huehuetán; Chiapas, México. Tel: (962)

La ganadería es una de las actividades económicas más importantes de los países de América Latina; no obstante, los indicadores de producción han permanecido prácticamente invariables en las últimas décadas, teniendo repercusiones negativas sobre la economía de los productores; esto está asociado principalmente a la baja oferta cuantitativa y cualitativa de forrajes, al establecimiento del monocultivo de gramíneas, las sequías periódicas y la pérdida de las características físico-químicas y biológicas de los suelos.

of sustainable production that allows to reduce the environmental impact of the traditional systems of production. In addition they are designed to obtain a logable product of high quality while it in the short term provides an entrance derived from the cattle ranch. The interaction between trees, forage crops and cattle is handled to obtain products (timber, forage crop of high quality, cattle), of simultaneous way, intensive and efficient. In general, the silvopastoral systems can simultaneously provide economic income that creates a sustainable system with many environmental benefits. When these systems well are administered, they offer a variety of opportunities for trade that can help to stimulate the development of the rural economy.

Introducción

La ganadería es una de las actividades económicas más importantes de los países de América Latina; no obstante, los indicadores de producción han permanecido prácticamente invariables en las últimas décadas, teniendo repercusiones negativas sobre la economía de los productores; esto está asociado principalmente a la baja oferta cuantitativa y cualitativa de forrajes, al establecimiento del monocultivo de gramíneas, las sequías periódicas y la pérdida de las características físico-químicas y biológicas de los suelos.

A las anteriores situaciones, la introducción de genes bovinos europeos sin el mejoramiento de su entorno biofísico, ha contribuido a que aspectos negativos, propios del ambiente tropical (parásitos, temperatura, radiación solar, etc.) incidan de manera determinante sobre la productividad de los sistemas ganaderos.

Los sistemas agroforestales (SAF) y sistemas silvopastoriles (SSP) enfocan su atención hacia la utilización de técnicas de

producción más acorde con las realidades biofísicas y socioeconómicas de países tropicales.

La generación de arreglos agroforestales direccionados a la transformación de los sistemas agrícolas y ganaderos predominantes, permitirá una mayor diversificación en relación con la oferta de productos al mercado y flexibilidad en el uso de las tecnologías, mejorando el retorno económico a corto, mediano y largo plazos.

Además, los arreglos generados dentro de los SAF y SSP contemplan de manera implícita estrategias de conservación del suelo, diversidad biológica, uso racional del suelo y agua, reducción de costos, mayor flujo de capital y en general mejoramiento de la rentabilidad, competitividad y nivel de vida de los productores.

Revisión de literatura

Características de los sistemas agroforestales

- *La agroforestería incluye dos o más especies de plantas (animales inclusive) y por lo menos una de ellas es una especie leñosa perenne.*
- *El ciclo de un sistema de agroforestería es siempre mayor de un año y cuenta con más de un producto.*
- *Los sistemas agroforestales son más eficientes en el aprovechamiento de los nutrientes y de la humedad.*
- *Mejoran las condiciones microclimáticas y ambientales.*
- *Son más tolerantes a las variaciones climatológicas que la mayoría de los cultivos agrícolas solos.*
- *Puede funcionar en condiciones de suelos marginales y/o en laderas; no tiene limitaciones.*
- *Protege y estabiliza el ecosistema.*

- *Alta productividad y producción diversificada de uso múltiple (alimentos, combustible, madera, forraje, abono verde, etc.)*
- *Incrementa el empleo estable, el ingreso y la disponibilidad de materiales básicos para la población rural.*

Usos e importancia de arbustivas y arbustos forrajeros

La utilización de arbustos y árboles forrajeros ha recibido considerable atención, destacándose las siguientes ventajas: disponibilidad en las granjas; accesibilidad; proporcionan variedad a la dieta; influencia laxativa en el tracto digestivo; reducen costos de alimentación y son fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas (Urbano y Dávila, 2005).

Otra ventaja del uso de las arbóreas es que estas proporcionan sombra, y ejercen un efecto marcado sobre la tasa de crecimiento de las gramíneas tropicales, prolongando, de esta manera, el tiempo de pastoreo; además, incrementan la microfauna en el suelo y es posible que sus raíces retarden la formación de zuros o tatucos, alargando así el periodo de renovación de los potreros. Asimismo, estas especies poseen un sistema radical más profundo que las gramíneas, lo cual beneficia la estructura y la fertilidad química, física y biológica de los suelos; además, pueden extraer agua y nutrientes en la época de sequía (Rincón, 2000).

*Desde el punto de vista ecológico, muchas especies arbustivas (leguminosas) tienen la capacidad de fijar nitrógeno ya que las raíces tienen una asociación con bacterias del género *Rhizobium*; de esta forma actúan como portadoras de nitrógeno al suelo (Hill, 1971). Por otro lado, muchas especies actúan como pioneras en los procesos de sucesión ecológica, destacándose además como fijadoras de suelo en el control de la erosión (Alanis*

y González, 1994). Por otro lado, las hierbas y arbustos son importantes en la dieta de muchos rumiantes en pastoreo, en los que se incluye bovinos, ovinos y muchas especies de vida silvestre.

La inclusión de árboles y arbustos (leguminosas-forrajeras) en los pastizales y potreros donde se encuentran los animales, aumenta la productividad. Existen diversos árboles y arbustos que serían una excelente fuente de forraje o de alimentos para los animales si se incorporan a los pastizales.

En el trópico y subtrópico, al igual que en muchas formas de agricultura tradicional y aun en la convencional, existe la tendencia a implantar y/o mantener pasturas o pastizales de poca cobertura y escasa capacidad de carga animal que simulan las praderas de las latitudes templadas. La reducida cobertura y predominancia de gramíneas “castra” el potencial del suelo, lo que es insostenible. En las condiciones tropicales y subtropicales, la producción de forraje puede y debe ser más intensiva, tanto por consideraciones ecológicas (ciclos biológicos intensos) como por razones de un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, especialmente en condiciones de pequeña agricultura. El uso frecuente de tierras de buena aptitud agrícola para ganadería, con una baja capacidad de carga animal, debe hacernos pensar en buscar sistemas más eficientes en la producción de forrajes.

Los sistemas de pasturas extensivos-tecnificados se mantienen con fuertes dosis de agroquímicos; en los sistemas tradicionales, a través del tiempo, la productividad decae porque no hay una biointensidad que permita una autogeneración de la fertilidad; porque los forrajes que se cultivan solo incluyen especies de reducido enraizamiento y cobertura del suelo, o porque los pastizales se establecen en terrenos supuestamente en descanso, lo que se traduce en bajos rendimientos y en un mayor agotamiento

La utilización de arbustos y árboles forrajeros ha recibido considerable atención, destacándose las siguientes ventajas: disponibilidad en las granjas; accesibilidad; proporcionan variedad a la dieta; influencia laxativa en el tracto digestivo; reducen costos de alimentación y son fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas (Urbano y Dávila, 2005).

del suelo, y según la topografía y el clima, en erosión.

El uso de árboles y arbustos, especialmente leguminosas, puede hacer más productivos los pastizales y potreros.

Especies arbóreas como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulminifolia*, *Caliandra caltirus*, *Gleditsia triacanthos*, *Chamaecytisus palmensis*, *Eritrina falcata*, *Eritrina spp.*, *Acacia ansura*, *Geijera spp.*, *Crachy chiton popuineus*, *Salix spp.*, *Populus spp.*, *Morus spp.*, *Ceretonia siligua*, *Acacia mellifera*, *Acacia brevispica*, *Acacia albida*, *Prosopis sp.*, *Castanea sativa*, *Quercus spp.*, y muchas otras, pueden tener excelentes resultados si son usadas como especies forrajeras. En el caso de *Castanea sativa*, *Quercus spp.*, *Prosopis sp.* (algarrobo), *Gleditsia triacanthos* (guayaba), los frutos pueden ser utilizados en la crianza de cerdos, ovinos, caprinos y aves. Estas especies pueden ser sembradas en diversos ordenamientos, a fin de obtener un óptimo rendimiento de ellas (Apuntes de sistemas agrosilvopastoriles, 2004).

Mahecha. (2002) menciona que entre las especies arbustivas investigadas en Colombia, consideradas como potenciales por su alto valor nutritivo o servicios multipropósito dentro de los sistemas silvopastoriles, se encuentran las acacias (*Acacia sp.*), el nacedero (*Trichantera gigantea*), el poró (*Erythrina poeppigiana*), la leucaena (*Leucaena leucocephala*), el algarrobo (*Prosopis juliflora*), el chachafruto (*Eythrina edulis*), el pízamo (*Erythrina fusca*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el matarratón (*Gliricidia sepium*), el orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), el flor amarillo (*Cassia spectabilis*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Especies leñosas para la alimentación animal

El uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica

conocida por los productores en América Central desde hace siglos. Y el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas; especies como ramón (*Brosimum alicastrum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), poró (*Erythrina spp.*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), son generalmente utilizadas durante la época seca como complemento alimenticio para los animales en los sistemas de producción extensivos y semi-intensivos o de doble propósito.

Mediante investigaciones realizadas por el CATIE y otras instituciones de la región, se ha identificado gran cantidad de especies forrajeras para su uso en alimentación animal. Entre las especies, cabe mencionar la morera (*Morus alba*), especie novedosa, de alto valor nutritivo, con una digestibilidad de materia seca in vitro (DIVMS) de entre 80 y 86%, y con proteína cruda (PC) de entre 14 y 17%.

En el CATIE se han realizado numerosos estudios para diseñar estrategias de alimentación, utilizando leñosas forrajeras. Análisis detallados de la fracción nitrogenada en poró y madero negro mostraron que el 75% de esta se encuentra constituido por compuestos de nitrógeno no-proteico). Lo anterior puede ser una limitante para su uso en monogástricos, pero no en rumiantes. Así mismo, una buena proporción de su nitrógeno insoluble está ligado a la fibra detergente ácido; por tanto, es de baja disponibilidad para los animales que los consumen.

La proteína cruda del follaje de las leñosas perennes es de menor calidad que la de los suplementos proteicos tradicionales (p.e. harina de soya y harina de pescado), pero superior a las fuentes de nitrógeno no proteico como la urea. Por ello, en los estudios con bovinos se ha detectado mayor producción de leche y ganancia de peso con las fuentes proteicas tradicionales, pero el beneficio económico

siempre ha sido mayor con el uso del follaje de leñosas perennes.

En Cuba, los estudios realizados en sistemas silvopastoriles, utilizando corte y acarreo, han permitido conocer el manejo de las podas para incrementar la disponibilidad de biomasa comestible y su utilización en sistemas de producción animal.

El empleo de ovinos Pelibuey en plantaciones de cítricos para utilizar las hierbas que crecen entre las hileras de plantas reduce las labores, aporta estiércol al suelo y puede producir entre 435 y 602 kg de PV/ha/año, sin detrimento de la producción de cítricos (Borroto, 1988).

El uso de sistemas silvopastoriles en la ceba de ganado permite obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 600 g y se incorpora la hembra a la reproducción entre los 23 y 25 meses.

En sistemas multiasociados es posible alcanzar producciones de leche de 8 L/vaca/día, lo que equivale aproximadamente a 4 000 kg de leche/ha/año, con una carga de 2,2 animales/ha.

Los resultados obtenidos en las investigaciones en sistemas silvopastoriles han sido validados exitosamente por más de 2 años en 16 809 ha en fincas ganaderas cubanas (Martín et al., 1994).

Pinto (2003) realizó un estudio con el objetivo de conocer las especies arbóreas del Valle Central de Chiapas que, por sus usos y características, puedan ser consideradas potencialmente forrajeras, así como su contribución al sistema de alimentación de bovinos de carne en silvopastoreo. El primer trabajo contempló el conocimiento local de especies arbóreas de mayor uso en la ganadería como forraje, sus usos, predominancia regional y condiciones edafoclimáticas en las que se desarrollan, destacándose 14 especies arbóreas potencialmente forrajeras (EAPF) de un total de 65, donde la

familia Fabaceae es la más importante. Las EAPF fueron estudiadas por sus características nutricionales (PC, MO, FDN, FDA, FT y TC) y de degradabilidad in situ de la MS, PC y MO, así como el efecto de componentes fenólicos en su degradabilidad, cuantificado mediante la producción de gas in vitro y la adición de PEG. Se encontraron diferencias en calidad nutricional entre especies y sus componentes (p. e., follaje y fruto), y un efecto de los compuestos antinutricionales sobre la degradabilidad del follaje, pero no de los frutos. Asimismo, se midió la preferencia de las EAPF seleccionadas con ovinos; los resultados marcaron falta de relación entre el consumo y la composición química de las especies, por lo que otros factores, como olor, sabor y astringencia, podrían haber influido. Para conocer los atributos agronómicos y de asociabilidad en su establecimiento de tres EAPF consideradas en el estudio, se realizó un experimento, resaltando, en términos generales, *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*. Finalmente, en un estudio en finca, se evaluó la conducta ingestiva y comportamiento animal bajo vegetación multiestrata durante las lluvias, obteniéndose resultados que demuestran niveles de producción adecuados y similares al sistema de pastoreo tradicional. De acuerdo con los resultados, el orden de las especies potencialmente forrajeras es como sigue: *L. collinsii*, *G. ulmifolia*, *E. goldmanii*, *G. sepium*, *D. robinoides*, *G. americana*, *P. dulce*, *A. milleriana* y *A. pennatula*.

En el estado Trujillo, Venezuela, se llevó a cabo un estudio con el objetivo de determinar la composición química, los niveles de metabolitos secundarios, el valor nutritivo y la aceptabilidad del follaje de diez leguminosas forrajeras (*Albizia caribaea*, *Albizia lebbek*, *Cassia fistula*, *Cassia grandis*, *Pithecellobium dulce*, *Pithecellobium saman*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena macrophylla*, *Lysiloma latisiliquum* y *Enterolobium*

El empleo de ovinos Pelibuey en plantaciones de cítricos para utilizar las hierbas que crecen entre las hileras de plantas reduce las labores, aporta estiércol al suelo y puede producir entre 435 y 602 kg de PV/ha/año, sin detrimento de la producción de cítricos (Borroto, 1988).

El uso de sistemas silvopastoriles en la ceba de ganado permite obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 600 g y se incorpora la hembra a la reproducción entre los 23 y 25 meses.

En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y con alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para complemento alimenticio animal, en diferentes sistemas de producción.

*contortisilicum). Dicha investigación tuvo un diseño totalmente aleatorio, con cinco réplicas. La composición bromatológica presentó variaciones sustanciales entre las especies ($P < 0,05$). *C. grandis* (5,61%) y *L. latisiliquum* (5,70%) mostraron los niveles más sobresalientes de polifenoles totales, *L. latisiliquum* presentó concentraciones importantes de taninos totales, taninos condensados y taninos hidrolizables (5,32; 5,25 y 0,65%, respectivamente); mientras que *C. grandis* se destacó por contener el mayor nivel de taninos que precipitan las proteínas (3,64%). *A. caribaea* (3,50%) y *P. saman* (3,85%) exhibieron cantidades considerables de saponinas y *A. lebeck* niveles significativos de alcaloides (0,51%). Los mayores potenciales de degradación de la MS correspondieron con *A. lebeck* (84,1%) y *G. sepium* (84,0%). La proteína de *G. sepium* se degradó más rápidamente; mientras que *P. dulce* exhibió la degradación postruminal del nitrógeno más elevada (66,7%). Las especies con mayores concentraciones de metabolitos polifenólicos y saponinas fueron menos ramoneadas por los ovinos. Los follajes de todas las leguminosas estudiadas presentan aceptable calidad nutritiva. Sin embargo, de forma integral, *A. lebeck*, *P. dulce*, *G. sepium* y *E. contortisilicum* muestran las mejores potencialidades como alimento complementario para los rumiantes (García y Medina, 2006).*

Bancos de proteína y/o energía

En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y con alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para complemento alimenticio animal, en diferentes sistemas de producción.

*En condiciones de trópico húmedo bajo, el CATIE (1991) demostró que varias especies de *Erythrina* (*E. berteroana*, *E. poeppigiana*, *E. cocleata*) y *G. Sepium*, son mejores opciones para su manejo en bancos de proteína que especies*

*tales como *Acacia angustissima*, *Albizia sp.* y *Calliandra calothyrsus*. Estudios realizados durante cuatro años en el trópico húmedo muestran que un banco de *Erythrina berteroana* produce cerca de 6 ton/ha/año de proteína cruda, lo cual alcanzaría para aportar, durante un año, el 30% de los requerimientos de proteína de 46 vacas de 400 kg de peso, y con una producción de 8 kg leche/vaca*día.*

El establecimiento de bancos de morera en zonas altas como complemento nutricional para vacas en sistemas intensivos de producción de leche, ha dado como resultado niveles de producción de leche ligeramente inferiores o similares a los que se han observado con el uso de concentrado. No obstante, los análisis económicos muestran una ventaja a favor del uso de morera (Benavides, 1995).

Cabe mencionar el proyecto Palma Virilla del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), en Costa Rica. Este promueve el establecimiento de bancos forrajeros en laderas de zonas altas, con manejo bajo un sistema de corte acarreo para complementación nutritiva animal. De la misma manera en El Salvador, el CENTA ha tomado esta iniciativa.

*En zonas con un período seco bien definido, los resultados del uso de leñosas en bancos forrajeros para complemento animal han sido significativamente mejores en productividad. El proyecto "Tropileche" trabaja junto con instituciones nacionales en América Central para promover el uso de *Cratylia argentea* en zonas secas. Se espera que los bancos forrajeros sean más atractivos para los ganaderos de países como Nicaragua, Honduras y El Salvador, donde el costo de mano de obra es bajo.*

*Modelos económicos desarrollados por Holman y Estrada (1997) muestran que la rentabilidad marginal de las gramíneas y leguminosas es una función del costo de mano de obra, del precio del producto y la productividad del sistema. Estos autores encontraron que el uso de *Cratylia**

argentea es 47% más rentable que el uso de jaragua, cuando el precio de la leche fue de US\$0,30/kg. Sin embargo, cuando este precio es de US\$0,20/kg, la rentabilidad de C. argentea es prácticamente cero, debido a que se utiliza más mano de obra (233%) que con jaragua. El uso de Cratylia como alimento en sistemas de doble propósito fue más atractivo con vacas con mayor potencial genético (p. e. 1 000 – 1 500kg/lactancia).

¿Qué son los bancos forrajeros?

Los bancos forrajeros son aquellas partes de la finca que sembramos con altas densidades de especies forrajeras que pueden ser usadas, en la época seca, para la alimentación animal.

¿Por qué sembrar bancos forrajeros?

- *Para producir, en la época seca, forraje rico en nutrientes.*
- *Para reducir la necesidad de comprar complementos alimenticios como la gallinaza, melaza y semolina.*

¿Por qué sembrar especies leñosas?

- *Porque crecen bien en épocas de sequía.*
- *Porque mejoran las características del suelo.*
- *Porque proporcionan servicios ambientales, como el secuestro de carbono, el aumento de la biodiversidad y la conservación del agua.*

¿Qué debemos tomar en cuenta al momento de seleccionarlas?

Debemos seleccionar especies que:

- *Aguanten las podas frecuentes.*
- *Rebroten con facilidad.*
- *Tengan un rápido crecimiento.*
- *Tengan una buena producción de*

hojas.

- *Tengan una alta calidad nutritiva para el ganado.*
- *Mantengan una buena cantidad de hojas, en la época seca.*
- *Se adapten a nuestras condiciones de suelo y clima.*

Ejemplos de especies que se adaptan bien a las condiciones del trópico seco, son la cratylia, leucaena, guácimo y madero negro. La cratylia (Cratylia argentea) crece bien en suelos poco fértiles, bien drenados y con 5 a 6 meses de sequía. No crece bien en suelos pesados, que tienden a encharcarse. La leucaena (Leucaena leucocephala) responde mejor en suelos profundos y negros, hasta una altura de 500 metros sobre el nivel del mar. Soporta inundaciones ocasionales, heladas leves y sequías. No le gustan los suelos ácidos. La cratylia crece bien en suelos rojos bien drenados y de buena fertilidad. La leucaena crece bien en suelos negros profundos y alcalinos.

El madero negro (Gliricidia sepium) se adapta bien a una amplia gama de suelos, desde secos a húmedos, incluyendo suelos compactados, ligeramente arenosos, calcáreos y con presencia de piedras. El guácimo (Guazuma ulmifolia) tolera una amplia variedad de suelos, pero crece mejor en suelos aluviales y arcillosos, de tierras bajas. El madero negro se adapta a una amplia gama de suelos. El guácimo crece bien en suelos aluviales y arcillosos de tierras bajas.

Tipos de bancos forrajeros

Según sus características nutricionales, pueden ser proteico, cuando la especie contiene al menos un 14% de proteína, como la cratylia, la leucaena y el guácimo. Ejemplo de banco proteico de cratylia. Ejemplo de banco proteico de leucaena. Ejemplo de banco proteico de guácimo.

Energético cuando la especie proporciona altos niveles de energía, como la caña

Los bancos forrajeros son aquellas partes de la finca que sembramos con altas densidades de especies forrajeras que pueden ser usadas, en la época seca, para la alimentación animal.

Cuadro 1. Contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) en follajes de leñosas perennes presentes en Costa Rica³

Nombre común ⁴	Nombre científico	PC, %	DIVMS, %
Poró	<i>Erythrina poeppigiana</i>	24,2	51,4
Madero negro (Yaite)	<i>Gliricidia sepium</i>	24,8	62,2
Leucaena (guaje)	<i>Leucaena leucocephala</i>	22,0	52,7
“Shaguay” (Guamúchil)	<i>Pithecelobium dulce</i>	24,1	59,6
Guanacaste (pich)	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	21,7	68,8
Morera	<i>Morus spp,</i>	24,2	79,3
Chicasquil fino	<i>Cnidocolus acutinifolium</i>	41,7	84,4
Sauco	<i>Sambucus mexicana</i>	24,3	75,8
Clavelón	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	19,9	71,2
Tora morada	<i>Verbesina myriocephala</i>	20,3	69,8
Tora blanca	<i>Verbesina turbacensis</i>	20,2	68,4
Guachipelín	<i>Dyphisa robinooides</i>	26,9	69,8
Amapola	<i>Malvaviscus arboreus</i>	21,0	68,3
Zorrillo	<i>Cestrum baenitzii</i>	37,1	65,8
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>	16,5	56,6
Guácimo (caulote)	<i>Guazuma ulmifolia</i>	15,6	54,1
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	19,8	51,7
Ojoche (ramón)	<i>Brosimum alicastrum</i>	16,1	59,0
Cassia	<i>Cassia siamea</i>	13,9	60,6
Acacia	<i>Acacia angustissima</i>	19,9	23,2 ⁵
Albizia	<i>Albizia falcataria</i>	20,3	42,4
Caliandra	<i>Calliandra calothyrsus</i>	20,2	21,0 ⁵
Guaba criolla	<i>Inga spp,</i>	21,8	23,2 ⁵

3. Adaptado de: Valerio (1990), Benavides et al. (1992) y Araya et al. (1994).

4. Denominación propia de Costa Rica. En paréntesis los nombres comunes dados en México a algunas de las especies, según Susano-Hernández (1981).

5. Especies con alto contenido de taninos, los cuales llevan a subestimar su digestibilidad in vitro.

de azúcar. Según su manejo, pueden ser: para corte, cuando el material es cortado, picado y llevado a la canoa, para alimentar a los animales, para ramoneo, cuando el animal consume directamente el forraje (las ramas y hojas del árbol) en el potrero, junto con el pasto. Banco forrajero de cratylia. El establo es el sitio ideal para instalar la picadora. Acarreo de cratylia.

Discusión de resultados

Cuantificar la emisión de gas de invernadero por rumiantes

En América Central se han realizado muchos estudios sobre el efecto de leñosas forrajeras en la producción animal. Sin embargo, existen pocos estudios para cuantificar la emisión de gases de invernadero como metano cuando se utilizan estas especies. La manipulación de árboles forrajeros para complemento nutricional de rumiantes puede contribuir a la reducción de la emisión de metano.

Recuperación de conocimientos tradicionales e integración con conocimientos nuevos

La investigación participativa para lograr la restauración de suelos degradados y los estudios sobre sistemas silvopastoriles tradicionales (por ejemplo, la regeneración natural de especies forestales en pastos o la selección de especies promisorias), merecen mayor atención en la investigación. Los conocimientos de los productores acumulados durante muchos años presentan una fuente rica de información y experiencia que hasta ahora se empieza a reconocer.

La integración de los conocimientos tradicionales con los conocimientos nuevos generados por la ciencia, llevará al diseño de sistemas silvopastoriles sostenibles, por ser más atractivos para los productores. Para lograr este objetivo,

se requiere aplicar metodologías de investigación participativa en diferentes niveles.

La selección de especies eficientes para restaurar suelos de diferente nivel de degradación

Se debe enfatizar en el análisis de los mecanismos con los cuales los árboles influyen en el suelo: simbiosis con microorganismos, interacción con fauna y flora del suelo, actividad radicular, interacción raíz-suelo etc., en diferentes ecozonas del trópico. El manejo de los sistemas, su impacto sobre los organismos del suelo (por ejemplo, fertilización o inoculación de plántulas con micorrizas o bacterias) y su eficiencia sobre la recuperación de la fertilidad o el mejoramiento de la estructura del suelo, requieren mayor información para su amplia y exitosa difusión.

Árboles de uso múltiple y pasturas mejoradas

Se tiene un gran potencial para incrementar el contenido de carbono del suelo. Sin embargo, hay pocos estudios sobre la dinámica del carbono del suelo y su estabilidad en el sistema durante el tiempo. Se recomienda hacer más estudios sobre el flujo de carbono en sistemas silvopastoriles.

Metodologías para la cuantificación de carbono y otros gases invernaderos en el ámbito de sistema y paisaje

La cuantificación del carbono en los diferentes ecosistemas se basa, principalmente, en la acumulación de carbono (producción de biomasa) y la pérdida por respiración de CO₂ en los diferentes compartimentos del sistema. Según la literatura, la variabilidad de los datos por unidad es enorme, dependiendo de factores como componentes de sistema,

La integración de los conocimientos tradicionales con los conocimientos nuevos generados por la ciencia, llevará al diseño de sistemas silvopastoriles sostenibles, por ser más atractivos para los productores. Para lograr este objetivo, se requiere aplicar metodologías de investigación participativa en diferentes niveles.

clima, suelo, ecozona, especies, manejo del sistema y/o factores socioeconómicos.

Además, los sistemas silvopastoriles son fuentes netas de gases invernaderos, sobre todo de CH₄, que se emite hacia la atmósfera en cantidades notables cada año. Para llegar a una base de datos sólida, que permita negociar incentivos forestales que pagan bonos para el almacenaje de C, se requiere desarrollar metodologías sencillas que posibiliten estimar la asimilación y emisión de gases invernaderos en el ámbito de sistema y paisaje con un mayor grado de confianza.

La alimentación y el mejoramiento de modelos como el LUCS (Land Use Carbon Sequestration) diseñado por el World Resources Institute, podría servir para orientar a las entidades que toman las decisiones (por ejemplo, políticos, donantes y productores) sobre la diseminación e implementación de sistemas silvopastoriles, en diferentes condiciones, con el fin de mitigar los efectos del calentamiento global.

El impacto de sistemas silvopastoriles en el recurso agua y reducción de la sedimentación de los ríos

En las cuencas existen muchas áreas con pastos degradados que contribuyen a problemas con el manejo del recurso agua y la sedimentación de ríos. La investigación en sistemas silvopastoriles debe enfocarse a nivel de cuenca o paisaje para diseñar sistemas de uso de la tierra adecuados a las condiciones de cada entorno.

Sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad en el Corredor Biológico Mesoamericano

Los sistemas silvopastoriles pueden asumir un rol importante en la implementación exitosa del Corredor Biológico Mesoamericano, debido a que los pastos

cubren un área mayor en esta región. Sin embargo, la información disponible sobre su contribución en la conservación de la biodiversidad es escasa y se refiere sobre todo a la regeneración de especies forestales y al movimiento de la fauna. Se espera que los corredores proporcionen camino, fuente y hábitat para las especies nativas y exóticas de la fauna (Saunders y Hobbs, 1991).

El inventario de las especies de plantas y fauna en los diferentes corredores de un paisaje son esenciales para su diseño y manejo exitoso. El acercamiento a este objetivo integra la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (GIS) a nivel macro y el inventario de especies a nivel micro.

Al igual que en el caso del secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad por medio de la siembra de redes de cortinas rompeviento, árboles dispersos en pastos, plantaciones forestales etc., requerirá de incentivos monetarios para tener impacto. Los productores van a perder parte de su terreno productivo a favor de la conservación, sin tener siempre una compensación directa debido a interacciones benéficas entre el área de conservación y de producción.

En el futuro hay que comprobar con una base de datos sólida, si estos incentivos se justifican. En este sentido, se requieren estudios sobre el impacto en la conservación de especies de plantas y animales de sistemas silvopastoriles en diferentes ecozonas de la región para elaborar instrumentos de decisión que sirvan a los gobiernos mesoamericanos y los donantes. Por el momento, no hay tiempo para esperar los resultados de estos estudios. Se requiere asumir que los corredores tienen un beneficio, retener o difundirlos ampliamente y estudiar su función, antes de perderlos y detectar después lo que se perdió (Saunders y Hobbs, 1991).

La importancia de los sistemas silvopastoriles en la producción pecuaria según enfoques orgánicos: ventaja competitiva

Frente a la apertura comercial del TLC para las producciones pecuarias en enero de 2002, es evidente que la producción pecuaria orgánica, además de llamar la atención y el interés de muchos productores, se ha vuelto una posible y consistente alternativa para la ya duramente golpeada ganadería mexicana, poco tecnificada y con serios problemas. Los problemas son bien conocidos y muchas veces señalados: incremento de las importaciones de carne (precios bajos e importación masiva), dificultad para la exportación (precios altos, falta de cumplimiento de las regulaciones, fuertes restricciones no arancelarias), subsidios a los ganaderos en Canadá y EE. UU, medidas abusivas y políticas antidumping de los otros socios del TLC, las ambigüedades por las cuotas compensatorias de aprovechamiento del Gobierno federal, pocos subsidios, mucha mano de obra y falta de un claro análisis del mercado (ya que los productores están acostumbrados a fijar el precio de un producto cárnico o lácteo sobre precios de la competencia).

México es actualmente el octavo importador mundial de carne. La totalidad de las casi inexistentes exportaciones de carne bovina mexicana (de Chihuahua y de Sonora) a Estados Unidos es de becerros de engorde, además del hecho de que estas mismas exportaciones han disminuido, por no ser competitivas en precio y calidad. Asimismo, es un hecho que las grandes empresas, fundamentalmente lecheras (Lala, Nestlé, Parmalat, Alpura) modificaron la cultura del productor y del consumidor lechero, contribuyendo a contraer el mercado interno en México.

La realidad del mercado actual muestra que algunas soluciones parciales serían las de exportar productos pecuarios en volúmenes pequeños, con bajos márgenes

de ganancia o de producir según estándares internacionales de calidad (la orgánica es una de estas opciones, como, por ejemplo, la venta de carne orgánica enlatada tipo corned beef mexicana), y con esquemas proteccionistas de denominaciones de origen controlada (DOC; es el caso de los productos lecheros), denominaciones de origen geográfica (DOG, ejemplo los quesos europeos) y normas de etiquetado del país de origen con el establecimiento de normas de calidad que garanticen la etiqueta.

Para una producción lechera que desee incursionar en el competido mercado de Estados Unidos, la leche, además de cumplir con las normas de requisitos sanitarios, envase y etiquetado, debería estar certificada por SAGARPA como libre de tuberculosis, sin antibióticos y con una presencia no superior a los 20 000 bact/mL (para la leche pasteurizada) y de 300 000 bact/mL (leche fresca y quesos artesanales). Para la exportación de carnes orgánicas, además de cumplir con las normas nacionales y de aplicación de las normas sanitarias, hay que cumplir con las normas internacionales sobre el no uso de hormonas (OMC 1998), con análisis de ausencia de residuos tóxicos (beta-adrenérgicos, confedanzoles, ivermectina en los muslos, clenbuterol) y con las normas de etiquetado (país de origen, fecha de sacrificio y caducidad).

Algunos países americanos (Chile, Costa Rica, Brasil), ya han empezado a incursionar en el mercado europeo con sus producciones de carne orgánica certificada, tipificada. Es el caso de los ganaderos del sur de Brasil, que están empezando a vender en Inglaterra su carne bajo el etiquetado "Organic Pantanal Beef".

Sin embargo, hay todavía una confusión entre los productores sobre lo que es una producción pecuaria certificada orgánica. El hecho de que el ganado sea producido bajo el sistema de libre

Algunos países americanos (Chile, Costa Rica, Brasil), ya han empezado a incursionar en el mercado europeo con sus producciones de carne orgánica certificada, tipificada. Es el caso de los ganaderos del sur de Brasil, que están empezando a vender en Inglaterra su carne bajo el etiquetado "Organic Pantanal Beef".

Ejemplo de proyectos regionales piloto son los que en la actualidad están realizando países como Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Con apoyo del Banco Mundial, la FAO y bajo el liderazgo del Dr. Mohammad Ibrahim del CATIE, Costa Rica, en colaboración con el Dr. Elías Ramírez de Nicaragua. Nitlapan-UCA y el Dr. Enrique Murgueitio de Colombia. CIPAV. A fin de año (2007) se evaluarán los resultados. Al parecer, hay muy buenas expectativas. Se considera que es la mejor manera de convencer tanto a técnicos como a productores de las bondades de los sistemas agroforestales y silvopastoriles, con unidades demostrativas en fincas representativas en cada ecosistema.

pastoreo todo el año (en el cerro o en el agostadero, podemos definirlo con un tipo de manejo “natural” o “tradicional”), no es condición suficiente para que deba ser automáticamente reconocido y certificado como orgánico. Es indudable que la mayoría de los ranchos de los pequeños y medianos productores en tantas zonas del país, siguen teniendo un sistema ganadero de este tipo, parecido a la imagen común de un manejo orgánico: ganado libre, ausencia de inseminación artificial, alimentación vegetal sin complementos minerales, tratamientos veterinarios limitados a las vacunas y a los desparasitantes obligatorios, ordeña y matanza natural. Sin embargo, la diversidad biológica y cultural de los sistemas agropecuarios agropastoriles y pecuarios tradicionales del país, son una garantía y una riqueza indispensable para el mantenimiento y la conservación de los paisajes regionales de la diversidad local y estatal, así como una herramienta clara para avanzar en el proceso de obtención de productos pecuarios de calidad, tales como los orgánicos (Gioanetto, 2002).

Al respecto, un sistema de producción pecuario, agropecuario, agroforestal o agrosilvopastoril de tipo orgánico o ecológico, es un sistema productivo sostenible, y certificado como tal, que se logra mediante el uso racional y ecosostenible de los recursos naturales, un mantenimiento e incremento de la fertilidad del suelo (o de los terrenos de trashumancia) y la diversidad, la no utilización de alimentos y medicamentos de síntesis química y un sistema productivo que se preocupa y cuida el bienestar de los animales, satisfaciendo sus necesidades biológicas básicas (incluyendo también las técnicas de manejo dirigidas a niveles de producción y velocidad de crecimiento). Es evidente que no existe un manejo tipo o ideal, ya que este tipo de sistema de producción está construido sobre la disponibilidad de los recursos naturales (diferentes en cada región y área del país)

y de la capacidad de aprovechamiento de una manera ecocompatible y sostenible. Por todo ello, el ejemplo más palpable según el cual se cumplen las características antes descritas son los sistemas silvopastoriles.

*Bien conocida, por ejemplo, es la riqueza tradicional de utilización agroecológica y de los sistemas silvopastoriles de la vegetación de bosques secundarios en sus fases de regeneración, donde predominan leguminosas arbustivas y arbóreas como *Gliricidia sepium*, *Pithecellobium dulce*, *Erythrina spp*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium ssp.*, *Acacia spp*, *Bauhinia spp*, de las cuales se utiliza el follaje como complemento proteico para el ganado, además de proporcionar bienestar animal, conservar el ambiente y obtener productos pecuarios saludables de estas.*

La articulación de proyectos regionales piloto, con investigación aplicada en predios de ganaderos y campesinos y con nuevos instrumentos de incentivos como el pago de tasas de captación de CO₂, dirigidas al establecimiento de sistemas silvopastoriles, reducción de impuestos por corredores biológicos y pago por servicios de liberación de áreas ganaderas para recuperación ambiental y conservación de la biodiversidad, deben ser parte de la gestión presente y futura de empresarios, campesinos, instituciones y agencias de cooperación internacional.

Ejemplo de proyectos regionales piloto son los que en la actualidad están realizando países como Costa Rica, Nicaragua y Colombia. Con apoyo del Banco Mundial, la FAO y bajo el liderazgo del Dr. Mohammad Ibrahim del CATIE, Costa Rica, en colaboración con el Dr. Elías Ramírez de Nicaragua. Nitlapan-UCA y el Dr. Enrique Murgueitio de Colombia. CIPAV. A fin de año (2007) se evaluarán los resultados. Al parecer, hay muy buenas expectativas. Se considera que es la mejor manera de convencer tanto a técnicos como a productores de las bondades de los

sistemas agroforestales y silvopastoriles, con unidades demostrativas en fincas representativas en cada ecosistema.

Bibliografía

- Alanis, F.G.J. y M. González M. (1994). *Las leguminosas y su importancia como recurso natural en Nuevo León*. Memorias Tercera Reunión Científica, Tecnológica, Forestal y Agropecuaria en el Estado de Nuevo León. Monterrey, N. L., 40 pp.
- Apuntes, (2004). *Sistemas agrosilvopastoriles*. Facultad de Ciencias Agrícolas; Campus IV. Universidad Autónoma de Chiapas. México.
- Araya, J.; Benavides, J.E.; Arias, R. y Ruiz, A. (1994). "Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica". En: *Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico N.º 236, Vol. 1. Costa Rica.
- Benavides, J.E. (1995). "Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje". *Revista Agroforestería en las Américas* N.º 2.
- Borroto, A. (1988). *Potencial forrajero de los subproductos agrícolas de cítricos para la producción de carne ovina*. Tesis para optar por el grado de Doctorado en Ciencias. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de Ciego de Ávila. Cuba.
- García, E. D. y Medina, G. M. (2006). "Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros". *Zootecnia Tropical*. 24: 3, Venezuela, 233-250 pp.
- Gioanetto, F. (2002). *Ganadería Orgánica certificada: La experiencia Mexicana*. Mimeo. México, 15 pp.
- Hill, G.D. (1971). "Leucaena leucocephala for pastures in the tropics". *Herbage Abstracts*, 4:11-119.
- Holmann, F. y Estrada, R. (1997). "Alternativas agropecuarias en la región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de simulación aplicable a sistemas de doble propósito". En: *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito*. CIAT. Colombia.
- Ibrahim, M; Murgueitio, E.; Ramírez, E. (2003). *Manual operativo del proyecto "Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas"*. CATIE, CIPAV, NITLAPAN-UCA. Turrialba; Costa Rica.
- Mahecha, L. (2002). "El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina". *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria*. Vol. 15:2, pp. 226-231.
- Martín, G.; Milera, M.; Iglesias, J.; Simón, L. y Hernández, H. (1994). *Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera en Cuba*. Intensificación de la ganadería en Centroamérica, beneficios económicos y ambientales. FAO.
- Pinto, R. (2003). "Árboles y arbustos con potencial forrajero del Valle Central de Chiapas". *Tropical and Subtropical Agrosystems* 2, p. 99.
- Rincón, E. (2000). *Los árboles y la producción animal*. I Simposium sobre Recursos y Tecnologías Alimentarias para la Producción Bovina a Pastoreo en Condiciones Tropicales. Univ. Nac. Exp. Táchira, San Cristóbal, Venezuela, pp. 121-131.
- Saunders, D.A., y Hobbs, R.J. (1991). "The role of Corridors in Conservation: What do we know and where do we go?" En: