

Diversidad biológica en la ganadería bovina de Colombia

Enrique Murgueitio y Zoraida Calle

Fundación CIPAV, Cali, Colombia

SUMMARY

This article explores the relationships between cattle ranching, land use, deforestation, rural employment and biodiversity, and outlines a series of principles to initiate the transformation of the present system of cattle ranching into something more sustainable, less incompatible with biological diversity and more appropriate for human welfare. Although the analyses and the numbers are based on the Colombian case, they are typical of the situation in the Latin American tropics. The case of Colombia is perhaps extreme in all aspects and therefore particularly instructive. The enormous biological diversity (at risk from production systems which are blamed for causing a concentration of land ownership, inequalities, migration from the countryside to the cities, rural poverty and environmental degradation) demands imaginative and viable technological answers at all levels of production. But in addition, in a country devastated by violence, the strategy for the environmental rehabilitation of cattle ranching must coincide with social reform. The article demonstrates, with examples, the application of each one of the principles for the transformation of the current cattle ranching system: Abundant biomass and energy; Diversity of plant species; Intercropping; Hedges, living fences and biological corridors; Efficient use of manure; Diversity of habitats; Reduction in the use of pesticides and other toxic compounds; and Appropriate prairie management. These principles, and the examples outlined in the article, are applicable on any scale and in any environmental, social and cultural context, as long as the methodology is identified which incorporates the biological variables and economic parameters in an appropriate technological model.

INTRODUCCIÓN

Este artículo explora las relaciones entre la ganadería bovina, el uso de la tierra, la deforestación, el empleo rural y la biodiversidad, y esboza una serie de principios para iniciar la transformación de la ganadería actual en un sistema más sostenible, menos incompatible con la diversidad biológica y más apropiado para lograr el bienestar humano. Aunque los análisis y las cifras se centran en el caso colombiano, no son atípicos de la situación del trópico americano. El caso de nuestro país es uno de los más extremos en todas las facetas y por lo tanto más didáctico. Una enorme diversidad biológica, puesta en peligro por sistemas productivos acusados de propiciar concentración de las tierras, desigualdades sociales, migración del campo a las ciudades, pobreza rural y degradación ambiental, exige respuestas tecnológicas imaginativas y viables en todas las escalas de producción. Pero además, en un país devastado por la violencia, la estrategia para la reconversión ambiental de la ganadería debe coincidir de cerca con su reconversión social.

DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Colombia ocupa un lugar prioritario en los esfuerzos de conservación al nivel global debido a su elevada riqueza biológica, puesta en peligro por la creciente población humana, el desarrollo y la explotación de los recursos naturales (McNeely *et al.*, 1990). La concentración de especies por unidad de área y el número total de especies (segundo en el mundo después de Brasil), sitúan a Colombia entre los llamados países de la mega-diversidad.

El territorio colombiano conforma menos de 1% de la superficie terrestre pero alberga 6% de las especies de anfibios, 10% de los reptiles, 15% de los primates, 20% de las mariposas, 20% de las aves y 15% de las orquídeas; en resumen, cerca del 10% de las especies del mundo (McNeely *et al.*, 1990). Tomemos la diversidad de especies vegetales como un ejemplo. El número de plantas vasculares presentes en Colombia se calcula alrededor de 55,000, cifra muy elevada si se considera que la región Zambesiana, conocida como el centro florístico más rico de Africa (con un área tres veces mayor que la de Colombia) posee 8500 (Malaisse, 1993). Este «exceso de especies» característico del noroccidente del continente suramericano es probablemente el resultado del extenso sistema de cadenas montañosas y bosques nublados (Gentry, 1988).

GANADERÍA BOVINA

Bajo la denominación de ganadería bovina se incluye una inmensa variedad de sistemas productivos manejados por distintas etnias y grupos sociales con variados niveles de inserción a la economía de mercado, situados en distintos biomas terrestres y por lo tanto enmarcados en diferentes regímenes climáticos, tipos de suelos y formaciones vegetales. Para los fines de este trabajo diferenciamos dos grandes clases de actividad ganadera. La primera clase abarca todos aquellos sistemas en los que el ganado y el negocio derivado de los animales constituyen la principal motivación económica. Hay enorme variación en la productividad primaria (30 a 300 toneladas de materia verde/ha/año), en la calidad de la biomasa (4 a 12% de proteína cruda y 30 a 60% de digestibilidad), en la capacidad de carga (10 ha por animal a 10 animales por ha), en la producción de carne (100 a 2 000 kg de peso vivo/ha/año) y la producción de leche (500 a 12 000 l/ha/año). Las tasas de natalidad del ganado oscilan entre 40% y 90%. El área de los predios fluctúa entre 0,5 y más de 50 000 hectáreas. Hay amplia variación genética en los animales (varias razas, líneas y cruces de ganado cebuino, criollo de origen ibérico y europeo mejorado) y en los forrajes (gramíneas de origen americano y africano, gramíneas mejoradas, leguminosas nativas y exóticas, plantas rastreras, arbustos y árboles). El impacto ambiental de estos sistemas fluctúa entre el desgaste absoluto e irreversible de los suelos hasta la restauración parcial de ecosistemas degradados. Los actores sociales incluyen empresarios ganaderos y agroindustriales, campesinos minifundistas, colonos e indígenas, con ingresos per capita que oscilan entre menos de US\$1 000 y más de US\$500 000 por año, y periodicidad en el flujo monetario de más de dos años en la cría extensiva hasta semanal en la lechería. La generación de empleo varía entre uno por cada 200 hectáreas y más dos por hectárea. Los niveles de conflicto social asociados a esta clase de ganadería van desde la participación activa en la lucha armada hasta los verdaderos ejemplos de organización comunitaria y participación social.

La otra clase de actividad ganadera es aquella cuya principal finalidad es la compra-venta de tierras estimulada por la valorización que generan las obras de infraestructura, la expansión de centros urbanos (Gómez, 1993) o los negocios de oportunidad asociados al lavado de activos del narcotráfico (Bejarano, 1988). Más que un sistema productivo, esta clase de ganadería es una estrategia de ocupación del territorio, no sólo con fines económicos, sino para ejercer el poder político sobre las

regiones (Molano, 1990) y obtener prestigio social, siguiendo una tradición que se remonta a la época de la Conquista (Patiño, 1965, 1970). Estos sistemas ganaderos se entienden mejor en la medida en que se compara el costo de oportunidad de la tierra con las utilidades generadas por la actividad productiva. Se concluye que para la mayor parte de la producción bovina, el negocio ganadero es una actividad secundaria al negocio de tierras como bien primario de inversión (Gómez, 1993). Este hecho se exacerbó en las últimas décadas, cuando la ganadería se convirtió en una gran oportunidad para el lavado de dinero procedente de las actividades ilegales (Heath y Binswanger, 1995).

Hasta 1994, la legislación vigente en Colombia condicionaba la propiedad de la tierra al reemplazo de los bosques por sistemas agropecuarios. Para el propietario, justificar la posesión del predio implicaba frenar la sucesión vegetal, que en la mayoría de los casos tiende a restablecer la cobertura boscosa. Esto es difícil de lograr en sistemas agrícolas de gran tamaño debido a los costos elevados del control de la vegetación, pero es viable en sistemas de pastoreo. La ganadería como estrategia de ocupación del territorio se basa entonces en plantas de alta capacidad invasora (gramíneas en su mayoría) que impiden el crecimiento de los árboles. El desarrollo de las gramíneas se estimula a través del pastoreo del ganado y el fuego. Lo anterior implica una baja inversión en capital y trabajo por unidad de superficie, bajos costos de mantenimiento y la posibilidad de diferir estos costos en un lapso largo de tiempo. Esta actividad fomenta uno de los patrones más inequitativos de distribución de la tierra que se conocen en el mundo, con un coeficiente de concentración superior a 0.8 a partir de 1950 (Campillo, 1987, Fajardo *et al.*, 1997). Si bien es cierto que en muchos casos el avance de la ganadería es el resultado indirecto de las políticas estatales de titulación y del mercado de tierras, en otros casos la colonización ha sido impulsada por el Estado en forma directa, con apoyo internacional. La transformación de las selvas húmedas del piedemonte amazónico en Caquetá (unos 6 millones de hectáreas) fue co-financiada por el Banco Mundial entre 1966 y 1982 con un aporte de 44 millones de dólares (Jarvis, 1986).

CONFLICTO ENTRE GANADERIA Y LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD

Las causas directas de extinción de especies en Colombia incluyen: la deforestación, la transformación de hábitats y ecosistemas, la

construcción de vías y otras obras de infraestructura, la introducción de especies exóticas, la sobre-explotación, la contaminación y el cambio climático (Instituto Humboldt, 1997). Cada uno de estos factores se relaciona con la ganadería. Una breve consideración de las causas de la deforestación ilustra el punto mejor: colonización y expansión de la frontera agrícola y ganadera (73,3%), producción maderera (12%), consumo de leña (11%), incendios forestales (2%) y plantaciones ilegales 2% (DNP, 1996). El país ha perdido la tercera parte de los bosques húmedos por debajo de 1000 metros de elevación, 98,5% de los bosques secos y sub-húmedos y 63% de los bosques andinos (Etter, 1997), todos ellos caracterizados por altos niveles de riqueza y endemismo de especies. Probablemente la ganadería ocupa más de 80% de estas áreas.

Desde 1950 hasta 1986, las áreas cubiertas por pastos en Colombia pasaron de 12,1 a 26,7 millones de hectáreas, mientras los cultivos incrementaron de 2,6 a 4,3 millones de hectáreas (Heath y Binswanger, 1995). Sin embargo, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, en 1988 los pastizales ocupaban ya 40 millones de hectáreas. Aunque la mayor parte de las áreas deforestadas soporta sistemas ganaderos, no siempre es posible establecer la conexión directa entre deforestación y ganadería. Al fracaso de la agricultura en las áreas más frágiles se suma el hecho de que el mercado de tierras es más rentable que la actividad productiva que se realiza en ellas (Fajardo *et al.*, 1997). Es fácil entonces, entender por qué las tierras desnudas se transforman en pastizales.

Si bien la ganadería extensiva ocupa casi 90% del territorio intervenido, sólo contribuye el 4,3% del PIB Nacional, 22% del PIB Agropecuario y 60% del PIB Pecuario (El Espectador, 1995). La escasa generación de riqueza es el resultado de la ineficiencia biológica y de la mínima oferta de empleo. Las áreas en ganadería no han logrado reducir la pobreza rural. De 9 200 000 pobladores rurales en la década de 1980, 6 200 000 eran pobres y de éstos, 2 100 000 vivían en la pobreza absoluta (FAO, 1988). La producción total de carne se redujo en la última década a pesar del aumento del área en ganadería (FAO, 1997). Principios para minimizar el impacto de los sistemas ganaderos sobre la diversidad biológica.

Según Pimentel *et al.* (1992), la mayor parte de la diversidad biológica global existe en sistemas manejados por el hombre (principalmente agricultura y bosques sometidos a extracción maderera), debido a que estas áreas cubren 95% de los ecosistemas terrestres,

mientras que los parques nacionales, reservas y demás áreas protegidas ocupan sólo 3,2%. Si esta afirmación es válida también en el caso colombiano, quizás se debe más a la biodiversidad en bosques manejados que en sistemas agrícolas. Es necesario aceptar que incluso los agroecosistemas más diversos probablemente soportarán menos especies nativas que los hábitats naturales desplazados por ellos. Sin embargo, mientras algunos agroecosistemas son pobres en especies y proporcionan pocos hábitats para la fauna y flora silvestres, otros soportan numerosas poblaciones de la biota local. La ganadería puede reemplazar sistemas de alta diversidad biológica por ambientes pobres o puede contribuir a conservar una porción de la fauna y flora. En la zona de colonización del Guaviare en la Amazonia colombiana, 300 000 hectáreas de bosques con 500 especies vegetales por hectárea se han transformado en pastizales homogéneos con menos de 30 especies de plantas (Etter, 1990). En medio de extensos monocultivos de caña de azúcar en el Valle del Cauca, pequeñas áreas con sistemas silvopastoriles soportan una avifauna más rica que la de áreas circundantes, e incluso, que la de relictos de bosque seco (Cárdenas, 1997). Westman (1990) y Pimentel *et al.* (1992), han recopilado una serie de principios ecológicos que contribuyen a una producción agropecuaria y forestal más sostenible, al tiempo que mantienen cierta diversidad biológica. Estas ideas deberían ser igualmente aplicables a los ecosistemas templados y tropicales. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que la mayor parte de la biodiversidad la conforman organismos con un diámetro inferior a un centímetro. Mientras existen en la Tierra 45 000 especies de vertebrados y cerca de 270 000 de plantas, el número de insectos (aún no establecido), es de varios millones. Expresado por May (traducción de los autores), «en forma burda, y dejando de lado el chovinismo de vertebrados, todos los organismos son insectos» (May, 1988).

A través de un proceso convergente, los principios esbozados por Pimentel *et al.* (1992) han sido aplicados en los sistemas ganaderos diseñados y promovidos por la Fundación CIPAV durante la última década. Nuestra meta es demostrar que es factible lograr la restauración ecológica de zonas degradadas mediante el diseño inteligente de sistemas de producción agropecuaria adaptados a contextos ambientales y sociales específicos. Los principios ecológicos se enumeran de acuerdo con Pimentel *et al.* (1992). Los principios no son mutuamente excluyentes; en varios casos se refuerzan uno a otro.

Abundante biomasa y energía

Un número considerable de especies depende de la biomasa como fuente de energía. La productividad de los sistemas agrícolas y ganaderos se puede mejorar mediante el uso de residuos de cosecha, que constituyen una importante fuente de biomasa para varios organismos. Beneficios adicionales del reciclaje de residuos de cosecha incluyen la protección contra la erosión y la rápida escorrentía, y la conservación de los nutrientes y la materia orgánica del suelo. Un beneficio indirecto es la prevención de impactos negativos sobre los ecosistemas acuáticos dado que se evita el transporte de los sedimentos hacia los cuerpos de agua dulce. El impacto favorable podría extenderse desde los sistemas agropecuarios andinos hasta los arrecifes coralinos del Caribe (Patriquin, D., comunicación. personal.) Este principio es aplicado ampliamente en los sistemas productivos diseñados por CIPAV:

- Con la eliminación de la quema de los residuos de cosecha (cogollos o puntas y hojarasca) en el cultivo agroindustrial de caña de azúcar, se adicionan al suelo hasta 60 toneladas de biomasa fresca /ha/año con 30% de materia seca. Esta práctica, copiada del cultivo de la caña para alimentación animal, se inició en 1992 en pequeños lotes experimentales (2 ha). En la actualidad funciona con éxito en unidades hasta de 200 hectáreas en el Valle geográfico del río Cauca.
- Un cultivo de matarratón (*Gliricidia sepium*) establecido en 1987 en la hacienda El Hatico con el fin de proporcionar forraje de alta calidad para la suplementación de vacas de doble propósito produce 66,3 toneladas de forraje verde, equivalentes a 15,2 toneladas de materia seca/ha/año en cuatro cortes. Un estudio de los ciclos de nutrientes en el cultivo (Gómez y Preston, 1996) no reveló ninguna deficiencia de nutrientes (N, P, K, Mg, Ca, S). Al contrario, la concentración de algunos nutrientes (P, Ca, Mg) y la materia orgánica aumentaron en un ciclo anual. A pesar de la escasa duración de los ciclos de corte, el aporte de hojarasca (equivalente a la cuarta parte de la biomasa producida), fue suficiente para mejorar las características del suelo. La conservación del nitrógeno no es sorprendente si se tiene en cuenta la asociación simbiótica de *Gliricidia* con *Rhizobium* (bacteria fijadora de nitrógeno). En cambio, se debe destacar el aumento del fósforo disponible (133 a 154 ppm), el calcio y el magnesio en un sistema que exporta grandes cantidades de biomasa.

La eficiencia en la conservación de la materia orgánica (se registró un aumento del 3 al 5% en el ciclo anual) y en el reciclaje de los nutrientes explica la falta de respuesta del cultivo a la fertilización con excretas y la estabilidad en la producción de biomasa durante diez años.

Diversidad de especies vegetales

En general, la diversidad estructural y taxonómica de especies vegetales soporta una alta diversidad de otros organismos. Es sencillo aumentar la riqueza de plantas en los subsistemas de producción. Los policultivos, potreros arborizados y potreros con sucesión vegetal, sostienen una biota variada a la vez que promueven un uso eficaz de los nutrientes del suelo. En el caso específico de los sistemas ganaderos, una mayor diversidad de plantas se promueve mediante la eliminación de quemas y herbicidas. El mantenimiento de los pastizales se efectúa a través de podas y corte selectivo de la vegetación.

- El samán (*Albizia saman*) es un árbol bello y corpulento, de copa amplia en forma de sombrilla. Proporciona sombrío al ganado sin suprimir el crecimiento de los pastos. Su fructificación durante la estación seca, coincide con el período de mínima producción y máxima lignificación de los pastos. Las legumbres caen al suelo en grandes cantidades y son consumidas por el ganado. Se ha registrado 29,3% de proteína cruda, 40,7% de carbohidratos solubles y alta digestibilidad (73,7% de la materia seca in vitro; 1,78 Mcal de energía digestible /kg) en los frutos de samán (Roncallo *et al.*, 1996). Además es un árbol particularmente rico en entomofauna. Se destaca la riqueza de especies de hormigas y la abundancia y diversidad de abejas sin aguijón (Moreno y Cardozo, 1996).
- Cerca de 100 000 hectáreas del piedemonte seco de la cordillera occidental en el Valle del Cauca están erosionadas como resultado de una actividad ganadera caracterizada por el pastoreo extensivo y las quemas anuales durante la estación seca. En una zona con pluviosidad de 750 mm/año y vientos secos de 30 a 60 km/h, el hato La Ondina funciona con animales criollos de doble propósito de la raza Hartón del Valle. En la década de 1960 se suprimieron las quemas, se efectuó la tala selectiva de los arbustos espinosos y se dejaron los arrayanes (*Myrcia* sp.). Al mismo tiempo se introdujeron gramíneas como

guinea (*Panicum maximum*) y puntero (*Hiparrhenia rufa*). Los nacimientos y cursos de agua se aislaron con cercos y se permitió el crecimiento espontáneo de vegetación arbustiva. Se hicieron divisiones de potreros para la rotación de los animales. Como resultado de este esquema de manejo, aplicado en una extensión de 260ha, hoy se observa un bosque seco espinoso que contrasta con las lomas erosionadas que lo rodean. Durante la estación seca, los animales comen la hojarasca de tres especies arbóreas, ramonean hojas verdes de árboles y arbustos (que no parecen ser fuentes importantes de alimento durante los períodos de lluvia) y consumen los frutos de seis leguminosas de la sucesión. La nutrición de las vacas se complementa con ocho forrajes de corte (6 arbustos y dos gramíneas) cultivados en una extensión de dos hectáreas (Valderrama, 1995). Con una carga animal de 0,5 cabezas/ha, este ható no sólo es una de las pocas empresas ganaderas rentables en esta vertiente de la cordillera, sino que posee uno de los más variados relictos de vegetación nativa. La Ondina, una de las pocas haciendas lecheras de la región, contribuye a la conservación de un valioso recurso genético: el ganado Hartón, un animal rústico, de excelente fertilidad, longevo y adaptado a condiciones secas.

Cultivos asociados

Las leguminosas sembradas en hileras entre cultivos aumentan la diversidad de plantas, fijan nitrógeno atmosférico y contribuyen a la conservación del agua y el suelo. Ciertas combinaciones y rotaciones de cultivos favorecen la abundancia de predadores y parásitos para el control biológico. Entre 2 000 y 2 600 metros de elevación, las tierras del altiplano norte y la región oriental del departamento de Antioquia se destinan principalmente a las plantaciones de coníferas y papa y a la ganadería lechera con animales Holstein en praderas homogéneas de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Los suelos presentan bajos niveles de materia orgánica, bases intercambiables y fósforo disponible. Debido a que el kikuyo demanda altas cantidades de nitrógeno, se recurre con frecuencia a la fertilización química o con estiércol de porcinos. Mientras que con fertilización y suplementación de los animales con alimentos concentrados es posible tener hasta 4,5 vacas/ha y producir 7 600 litros de leche/ha/año, sin estas dos prácticas la carga disminuye a 0,7 animales/ha y la producción de leche a 2 000 litros (Tobón, 1997, Jaramillo, *et al* 1996). Las praderas fertilizadas en forma insuficiente tienden a ser

invadidas por helechos (*Pteridium aquilinum*) y pastos nativos. La incorporación de una especie fijadora de nitrógeno, que contribuya a descompactar el suelo y que además ayude a la regulación hídrica y al ciclaje de nutrientes en las praderas de kikuyo, es deseable porque permite reducir la dependencia sobre insumos externos, elimina el impacto ambiental de la fertilización química y atenúa el efecto erosivo del pisoteo del ganado. Sin embargo, la siembra directa de árboles en praderas de kikuyo es difícil, costosa y exige limpieza permanente y reemplazo constante de árboles muertos. En la finca Cien Años de Soledad, en el municipio de Rionegro, a 2 300 m de elevación, se estableció un sistema silvopastoril por medio de una rotación con cultivos. Potreros degradados e invadidos por malezas se destinan a la agricultura de fríjol voluble, maíz, papa y arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). En medio de los cultivos se siembran alisos (*Alnus acuminata*) a una distancia de 4x4 m. Los bordes de este sistema agroforestal se siembran con barreras de botón de oro (*Tithonia diversifolia*), un arbusto melífero de fácil propagación y rápido crecimiento, apetecido por el ganado y a la vez atrayente de entomofauna benéfica y aves consumidoras de néctar. Los alisos pequeños se benefician del cuidado de los cultivos (preparación del suelo, remoción manual de malezas, fertilización), sin un costo adicional para el agricultor. Luego de dos ciclos de agricultura, los árboles han alcanzado un porte suficiente para tolerar la competencia con el pasto. Entonces, se interrumpen las labores de limpieza y se permite la invasión espontánea del kikuyo con el fin de renovar las praderas y restablecer el pastoreo. Los suelos, aireados, abonados y con una estructura mejorada por la incorporación de residuos de cosecha, continúan recibiendo nitrógeno y otros nutrientes por medio de la descomposición de raíces y hojarasca del aliso. De esta forma, se renuevan las praderas degradadas y se reemplaza un monocultivo dependiente de subsidios externos por un sistema silvopastoril más diverso y estable.

Setos, cercos vivos y corredores de hábitat

Un corredor es un rasgo lineal de la vegetación, que difiere de la vegetación circundante y conecta al menos dos parches (tales como fragmentos de bosque) que estuvieron unidos en el tiempo histórico (Saunders, y Hobbs, 1991). Estos elementos del paisaje tienen gran importancia para el movimiento de la fauna y la dispersión de la flora entre hábitats que de otra forma estarían aislados. Otros elementos

lineales del paisaje, tales como cercos vivos o setos de arbustos, no siempre unen fragmentos de hábitats naturales, pero tienen gran importancia para la biota local. Corredores, setos y cercos vivos prestan importantes servicios a los sistemas ganaderos y agrícolas ya que proporcionan refugio para parásitos y predadores de organismos nocivos para estos sistemas productivos. Además, contribuyen a amortiguar los extremos de sequía y humedad, previenen la erosión del suelo, incrementan la biomasa vegetal y aumentan la diversidad estructural y taxonómica de la vegetación (Pimentel *et al.*, 1992). Varios autores (tales como Montagnini *et al.* 1992 y Simón, 1996) han subrayado la importancia de cercos vivos de *Gliricidia*, *Prosopis* y otros árboles para la separación de áreas de pastoreo. Montagnini *et al.* (1992) señalan la utilización de 92 especies arbóreas como cercos vivos en Costa Rica. Los beneficios de estos cercos para los sistemas ganaderos incluyen el sombrero, la producción de forraje y frutos de alta calidad nutricional, protección contra el viento, un efecto favorable sobre los suelos, disminución de los costos de posteadura y un menor impacto sobre los bosques naturales. Además, no sólo permiten el movimiento de variadas especies, sino que proporcionan refugio para la fauna nativa, incluyendo en algunos casos, especies propias de los bosques. Los elementos lineales de la vegetación asociados a los sistemas ganaderos van desde los setos de arbustos forrajeros como nacedero (*Trichanthera gigantea*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y morera (*Morus* spp), o forrajeros ornamentales como *Hibiscus* y *Malvaviscus* (Benavides, 1994), hasta los verdaderos corredores de bosque que atraviesan áreas de pastoreo. Mientras mayores sean la amplitud, la complejidad estructural y la diversidad de especies en setos, cercos vivos y corredores, más importante será su contribución a la biodiversidad local. En el caso de los cercos vivos, la asociación de varias especies de árboles o de éstos con palmas puede favorecer a la fauna local en forma considerable. La arquitectura de las palmas (géneros *Sabal*, *Attalea*, *Syagrus* y muchos otros), permite lograr una mayor diversidad y complejidad estructural en los cercos vivos sin sacrificar la entrada de luz. Un buen ejemplo de este tipo de cerco se observa con frecuencia en el Caribe colombiano, donde se asocia el matarratón (*Gliricidia sepium*) con palmas de coco (*Cocos nucifera*). En todos los climas, es posible manejar la sucesión vegetal para crear o diversificar las barreras de vegetación. La estrategia consiste en impedir el acceso del ganado y suprimir todas las labores de limpieza, la quema y el uso de herbicidas en estos sitios. Sin

embargo, la presencia de los pastos puede frenar la sucesión vegetal durante varios años. Con frecuencia la siembra de árboles puede acelerar el proceso. La sombra, sumada a las visitas constantes de aves y murciélagos portadores de semillas, favorece el desarrollo de una vegetación diversificada. Este principio se aplica en algunas praderas de kikuyo de la zona altoandina colombiana. En la cuenca alta del río Guamués (departamento de Nariño), los campesinos siembran barreras de eucaliptos y dejan de limpiar la vegetación nativa que regenera bajo estos árboles. El resultado después de varios años es un cerco vivo con varios estratos de vegetación, productor de madera y leña y muy frecuentado por la avifauna

Uso eficiente del estiércol

El estiércol le aporta materia orgánica valiosa al suelo, contribuye a conservar los nutrientes suministrados por otros fertilizantes y por lo tanto, en forma indirecta reduce la contaminación del agua y el aire (Pimentel *et al.*, 1992). La actividad biológica del suelo se estimula a través del uso de estiércol de herbívoros, fresco o procesado por lombrices rojas *Eisenia foetida* (Ferruzzi, 1987). Se piensa que las poblaciones de artrópodos benéficos del suelo se estimulan a través del efecto del estiércol sobre las cadenas alimenticias. Existen diversas prácticas de fertilización con estiércol, que implican diferentes niveles de procesamiento y de integración entre sistemas productivos. La cantidad y calidad de nutrientes en el estiércol, que a su vez varía según la nutrición de los animales, influye sobre los ciclos de nutrientes y las cadenas tróficas del suelo. En la mayoría de sistemas ganaderos de América tropical, basados en el pastoreo de gramíneas sin suplementación (a excepción de algunos minerales), el retorno de nutrientes a través de las excretas es incompleto y su distribución no es homogénea. Los suelos de baja fertilidad natural se empobrecen a través del pastoreo continuado. El ecosistema ruminal de los bovinos alimentados exclusivamente con gramíneas no fertilizadas suele ser deficitario en nitrógeno. Por esta razón, la producción de biomasa microbiana rica en proteínas se mantiene por debajo de su potencial. La suplementación con nitrógeno mejora la productividad de los bovinos por su efecto sobre los microorganismos ruminales, que son parcialmente asimilados en una etapa posterior de la digestión (Preston y Leng, 1987). Los avances más recientes relacionados con las prácticas de suplementación nitrogenada para animales en

pastoreo, incluyen: mezclas líquidas o sólidas de úrea con melaza o vinaza (bloques multinutricionales), excretas de aves, leguminosas rastreras, árboles y arbustos forrajeros y residuos agrícolas amonificados (Preston y Murgueitio, 1992). Aunque los efectos indirectos de estas prácticas sobre el suelo no se han estudiado, se asume que las excretas enriquecidas mejoran el balance de nutrientes en las praderas. Por lo tanto, la suplementación puede tener un impacto benéfico no sólo sobre los animales sino sobre el suelo y los organismos asociados. La fertilización química con compuestos nitrogenados ha sido ampliamente estudiada y aplicada a una escala global. Sin embargo, en los últimos años se han puesto en evidencia sus efectos adversos sobre el suelo, el agua y el aire. Una opción para corregir algunos de estos efectos es la fertilización orgánica, aunque ésta también puede contaminar las aguas superficiales y profundas (de Haan *et al.*, 1997). Las prácticas más simples de fertilización de praderas con estiércol incluyen la aplicación de excretas de aves, de porcinos alimentados con cereales o de bovinos, sin tratamiento. En la reserva Pozó Verde (municipio de Jamundí, Valle del Cauca), se diseñó un sistema de reciclaje y fraccionamiento de las excretas que minimiza la pérdida de nutrientes en el agua, a la vez que genera energía renovable y reduce la contaminación bacteriana. La orina de bovinos y búfalos recolectada durante el ordeño, combinada con las excretas de porcinos, se diluye, pasa a través de biodigestores de flujo continuo y se aplica por bombeo como riego-fertilizante (40,000 m³ de solución/año en 40ha de pastos). El biogás se emplea en la calefacción de lechones y la sustitución parcial de combustible diesel para la generación eléctrica. El estiércol de vacas y búfalas (550 ton/año) se traslada a instalaciones especiales para la producción de lumbri-compuesto (Cuéllar y Zapata, 1998). En los ecosistemas donde la baja fertilidad del suelo limita la producción agrícola, el estiércol de animales en pastoreo cumple un papel clave en el establecimiento de pequeñas áreas de poli-cultivos. En las sabanas naturales oligotróficas de la Orinoquia, el estiércol se acumula durante varios años en los corrales del ganado. Con el traslado de éstos, las áreas fertilizadas se aprovechan para la siembra de plátano, yuca, árboles frutales y maderables. Además de ser vitales para la seguridad alimentaria de los llaneros, estos pequeños huertos, conocidos como topocheras, constituyen verdaderas islas de recursos para la fauna silvestre (Forero *et al.*, 1997). Algo similar sucede en la región de Chita, en la Sierra Nevada del Cocuy. En esta zona de minifundios y suelos

degradados, los campesinos alojan las ovejas durante las noches en corrales de piedra. Después de algunos años, desplazan los corrales y aprovechan estas áreas para sembrar papa asociada con habas, cubios y otras plantas. Los muros de piedra se conservan con el fin de proteger los cultivos contra las heladas (Rojas, A, comunicación personal).

Diversidad de hábitats

La diversidad física de hábitats y micro-hábitats (heterogeneidad espacial) aumenta la diversidad de plantas y animales asociados. Un interesante mosaico de hábitats se ha formado en la Reserva Pozo Verde como resultado de la combinación de sistemas productivos. Pastizales homogéneos se mezclan con potreros arborizados con pízamo (*Erythrina fusca*), praderas con sucesión de árboles nativos como samanes (*Pithecellobium saman*), chiminangos (*Pithecellobium dulce*), guácimos (*Guazuma ulmifolia*) y palma corozo de puerco (*Attalea butyracea*), pequeños guaduales (bosques de *Guadua angustifolia*), un antiguo curso de un río, siete lagos para producción de plantas acuáticas, una laguna de oxidación, canales de descontaminación de aguas, cultivos de caña de azúcar, áreas de huerto y jardín, y un humedal. Cada sector del mosaico hace parte de una unidad de producción pero a la vez ofrece recursos para diferentes especies silvestres. Un reservorio artificial de agua para la agricultura se ha transformado en un humedal productivo donde se refugian numerosas poblaciones de aves (incluyendo especies migratorias y endémicas locales), anfibios, tortugas y peces nativos. En una escala menor de heterogeneidad espacial, los charcos temporales formados por el pisoteo de los búfalos, albergan numerosas larvas de invertebrados, que son consumidas por las aves. La conservación del humedal como refugio de fauna es posible gracias a que la integración entre subsistemas productivos mejoró la eficiencia de las áreas de pastoreo y permitió la liberación de 9 ha que no generan beneficios económicos directos. Un estudio de la avifauna presente en los distintos agroecosistemas de la reserva El Hatico, muestra diferencias interesantes en la riqueza de aves, aunque se consideraba improbable detectar patrones claros en un mosaico formado por unidades relativamente pequeñas. Mientras los monocultivos de caña que circundan la reserva tienen aves de 17 especies, la caña de El Hatico, manejada sin quemas ni plaguicidas, tiene 33 especies. Se registraron 27 en un bosque de guadua, 35 en un relicto de bosque seco, 43 en un sistema silvopastoril de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) con

árboles de varias especies (predominio de algarrobo *Prosopis juliflora*), 46 en un sistema silvopastoril similar al anterior pero con un estrato adicional de vegetación arbustiva (*Leucaena leucocephala*) para el ramoneo del ganado y 56 en un sistema agroforestal antiguo que combina árboles frutales, maderables y ornamentales. En total se registraron 133 aves pertenecientes a 39 familias. Se destaca la riqueza de tiránidos (atrapamoscas), familia representada por 19 especies (14% del total). El predominio de aves insectívoras indica que el mosaico de agroecosistemas ofrece abundancia de artrópodos (Cárdenas en preparación).

Reducción en el uso de pesticidas y otros compuestos tóxicos

Los pesticidas alteran la estructura normal y el funcionamiento de los ecosistemas al eliminar una amplia gama de especies susceptibles (Pimentel *et al.*, 1992). El uso de pesticidas puede reducirse por medio de controles biológicos adecuados y prácticas agrícolas tales como la asociación y rotación de cultivos. Existe un creciente interés por reducir el uso de productos químicos para el control de garrapatas, moscas y parásitos internos, así como de medicamentos alopáticos (antibióticos, promotores de crecimiento) en los bovinos, cuya aplicación es frecuente y a veces irracional (mezclas de productos o sobredosis). Estos compuestos pueden tener consecuencias sobre la salud humana, efectos residuales e impactos nocivos sobre otras especies (Food 21, 1997), todos ellos poco documentados. Una opción para el manejo de la salud animal sin tanta dependencia sobre insumos sintéticos, es la etno-veterinaria combinada con el uso científico de las plantas medicinales (Mejía, 1995).

El manejo de la sucesión vegetal en áreas de pastoreo elimina el uso de herbicidas y permite la producción simultánea de frutos, leña y madera, sin una disminución en la producción de los pastos. El control de la vegetación se efectúa mediante podas manuales.

Los primeros cultivos asociados de forrajes para la alimentación de cerdos y ganado bovino en el municipio de El Dovio (1 750 msnm, Andes Occidentales, Valle del Cauca), incluían sólo chachafruto (*Erythrina edulis*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*). Un brote severo de insectos minadores del follaje afectó a todos los chachafrutos, reduciendo al mínimo las hojas utilizables. Con la introducción posterior de 6 nuevos cultivos en el sistema, se logró reducir el problema a un nivel marginal.

La defoliación total y casi instantánea de los árboles de *Gliricidia* por larvas de *Azeta versicolor* (lepidóptero) es un evento normal en los

monocultivos de esta especie. El control convencional implica el uso de insecticidas de las categorías más tóxicas. En la reserva El Hatico (municipio de El Cerrito, Valle del Cauca), se practica el control biológico con *Bacillus thuringiensis*, avispas parasitoides del género *Trichogramma* y avispas depredadoras del género *Polistes*. Sin embargo, los arreglos mixtos de *Gliricidia*, *Trichanthera*, caña de azúcar y *Bixa orellana* en otros predios, nunca han requerido medidas para el control de *A. versicolor*.

Manejo apropiado de praderas

La mayor productividad del ganado se logra mediante una estrategia de manejo de los pastos que mantenga el nivel máximo de biomasa y evite el sobrepastoreo. Además de proporcionar forraje y cobertura vegetativa, los pastos productivos previenen la erosión y la rápida escorrentía del agua y a la vez contribuyen al soporte de otras especies presentes en el ecosistema (Pimentel *et al.*, 1992). Es necesario evitar el sobrepastoreo, que reduce la biomasa y la diversidad de los organismos asociados a los pastizales. Se conoce mucho sobre el valor nutritivo, los requerimientos de fertilización y el potencial de producción de biomasa de los pastos tropicales. También se han hecho avances significativos relacionados con las técnicas de manejo de los pastos, en especial la rotación de potreros con cercas eléctricas y la renovación de praderas. La asociación de gramíneas con leguminosas rastreras es uno de los campos que más atención han recibido por parte de los investigadores. Sin embargo, se reconoce un bajo impacto en la adopción por parte de los productores (Pezo *et al.*, 1992). Los resultados de estos trabajos no han sido puestos en práctica con el entusiasmo esperado dada la magnitud de la degradación de los suelos. Es necesario que los científicos que cuentan con más recursos para la investigación dirijan su atención hacia los árboles en los sistemas ganaderos, hacia sus posibilidades de hacer un uso más completo y eficiente de los nutrientes presentes en el suelo y hacia las innumerables ventajas adicionales como regulación hídrica, mitigación del estrés calórico de los animales, captación de CO₂ atmosférico, producción combinada de madera, frutas y forrajes y conservación de una parte de la biodiversidad.

La producción de biomasa del pasto estrella en El Hatico se comparó en tres sistemas diferentes: plena exposición al sol, asociado con árboles de algarrobo y asociado con *Leucaena* y algarrobo. Se registraron 22, 33 y

30 ton de materia seca/ha/año respectivamente. Sin embargo, en los sistemas silvopastoriles se logró la producción adicional de 650 kg de frutos de algarrobo en el primer caso y 400 kg de frutos más 6 ton de materia seca de *Leucaena* en el segundo. Mientras los potreros de pasto estrella con y sin algarrobo recibieron 184 kg de nitrógeno sintético/ha/año, el sistema estrella-algarrobo-*Leucaena* no recibió fertilización (Ramírez, 1997).

COMENTARIO FINAL

La urgencia de transformar los sistemas ganaderos del trópico americano es evidente. Los cambios políticos son necesarios para mejorar la equidad en el acceso a la tierra y en el caso colombiano, para des-incentivar la especulación con los predios rurales. Los propietarios que tienen un interés real en el ganado como medio de producción deben reconocer que existe un potencial biológico mayor si se hace un manejo inteligente de la naturaleza y se integra la ganadería con otros sistemas productivos. Los principios y ejemplos esbozados en este artículo son aplicables en cualquier escala y en cualquier contexto ambiental, social y cultural, siempre y cuando se identifique la forma de incorporar las variables biológicas y económicas locales en un modelo tecnológico apropiado. Por siglos hemos desarrollado una ganadería simplificada, basada en el monocultivo de gramíneas en contra de la dinámica natural de la mayoría de ecosistemas tropicales. En este modelo, los bovinos han sido un motor de la degradación ambiental. Sin embargo, no tienen por qué serlo si comprendemos el papel que pueden jugar un papel como «convertidores catalíticos móviles propulsados por energía solar» (Patriquin y Moncayo, 1991) con potencial para restablecer la fertilidad en áreas degradadas. A lo largo de millones de años de evolución, los bovinos explotaron y moldearon ambientes naturales diversificados. Por lo tanto la biodiversidad debe hacer parte de su presente y su futuro.

Bibliografía

- Bejarano, J. A.** 1988. Efectos de la violencia en la producción agropecuaria. *Coyuntura económica*, Bogotá, Vol. 18, No. 3.
- Benavides, J.** 1994. *Arboles y arbustos forrajeros de América Central*. Vol. 2, p.531-58. CATIE, Costa Rica
- Campillo** 1987. La estructura de la tenencia de la tierra y la pobreza rural en América Latina. pp 348-358. En: *Seminario Internacional de Economía Campesina y Pobreza Rural*. Ministerio de Agricultura de Colombia, Fondo de Desarrollo Rural Integrado. (Compilador: J Bustamante). Bogotá.
- Cárdenas, G** (en preparación) *Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes agroecosistemas*. Tesis de pregrado en biología, Universidad del Valle.
- Cuéllar, P. y Zapata, A** 1998. Integrated production at reserva Pozo Verde (draft). En: *Mistra-Food 21*, IFS, Fundación CIPAV *Towards a sustainable production in the 21st century*.
- DeHaan C, Steinfeld, H y Blackburn, H** 1997. *Livestock and the environment, finding a balance*. European Commission Directorate- General for Development, 115p.
- DNP**, 1996. *Política de bosques*. Documento CONPES no. 2834. Minambiente, DNP, UPA
- El Espectador**, 1995. *Indicadores de la ganadería*. Abril 23 de 1995. Bogotá, Colombia.
- Etter, A.** 1990. El Guaviare: efectos de la colonización ganadera en un área de bosque tropical amazónico. En: *Colombia, Ciencia y Tecnología*. 8(2):11-13. Colciencias. Bogotá.
- Etter A** 1997. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy, p43-61. En: *Nuestra diversidad biológica*, CEREC, Fundación Alejandro Angel Escobar.
- Fajardo, D., Mondragón, H. y Moreno, O.** 1997. *Colonización y estrategias de desarrollo*. 169 p. IICA, Bogotá.
- FAO**, 1988. *Potentials for Agriculture and Rural Development in Latin America and the Caribbean*, Anex II: Rural poverty. FAO, Rome.
- FAO**, 1997. *Boletín trimestral de estadísticas*, 10:(1 y 2), FAO, Roma.
- Ferruzzi, C.** 1987. *Manual de lombricultura*. Mundi Prensa, Madrid.
- Food 21**, 1997. *Food 21*, a MISTRA sustainable food production program plan. Uppsala, 84p.
- Forero, J., Murgueitio, E., Barriga, M., Valencia, C., Jaramillo, M. F., Paz, J., Palomino, G., Cifuentes, E., Durana, C., Gómez, M. E., Rengifo, J. C., Velázquez, A., Tamayo, G. y Molina, E. J.** 1997. Interrelaciones ecosistémicas y socioeconómicas de los sistemas de producción de la Orinoquia, p. 261-296. En *Sabanas, vegas y palmares, el uso del agua en la Orinoquia colombiana*. U. Javeriana, CIPAV, IMCA.
- Fundación CIPAV**, 1990. Managing for biodiversity *BioScience* 40:26-33.
- Gentry, A.** 1988. *Tropical forest diversity vs. development: opportunity or obstacle*. ECOBIOS.

- Gómez, L. J. 1993. *Producción Pecuaria. Elementos bioecológicos, históricos y económicos*. Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Nacional sede Medellín, Colombia, 285 p
- Gómez, M. E. y Preston, T.R. 1996. Ciclaje de nutrientes en un banco de proteína de matarratón (*Gliricidia sepium*) *Livestock Research for Rural Development* 8:(1).
- Heath, J. & Binswanger, H. 1995. Natural resource degradation effects of poverty and population growth are largely policy induced: the case of Colombia. *Environment and Development Economics*. 1(1)
- Instituto Geográfico Colombiano Agustín Codazzi, 1988. *Suelos y bosques de Colombia*, Bogotá.
- Instituto Humboldt, 1997. *Política Nacional de Biodiversidad*, DNP, Ministerio del Ambiente, Colombia.
- Jaramillo, J. A., Loaiza, A. & Quirós, J. E. 1996. Tipicación del sistema de producción papa-pastos-leche en el oriente antioqueño. ICA, CorpoIca, Pronatta. *Boletín de investigación* No. 4, Medellín, 30p.
- Jarvis, L. S. 1986. *El desarrollo ganadero en América Latina. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento*, Banco Mundial. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay, 258 p.
- Malaisse, F. 1993. The ecology of the Zambesian dry evergreen forest with recommendations for conservation. In: H. Lieth and M. Lochmann (eds.) *Restoration of tropical forest ecosystems*, Kluwer. Ac. Pub.
- May, R. 1988. How many species are there on earth? *Science* 242: 1441-1449.
- Mejía, J. 1995. *Manual de alelopatía básica y productos botánicos*. Sinproagro, Bogotá, Colombia, 84p.
- Molano, A. 1990 *Selva adentro, una historia oral de la colonización del Guaviare*. El Ancora Editores, 138p.
- Montagnini, F. et al. 1992. *Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos*. OET, Costa Rica, 622 p.
- Moreno, F. y Cardozo, A. 1996. Las abejas sin aguijón: ubicación y reconocimiento, sus relaciones con el bosque y alternativas de manejo. En: *Investigación y manejo de fauna para la construcción de sistemas sostenible*. MDSSA pp 143- 155, Fundación CIPAV (edición), Cali.
- McNeely, Miller K, Reid W, Mittermeier R & Werner T 1990. *Conserving the world's biological diversity*. IUCN, WRI, CI, WWF-US, World Bank, 193p.
- Patiño, V M 1965. *Historia de la actividad agropecuaria en América Equinoccial*. Cali, Imprenta departamental del Valle, 601p.
- Patiño, V M 1970. *Plantas cultivadas y animales domésticos en América Equinoccial*, Tomo 5, Imprenta departamental del Valle, 381p.
- Patriquin, D. G. y Moncayo, F. 1991 Cerrando el ciclo de los nutrientes, conceptos obtenidos de la agricultura orgánica. En: Zapata, A y Espinel R (editores) *Sistemas agropecuarios sostenibles y desarrollo rural para el trópico*. Tomo 1 Fundación Cipav, 134p.
- Pezo, D., Romero, F. y Ibrahim, M. (1992) Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne, p47-98. En: Fernández-Baca (editor) *Avances en la producción de leche y carne en el trópico americano*, FAO, Santiago de Chile.

- Pimentel, D., Stachow, U., Takacs, D., Brubaker, H. W., Dumas, A. R, Meaney, J. J., Oneil, A. S., Onsi, D. E. & Corzilius, D. B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural and forestry systems *BioScience* 42(5).
- Preston, T. R. & Leng, R. A. 1987. *Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and subtropics*. Penambul Books, Australia, 245p.
- Preston, T. R. & Murgueitio, E. 1992. *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. CIPAV, SAREC, Cali, Colombia, p. 89.
- Ramírez, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. En: *Sistemas sostenibles de producción agropecuaria* (Memorias electrónicas), CIPAV, Cali, Colombia.
- Roncallo, B., Navas, A. y Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: *Sistemas silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y CONIF. p81-92
- Saunders, D. A. & Hobbs, R. J. 1991. The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? En: Saunders, D. A. & Hobbs, R. J. (eds) *The role of corridors*. Surrey Beaty & Sons.
- Simón, L. 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo, pp 31-42. En: *Sistemas silvopastoriles: alternativa para una ganadería moderna y competitiva*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y CONIF.
- Tobón, J. A. 1997. *Entorno agroecológico y socioecológico del altiplano norte de Antioquia*, CorpoIca, Informe técnico No 3, Medellín, 28p.
- Valderrama, M. 1995. Silvopastoreo con ganado criollo Hartón del Valle en áreas de regeneración natural del piedemonte seco de la cordillera occidental del Valle del Cauca. En: *Sistemas pecuarios sostenibles para montañas tropicales*, p253-260.

Comentarios

Jorge Combellas

En las conferencias y comentarios hasta la fecha han surgido varias estrategias para transformar los sistemas pastoriles existentes que van desde el cambio total de los sistemas incluyendo a las especies animales hasta la introducción de mejoras individuales asociadas a árboles y arbustos en los sistemas actuales. Si bien todos ellos pueden ser útiles, ante una limitación de recursos hay que hacer énfasis en algunas estrategias y en ello comparto el comentario 2 de Salvador Hernández: es más factible convencer a un ganadero de introducir una mejora que inducirlo a cambiar totalmente el sistema. Muchos de los ejemplos presentados por Murgueitio y Calle son en este sentido. Me parece utópico pensar en revertir a bosques las extensas zonas con pastizales, si no hemos sido capaces de detener el proceso de deforestación.

Este último punto, aunque sale del contexto de esta conferencia, es de singular importancia. La magnitud de la deforestación sobrepasa ampliamente los tímidos intentos por revertirla. Y no es sólo en la Amazonia, foco de interés de la opinión mundial, sino en cualquier punto donde levantamos la vista en nuestro medio, que observamos impotentes como avanza la tala de bosques.

Se da como un hecho que hay deficiencias de N degradable en dietas a base de gramíneas sin suplementación. Ello es cierto en muchas gramíneas nativas y en residuos agrícolas fibrosos. Pero en pastos introducidos y sin limitaciones de oferta la concentración de N amoniacal en el líquido ruminal generalmente no es limitante para la actividad microbiana y por ello la frecuente ausencia de respuestas en vacas de doble propósito a la suplementación con este nutriente. La incorporación de follaje de leguminosas arbustivas a la dieta puede tener otros objetivos en estos casos, tales como sustituir alimentos concentrados, uso como forraje complementario en períodos de escasez, etc. Además de las múltiples ventajas para el sistema señaladas en la primera conferencia.

Elizabeth Olivares

Los ecólogos han estado haciendo llamadas de alerta sobre la insostenibilidad de la agricultura tradicional. Se han sugerido estrategias de manejo con base ecológica que incrementen la sostenibilidad de la agricultura (Matson *et al.*, 1997). La agricultura tradicional de

monocultivos ha conllevado a tala de árboles, uso intensivo de fertilizantes químicos y pesticidas, gastos altos de combustibles fósiles utilizados en el transporte de insumos y productos que se ha traducido en deterioro de la calidad de las aguas, incremento de CO₂ y óxido nitroso con consecuencias en el clima. Vitousek *et al.* (1997) han señalado que no existen en el planeta ambientes no alterados por el hombre. No se trata de tener ambientes intocables y gente muriéndose de hambre, sino que se han cuantificado cambios climáticos, pérdidas en la diversidad biológica y pérdidas de ecosistemas a los cuales no podemos ser indiferentes. Aunque la restauración de ecosistemas naturales y una agricultura con menos impacto a nivel de gases en la atmósfera y en los recursos hídricos se ha señalado como una necesidad, su realización se hace difícil por las implicaciones económicas a corto plazo. Murgueitio y Calle demuestran en su conferencia mediante ejemplos concretos los efectos negativos de la agricultura tradicional y la posibilidad de una alternativa en nuestros ecosistemas. La baja fertilidad de muchos de nuestros suelos y las plagas hacen tan difícil la vida del agricultor que muchos prefieren dedicarse a trabajos menos ingratos. La agroforestería no parece algo fácil por requerir además de tiempo y asesoría. Parece posible solo con la ayuda económica de fundaciones, el estado, etc. El hecho que la Fundación CIPAV haya logrado éxito en 10 años de trabajo es un estímulo. Ellos han producido mejoramiento de la calidad de vida de un sector de la población anteriormente golpeado, han trabajado en la recuperación de sus ecosistemas, han hecho una labor de educación a distintos niveles, han producido información científica valiosa no solo por su aporte intelectual sino por su aplicación inmediata y han sabido comunicar sus logros a nivel internacional.

Por último quiero llamar la atención sobre la importancia de la investigación. Por ejemplo: conocimiento de la bioquímica y fisiología de los árboles tropicales debería ampliarse en el sentido de tener información sobre las especies idóneas en cada caso, el momento estacional óptimo de cosecha en términos de contenido de carbohidratos no estructurales y proteínas, la concentración de compuestos antiherbívoros que acomplejan las proteínas, el efecto del factor fuego, etc.

- Matson, P.A., Parton, W.J., Power, A.G., & Swift, M.J. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Sci.* 277:504-9.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J., & Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Sci.* 277: 494-99.

Enrique Murgueitio y Zoraida Calle**Sobre los comentarios de Jorge Combellas, Salvador Hernández, Daniel Omar y Elizabeth Olivares**

Coincidimos en que la deforestación es el fenómeno ambiental más grave y acelerado en América Tropical, no sólo en la Amazonia. Las cifras recientes son claras (WRI 1996, Winograd *et al* 1995, De Haan *et al*, 1997). Existen tres formas de contrarrestar la deforestación: a). frenar su avance; actuando sobre los fenómenos sociales que la desencadenan; b). conservar áreas libres de intervención antrópica significativa, y c). rehabilitar o restaurar áreas degradadas para que recuperen su capacidad de generar bienes y servicios ambientales. Mantener para las generaciones futuras una porción de los ecosistemas naturales y de la biodiversidad que resguardan implica la aplicación conjunta de los tres tipos de estrategias. Cada caso específico, con su mezcla de ingredientes sociales y ambientales, exige énfasis diferentes. Por ejemplo, la zona Andina colombiana, que conserva sólo la quinta parte de sus bosques y muestra síntomas claros de deterioro de los suelos, requiere la preservación de las áreas con cobertura boscosa y la restauración de bosques. Esto podría lograrse si se mejora la eficiencia de la producción en las zonas más fértiles y se liberan las áreas frágiles para la sucesión vegetal. En la conservación de áreas (parques y reservas) se invierten crecientes recursos humanos, financieros y políticos y hay ejemplos de todo tipo en América Latina. Sobre procesos de restauración hay menos ejemplos, en parte debido a su costo y a las decisiones que deben tomarse, en especial el «sacrificio» sobre la economía de corto plazo de algunos sectores de la sociedad. Sin embargo debemos llamar la atención sobre el hecho de que la cobertura de todos estos esfuerzos llega en el mejor de los casos al 10 o 15% de las áreas que requieren protección o rehabilitación ecológica. El resto del territorio sigue en conflicto de uso y la ganadería aparece a la cabeza de estos conflictos. Pensamos que si se trata de priorizar esfuerzos y recursos escasos, es urgente dirigirlos a frenar la frontera agropecuaria a través de la transformación de sus procesos caracterizados por el daño ambiental y la ineficiencia biológica y socioeconómica.

Agradecemos el reconocimiento que hace Elizabeth sobre el trabajo de CIPAV, dirigido a corroborar la viabilidad de esta idea. Lamentablemente, debemos reconocer que los resultados sólo alcanzan a impactar una minúscula proporción del territorio afectado. Aunque estamos satisfechos con los logros dado nuestro carácter de pequeña ONG, creemos urgente que otros actúen rápido y sin tanta desconfianza

hacia el potencial de nuestros propios sistemas. Esta es la mayor enseñanza de los productores con quienes hemos trabajado.

El comentario de Salvador Hernández sobre la mano de obra en los sectores rurales ha tenido una excelente respuesta de Daniel Omar, quien demuestra en distintas situaciones que los campos no están condenados necesariamente a manejarse sin mucha gente. La compartimos por completo. Queremos agregar que hay una situación reciente que no mencionó Omar: numerosas personas están migrando de la ciudad al campo ante la frustración por las oportunidades que no encontraron. La mayoría de ellas son jóvenes, lo que demuestra que no es sólo la nostalgia del campesino que abandonó su tierra como lo afirma el estereotipo. Para cosechar el café o las hojas de coca se pagan salarios superiores al mínimo urbano y rural. La respuesta es inmediata. Verdaderas legiones de proletarios aparecen en las regiones que demandan mano de obra, muchas veces sin publicidad. Este hecho nos hace pensar que es necesario mejorar la calidad del empleo rural en todas las situaciones (familias campesinas, asalariados de empresas agroindustriales y ganaderas) y que los sistemas ganaderos tienen una deuda social que no puede excusarse con el argumento de que no hay mano de obra. Si en el pasado las regiones ganaderas fueron expulsoras de gente, en el futuro deben ser polos de atracción y generación de empleo de calidad. Los sistemas agroforestales son una de las mejores opciones para el aporte social de esta actividad. Un ejemplo indica que esto es posible. Con menos de siete hectáreas dedicadas a la actividad ganadera, la reserva El Ciprés (un predio campesino) genera 10 empleos directos adicionales a la familia, en una zona donde el desempleo rural se acerca al 20%.

De Haan, C., Steinfeld, H., Blackburn, H. 1997. Livestock and the environment. European Commission Directorate-General for Development, Development Policy Sustainable Development and Natural Resources, 115p.

Winograd, M. 1995. Indicadores ambientales para América Latina y el Caribe: hacia la sostenibilidad en el uso de las tierras. GASE. Proyecto IICA-GTZ-OEA-WRI. San José de Costa Rica, 84p.

World Resource Institute 1996. World Resources, 424p.

Roberto Sánchez y Gustavo Febles

Creemos que hubiera sido importante comentar acerca de la importancia de los estudios de genética y de conservación de germoplasma así como hacer énfasis en la introducción de sistemas silvopastoriles sin interrumpir

el proceso productivo de la unidad pecuaria. No obstante, aborda un grupo muy importante de modalidades para introducir árboles en la ganadería. Hubiera sido bueno abordar el impacto económico y social derivados de la introducción de los sistemas lo que es fundamental en la interpretación holística de estas disciplinas. Quisiéramos comentar que el aumento de la biodiversidad es un principio fundamental para lograr la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios tropicales y no debe ser evaluada de manera arbitraria y desde un punto de vista cuantitativo ya que en ocasiones este elemento trae consigo la aparición en el ecosistema de especies de bajo valor nutritivo y productivo.

Se hace referencia al departamento de Antioquia donde se logran en sistemas ganaderos mantener hasta 4,5 animales/ha y 7 600 litros de leche/ha/año con tecnologías que incluyen el empleo de fertilización química y suplementación con concentrados para los animales. Cuando no se aplica este tipo de tecnología la carga no sobrepasa 0,7 cabezas/ha y 2 000 mil litros/ha/año. En ambos casos se manifiestan marcados rasgos de insostenibilidad y degradación ambiental. Sin embargo en el primero al menos se logra un significativo nivel productivo y se conoce que el principal reto de la actividad agropecuaria en la actualidad, en satisfacer las necesidades alimenticias de una población en crecimiento además de una reducción de las superficies agrícolas.

Como ejemplo de alternativa a esta situación se plantea la implantación de un sistema agroforestal en que los árboles se establecen en un sistema de rotación de cultivos en la Finca Cien Años de Soledad en el municipio Río Negro. Aunque se exponen algunos resultados que demuestran la recuperación de las áreas bajo este manejo no se brindan los resultados productivos de este nuevo sistema que si bien tiene evidentes ventajas ambientales, necesita para ser verdaderamente deseados niveles de producción sostenibles que contribuyan a satisfacer las actuales necesidades de la población.

Danilo A. Pezo

Disculpen que algo tardíamente envíe algunos comentarios relacionados con la excelente contribución de Enrique Murgueitio y Zoraida Calle, titulada «Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia». Aún cuando ya hemos recibido la contribución de los colegas de Cuba y el trabajo sobre Palmas, espero mi participación sea aún oportuna, máxime que siento hubieron pocas reacciones a un tema tan relevante como el presentado por los colegas del CIPAV.

Aún cuando los autores se refieren específicamente a la realidad colombiana, me parece que con excepción de unas pocas situaciones particulares que aplican a Colombia, el mismo es bastante extrapolable a lo que sucede en la mayoría de países de América Tropical.

Cuando se habla de la diversidad biológica, los autores hacen referencia a la riqueza de Colombia y Brasil en este campo, sin embargo la riqueza biológica es también atributo del resto de países tropicales de América del Sur y de Mesoamérica. Incluso, algunos de los países más pequeños, como Costa Rica por ejemplo, son más ricos cuando la diversidad biológica se expresa en términos de densidad (número/km²) (Vaughn y Mo, 1994).

Creo todos coincidimos en la importancia de la biodiversidad biológica del trópico, pero me parece en algunos casos se piensa que su conservación es responsabilidad de las comunidades indígenas, los productores pobres desplazados a las áreas de frontera agrícola, los ganaderos medianos y grandes, o de los grupos conservacionistas. Igualmente, muchas veces parece se ve esto como responsabilidad exclusiva de los gobiernos de los países del Tercer Mundo. Y cuando hablo de **responsabilidad** no me refiero sólo a la «denuncia cuando esta es afectada», sino también al **pagar por ella**. En años recientes han surgido algunos mecanismos en esta última dirección (p.e. Intercambio de Deuda por Naturaleza, Bonos por Captación de CO₂ o por producción de O₂, Impuestos a los Combustibles), los mismos que a nivel nacional se viabilizan en «incentivos» para promover la conservación de áreas de bosque o la reforestación. Sin embargo, donde con frecuencia se falla es en la **equidad** en la distribución de dichos beneficios. Un ejemplo que ilustra esto es el caso de los Certificados de Abono Forestal en Costa Rica, los mismos se aplicaban por hectárea de terreno reforestado, en lugar de por número de árboles plantados. Esto obviamente dejaba por fuera a los pequeños productores, quienes la única opción que tenían de incorporar árboles en sus fincas era en las cercas vivas o en linderos, pues sus limitaciones de terreno no les permitían tener los árboles en rodales. Tampoco calificaban para el incentivo diversas formas de introducción de árboles en sistemas agroforestales.

En cuanto al análisis de la relación entre la ganadería y la deforestación que hacen Murgueitio y Calle, en buena medida las causas identificadas por ellos coinciden con lo sucedido en América Central (Kaimowitz, 1996). Quizás una característica diferencial de América

Central es el impacto que tuvo la apertura del mercado de los EEUU a las importaciones de carne de esta región en las décadas de los 60's y 70's, y sus consecuencias en la deforestación, lo cual se ha dado en llamar la Conexión de la Hamburguesa (Myers, 1981). Lo importante es que en los 90's han disminuido la tasa de deforestación en la región (Kaimowitz, 1996); incluso datos del Centro Científico Tropical evidencian que en Costa Rica esta tasa ha sido de 0% en 1997. Obviamente esto no significa que se ha detenido la tala de bosques naturales, sino que la reforestación es equivalente a la tala. Lo que sí sabemos es que la deforestación de los remanentes de bosque natural ha disminuido significativamente y hay una participación cada vez más importante de las plantaciones forestales en la producción de madera para aserrío.

Quizás preguntas claves son: ¿en qué medida esas plantaciones forestales (frecuentemente monófitas y con especies de rápido crecimiento) soportan poblaciones importantes de la biota local?. Por otro lado, si se aceptan como válidos los conceptos de Ecología Insular (Fragmentación de Hábitats) de Wilcox (1980) ¿qué contribución pueden hacer a la conservación de la biodiversidad el establecimiento de opciones silvopastoriles -por más complejas que sean en su composición-, cuando estas se hacen en «fincas aisladas», como algunos de los ejemplos citados en el trabajo de Murgueitio y Calle?.

Por si acaso, con esto último no digo que los esfuerzos del grupo CIPAV son irrelevantes, sino por el contrario, que estos se potenciarán en la medida que esas experiencias se apliquen a un nivel mayor (e.g. «regional»), lo cual supone la participación de grupos organizados, quizás promovida inicialmente por algunas políticas de incentivos.

- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation. Central America on the 1980s and 1990s: A policy Perspective. CIFOR Special Publication, Jakarta, Indonesia. 88 p.
- Myers, N. 1981. The Hamburger Connection: How Central America's Forest Became North America's Hamburgers. *Ambio* 10: 3-8.
- Vaughn, C. y Mo, C. 1994. Conservando la biodiversidad: Interfases con producción animal. In: Ganadería y Recursos Naturales en América Central: Estrategias para la Sostenibilidad. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 175-194.
- Wilcox, B. 1980. Insular ecology and conservation. In: Conservation Ecology: An Evolutionary-Ecological Perspective. Sinauer Associates, Sunderland, Mass. pp. 95-117.

Zoraida Calle y Enrique Murgueitio**Respuesta a los Comentarios de D. Pezo, R. Sánchez y G. Febles**

La teoría de biogeografía de islas de MacArthur y Wilson tiene aplicaciones de indudable importancia en la biología de la conservación, pero también tiene limitaciones importantes. No todos los fragmentos de hábitat se comportan como islas oceánicas, aisladas por un mar que constituye una barrera insalvable para los organismos. Diferentes tipos de matrices determinan diferentes grados de aislamiento, o dicho en forma más positiva, diferentes configuraciones de la matriz favorecen distintos grados de conexión (**connectivity** en la literatura especializada actual) entre fragmentos de hábitat. Algunos tipos de matriz son, de hecho, barreras infranqueables para ciertos organismos pero no para otros. Por ejemplo, los pastizales homogéneos son barreras para el movimiento de varias aves frugívoras del bosque, pero no lo son para los murciélagos frugívoros. El punto que quisimos destacar en nuestro artículo es que a través de sistemas productivos de mayor complejidad estructural y taxonómica es posible lograr (en la matriz que circunda los fragmentos), una modificación que favorece el movimiento de ciertos organismos. Una matriz agroforestal o silvopastoril contribuye a atenuar la insularidad de los fragmentos de bosque, como lo sugieren los datos de El Hatico citados en nuestro artículo. La misma tendencia la sugieren otros estudios centrados en la distribución espacial de hormigas (como Roth *et al.*, 1994). El estudio clásico de Klein (1989) sobre la distribución espacial de los escarabajos coprófagos en fragmentos de bosque en la Amazonia brasileña, muestra como la insularidad de los fragmentos, es decir su aislamiento con respecto a otros, es absoluta cuando la matriz es de pastos pero disminuye cuando la matriz es un rastrojo (regeneración natural) de sólo dos años de edad.

Es importante destacar (ya que el énfasis nunca es suficiente) que la mayor parte de la diversidad biológica del planeta está conformada por artrópodos. Cuando afirmamos que los sistemas agroforestales y silvopastoriles pueden hacer contribuciones significativas a la conservación de la biodiversidad no estamos afirmando que éstos puedan soportar poblaciones viables de grandes vertebrados, sino que pueden sostener poblaciones de plantas con su complemento de herbívoros, parasitoides y demás organismos, la mayoría de ellos con menos de un centímetro de diámetro. Para muchos seres vivos, los hábitats productivos de una finca de tamaño pequeño no son fragmentos sino universos.

Además, es necesario tener en cuenta la movilidad de los organismos. Muchas especies se desplazan libremente entre fragmentos de hábitat.

Sobre la importancia de estudios genéticos y de conservación de germoplasma (señalada por Roberto Sánchez y Gustavo Febles en su comentario), podemos decir que instituciones nacionales e internacionales han hecho contribuciones importantes al conocimiento de varias especies de pastos, leguminosas rastreras y en menor proporción, árboles y arbustos forrajeros. La conservación *ex situ* es sólo una de las formas de preservar y utilizar la biodiversidad. Nuestra principal crítica a esta estrategia de conservación es que aísla a las especies y variedades de su contexto ecológico (sus especies acompañantes, su complemento de herbívoros, parasitoides y demás), social y productivo. Otra desventaja de importancia fundamental es el costo de establecer y mantener bancos de germoplasma *ex situ*. Los costos implican que sólo entidades con presupuestos muy altos pueden hacer este tipo de conservación. Para compensar estos costos, es necesario hacer investigación cada vez más sofisticada (tipo ingeniería genética), que sólo empresas multinacionales, centros internacionales y gobiernos muy conscientes de la importancia del avance científico en la agricultura (como el cubano), están dispuestos a seguir financiando. CIPAV es una organización muy pequeña, con pocos recursos financieros. Nuestra investigación sobre la variabilidad genética en el nacedero (ver artículo de Ríos y Rosales en esta teleconferencia), responde a la necesidad de caracterizar materiales genéticos muy heterogéneos. Se hacen colecciones (conservación *ex situ*) pero éstas no son centralizadas en una institución sino que son manejadas y compartidas con libertad por los productores.

El comentario de Sánchez y Febles señala también la inconveniencia de permitir la presencia de especies «de bajo valor nutritivo y productivo» en las áreas de pastoreo. Consideramos válido preguntar: ¿bajo valor nutritivo y productivo **para quién**? ¿Acaso sólo es necesario tener en cuenta los requerimientos de los bovinos? ¿Qué ocurre, por ejemplo si esas mismas especies «de bajo valor nutritivo y productivo» producen abundantes recursos para abejas productoras de miel, búfalos, parásitos naturales de plagas agrícolas y demás organismos benéficos asociados al sistema de producción? ¿No sería acaso más inteligente estudiar y aprovechar el aporte de estas especies de bajo valor nutritivo y productivo? ¿Cuánto cuesta, (o mejor, cuánto vale) un litro de miel de abejas obtenido como producto secundario de un sistema silvopastoril?

Muchas de las especies que en la actualidad son elementos fundamentales de los sistemas agropecuarios diseñados por productores vinculados a CIPAV (por ejemplo, el botón de oro, *Tithonia diversifolia*, y el algarrobo, *Prosopis juliflora*) fueron considerados malezas abominables en el pasado por algunos profesionales y ganaderos.

Estamos de acuerdo en que los temas económicos y sociales son fundamentales en los análisis de tipo holístico. De hecho todo nuestro esfuerzo al principio del trabajo se basa en el estudio de las relaciones entre ganadería y diversidad, tema que se retoma en las conclusiones finales, donde además se insiste en que para superar los conflictos entre ganadería y medio ambiente, la atención debe centrarse en resolver los problemas sociales y políticos generados por la concentración de la tierra, la baja oferta de empleo y la producción ineficiente de alimentos (por la baja producción biológica o por el exceso de insumos externos). No incluimos datos económicos en los ejemplos para no prolongar el artículo y porque algunos serán citados más adelante en otros documentos de esta teleconferencia (por ejemplo el caso de El Hatico). Para nosotros es claro que en el caso ganadero, la diversidad biológica es compatible con la economía no solo de mediano y largo plazo, también en lo inmediato.

En el ejemplo de Antioquia, no tenemos el análisis total de las cifras biológicas ni económicas debido a que es una experiencia que lleva poco tiempo. Hasta ahora podemos decir que el comportamiento de la pradera con el aliso es similar al monocultivo de kikuyo con mediana fertilización química u orgánica, por lo cual esperamos comportamientos del sistema animal intermedios entre los dos extremos mencionados. Si los animales recibieran las dosis de concentrado comercial que se les ofrecen en los sistemas más intensivos de la región, no tenemos duda de que este sistema podría alcanzar parámetros equivalentes en producción de leche e incluso en carga animal/ha. Pero ese no es el objetivo del productor que está realizando el cambio tecnológico, ni tampoco el nuestro. Es bueno decir que hay referentes mejor desarrollados para este ejemplo. En Costa Rica Montagnini *et al.* (1992, p.84) citando a Russo (1990) menciona que el sistema de producción de leche asociado con Jaúl (el mismo aliso, *Alnus acuminata*) en la región central cercana a San José, ocupa alrededor de 50 000 ha. Ellos tienen mejores cifras de producción de pastos, leche y madera, pero desconocemos si existen trabajos sobre la diversidad biológica asociada y sobre el mejoramiento de suelos o los efectos positivos de no aplicar fertilizantes químicos. Sería interesante que

algunos de los investigadores centroamericanos que siguen la teleconferencia aporten comentarios en este sentido.

Sobre la responsabilidad en la conservación de la diversidad biológica, coincidimos con el doctor Pezo en que ésta debe ser compartida por toda la sociedad humana y en buena medida financiada por quienes tienen el poder económico en los países desarrollados y en nuestros países. Sin embargo, estamos convencidos de que los esfuerzos de carácter global como los acuerdos de Río 92 y la reciente cumbre sobre el cambio climático de 1997 están lejos de incidir con la intensidad necesaria para revertir las tendencias que afectan a la riqueza biológica. Creemos que hay mucha responsabilidad en los propios actores que intervienen los territorios biodiversos y que se pueden hacer cambios que beneficien al sistema productivo, y en forma indirecta, a los procesos naturales, sin necesidad de depender de proyectos y financiaciones externas (que muchas veces no llegarán).

Sobre los análisis económicos y los negocios asociados a la diversidad, nos parece importante el desarrollo de mercados nuevos para los bienes y servicios ambientales (captación de CO₂, incentivos a la regulación hídrica) y el crecimiento de otras actividades complementarias a la actividad ganadera como ecoturismo y agroturismo. Estas actividades podrían ser parte de la diversificación ganadera en que tanto insistimos. Pero también coincidimos con el doctor Pezo en que la distribución es inequitativa. En el caso colombiano el Certificado de Incentivo Forestal (copia del modelo chileno) sólo beneficia a las plantaciones homogéneas de pinos y eucaliptos y es estímulo se concentra en un número mínimo de grandes empresas privadas. En cambio el Certificado de Incentivo a la Conservación de Bosques Nativos, a través del cual algunos ganaderos con relictos boscosos podrían obtener beneficios por su labor de conservación, existe desde 1997 pero todavía no se aplica porque carece de financiación. Los programas de reforestación de microcuencas con recursos del Banco Interamericano de Desarrollo privilegian la siembra convencional de bosques bajo modelos que excluyen los sistemas agroforestales y la sucesión vegetal. Nunca financian sistemas silvopastoriles ni cultivos de árboles y arbustos forrajeros. El agro y el ecoturismo en fincas ganaderas son actividades que requieren inversiones financieras, infraestructura local y regional, además de una intermediación (las empresas operadoras de turismo), factores que limitan

el negocio a ciertas condiciones, no precisamente de pequeños campesinos.

Una aclaración importante de tipo político es que la distribución de los recursos internacionales no es uniforme ni mucho menos equitativa en la región. Países pacíficos como Costa Rica concentran gran parte de estos fondos mientras que países en guerra y estigmatizados como el nuestro, tienen acceso a fracciones mínimas, esto sin mencionar siquiera el caso cubano. No es realista en nuestras condiciones esperar soluciones de afuera. Tampoco es realista esperarlas del gobierno nacional. Como opción nos queda trabajar en forma individual con productores poseedores de un sentido ético de respeto por la vida. Por esta razón, no nos preocupa presentar ejemplos de «fincas aisladas». Los procesos perdurables de cambio cultural se construyen de abajo hacia arriba. En el caso de la aplicación de principios para reducir el impacto de la ganadería sobre la diversidad biológica, reafirmamos que los ejemplos deben ser locales para que tengan la posibilidad de irradiarse en contextos agroecológicos y socioeconómicos similares. En este sentido destacamos el papel que tienen las fincas «aisladas» (el término es un juicio a un momento en el tiempo que puede cambiar en el futuro) en procesos de ordenamiento ambiental del territorio (ver artículo de Siadeguian, Rivera y Gómez, en esta teleconferencia). Este ordenamiento, que no es otra cosa que la aplicación del conocimiento y la planificación espacial, debe ser concertado con las unidades que gobiernan el territorio (quien gobierna es quien decide y en nuestro caso el que menos decide es el Estado o sus funcionarios). De lo contrario, no funcionará. Las unidades son los predios. En ellos se realizan las actividades ganaderas que deben transformarse mediante la combinación de medidas que incentiven unas actividades y limiten o restrinjan otras. En la medida en que se avance en el ordenamiento ambiental participativo, tendremos la multiplicación de los ejemplos que mencionamos. En el caso de la Reserva El Ciprés, más de diez predios campesinos han copiado lo que se inició hace años gracias a la decisión de cambio de Tiberio Giraldo, sin apoyo estatal. En términos de la ecología del paisaje, ya hay conexión entre fragmentos de bosques. La matriz dominante de pastizales fue reemplazada por una combinación de coberturas vegetales que fomentan la diversidad. Sin el ejemplo individual pionero y local, jamás se hubiera convencido a otros campesinos de cambiar. Además El Ciprés es visitado por incontables

productores de tosas las escalas y de muchos lugares, que adoptan y transforman los principios a sus condiciones ambientales y sociales.

Klein, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70(6):1715-1725.

Montagnini, F. *et al* 1992. Sistemas agroforestales, principios y aplicaciones en los trópicos. /segunda edición/ OET, 622p.

Roth, D. S., Perfecto, I., Rathcke, B. 1994. The effects of management systems on frong-foraging ant diversity in Costa Rica. *Ecological Applications* 4(3):423-436.

Elizabeth Olivares

Sobre la respuesta de E. Murgueitio y Z. Calle

Sobre el aspecto político, económico y social me gustaría comunicarles algunas experiencias que tienen que ver con este tema y que han sido relatadas en el último número de la revista de la Sociedad Venezolana de Ecología, *Ecotropicos* 9 (2) 1996, (los números de la revista tienen retraso por razones presupuestarias y salieron este año). Los trabajos habían sido presentados en el Seminario-Taller: Manejo Agroecológico de Sabanas. El evento tuvo lugar en Valle de la Pascua, Venezuela en 1995 y participaron Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, así como Canadá.

En Venezuela se han aplicado por varios años técnicas agrícolas que requieren insumos altos, tales como fertilización química, mecanización y uso de agroquímicos. Esto ha sido posible por nuestros recursos económicos y por una política de subsidios establecida por el Estado en el sector agropecuario. Sin embargo este tipo de agricultura ha producido pérdida de la capacidad productiva de los suelos de las sabanas, donde se encuentra la mayor parte de nuestra ganadería bovina. Se han presentado problemas de erosión, contaminación y compactación de suelos. Por otra parte la agricultura no se ha sostenido cuando los subsidios gubernamentales han sido eliminados. Este problema ha sido discutido por López-Hernández y Ojeda (1996) y estos autores proponen diversas alternativas agroecológicas de manejo como cultivos adaptados, uso de roca fosfórica, estímulo de la biofertilización, etc., así como sistemas de acumulación y transformación de la materia orgánica, tales como lombricultura, uso de coberturas y abonos verdes, uso de materia orgánica equina y bovina, porquinaza, gallinaza, etc. Por otra parte Mata *et al.* (1996) describen también una serie de estrategias de bajos insumos para la utilización de las sabanas y entre sus ejemplos encontramos una ganancia de peso del ganado (muntas de 22 meses de edad) durante la época seca, por suplementación de la alimentación con bloques de

Gliricidia sepium y roca fosfórica. Observaron una ganancia de peso de + 300 g/d, mientras que los controles que se alimentaban con el pasto nativo (*Trachypogon* sp.) perdieron peso (- 182 g/d). García-Guadilla (1996) describe un incipiente movimiento agroecológico venezolano y denuncia un desinterés de la comunidad científica y del Estado, señala que .. «la falta de vinculación que existe entre la comunidad científica nacional y el movimiento agroecológico ha incidido en la escasa legitimidad que tiene el movimiento frente a los organismos del Estado encargados del diseño de las políticas agrícolas.» Afortunadamente hay algunas excepciones como este número de Ecotrópicos lo demuestra, sin embargo es un problema que es necesario solucionar. Otro aspecto importante abordado por García-Guadilla es que «las experiencias de las comunidades ancestrales indígenas no se han sistematizado, a pesar del aporte que pudiesen hacer en el desarrollo de la agroecología».

A manera de ejemplo, los indios Guarao del Delta del río Orinoco basan su cultura en la palma moriche de la que utilizan los frutos, tronco, hojas para construcción de los palafitos, chinchorros, bebidas, obtención de larvas para obtener proteína, etc.,etc. Es curioso que la zona del delta del Orinoco era muy productiva agrónomicamente por el cultivo que se hacía aprovechando la descarga de nutrientes del río. Con la finalidad de sembrar todo el año se construyó una represa en uno de los caños del delta (Mánamo), esto produjo salinización de las aguas y acidificación de los suelos por el represamiento de las aguas y por otra parte, desborde de las aguas en otros caños del delta, con la consiguiente migración de los Guarao a las ciudades donde han perdido su cultura y donde viven en condiciones deplorables (Colonnello, comunicación personal). Es un ejemplo lamentable del que por lo menos podríamos aprender que es necesario trabajar en grupos multidisciplinarios antes de tomar acciones. Regresando al tema, de acuerdo a García-Guadilla (1996), el diferencial de precio entre los insumos orgánicos y los químicos pudiera ser el motivo de la escogencia entre una agricultura de altos insumos y la práctica agroecológica, ya que dependiendo del costo-beneficio se tenderá a favorecer una u otra práctica. Ella dice: «el movimiento agroecológico, aunque incipiente, constituye uno de los pilares y esperanzas que tienen las comunidades campesinas tradicionales y modernas para construir un desarrollo alternativo que sea productivo económicamente, sostenible ecológicamente y fundamentado sobre una base de justicia y equidad social».

Las conferencias de este foro nos han dado cifras de una mayor producción con la agricultura sostenible, también se ha hablado de las desventajas en algunos casos, lo que es tan importante conocer como las ventajas. Para los que queremos participar en este tipo de agricultura los ejemplos expuestos constituyen un estímulo. La disminución de la ganancia económica inmediata de algunas personas creo que es uno de los principales argumentos que no favorece a la agricultura sostenible. Sin embargo, bajo el esquema de desarrollo basado en el patrón de acumulación el desarrollo difícilmente podrá ser sustentable (Cruces, 1996).

Cruces, J.M. 1996. Desarrollo, sustentabilidad y agroecología: una visión desde América Latina. *Ecotrópicos* 9(2):61-70.

García-Guadilla, M.P. 1996. La agricultura sustentable y los movimientos ambientalista y agroecológico: sus alcances y limitaciones. *Ecotrópicos* 9(2):47-60.

López-Hernández, D. & Ojeda, A. 1996. Alternativas en el manejo agroecológico de los suelos de las sabanas del Norte de Suramérica. *Ecotrópicos* 9(2):101-117.

Mata, D., Herrera, P. & Birbe, B. 1996. Sistemas de producción animal con bajos insumos para las sabanas de *Trachypogon* sp. *Ecotrópicos* 9(2):83-100.

Avances en la investigación en sistemas silvopastoriles en Cuba

I. Hernández, Milagros Milera, L. Simón, D. Hernández, J. Iglesias, L. Lamela, Odalys Toral, C. Matías y Geraldine Francisco

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Matanzas, Cuba

SUMMARY

Various experiments, carried out mainly at the Experimental Station for Grasses and Forages "Indio Hatuey", were analysed. Evaluating 109 accessions of *Leucaena* under cutting, it was found that accessions CIAT-17948 and 18433 (*Leucaena leucocephala*) and CIAT-17238 (*L. macrophylla*) were well suited as multipurpose trees (forage, firewood and shade) while, in another trial with other species of forage trees, *L. leucocephala* CIAT-17948 was identified as the species with the highest consumption and best grazing performance. The analysis of two experiments under grazing conditions where *L. leucocephala* was combined with several herbaceous legumes showed that *Leucaena* was very stable over the two grazing cycles studied (three years) but the initial population of herbaceous legumes diminished drastically. In other experiments on the forage production of *L. leucocephala* trees, it was found that the optimum cutting date was in November or December in order to obtain productions of edible biomass in excess of 1.38 ton of DM/ha in the dry season; the ideal cutting height of *L. leucocephala* and *Albizia lebbek* was 150cm. With respect to the seed production of *A. lebbek*, it was found that the best seed yields were obtained with a low density of plants (20 plants/m²), giving 245 and 977 kg/ha in the second and third year respectively; the best method to break the hard coats of the seeds of several legumes trees was to place them in water at 80°C for two minutes. In fattening systems with zebu cattle, gains of between 400 and 600g/d have been obtained, and heifers reached mating weight at 25

months. Milk production in these systems depends on the breed, the population and the type of grass, as well as on the edapho-climatic conditions and fertilizers availability. Nevertheless, 6 kg/d can be obtained without supplementation or chemical fertilizers and the stocking rates obtained under these conditions are close to 2 SAU/ha. Development of silvopastoral systems on Cuban farms has met with excellent approval by the producers; when systematic training and advice were given, the results were impressive.

INTRODUCCIÓN

En las islas del Caribe la gran manufactura, principalmente la explotación de la caña de azúcar, convirtió el desmonte de tierras en una de las actividades más remunerativas para los campesinos, principalmente de Cuba, a fines del siglo XVIII y principios del XIX. Actuando con mentalidad ahistórica, asentados en el presente, la sacarocracia destruyó en años algo que únicamente pueden reponer los siglos. Con la muerte del bosque, liquidaron mucha de la fertilidad de la Isla, permitieron la terrible erosión de los terrenos y secaron miles de arroyos (Moreno-Fraginals, 1978).

Cuba está ubicada entre 19 y 21 grados de latitud Norte y 79 y 81 grados de longitud Oeste, con las dos terceras partes del país con relieve llano y con los suelos dedicados a la ganadería con una fertilidad de pobre a media. El clima se caracteriza por tener dos períodos anuales bien definidos; uno lluvioso (mayo-octubre) donde cae el 70-80% de las lluvias (960 mm) y otro seco de noviembre a abril (240 mm); para una precipitación promedio anual de 1 200 mm. La temperatura promedio es de 23,1 °Celsius con una humedad relativa de 60-70% durante el día y 80-90% en la noche. Las condiciones de clima y suelo de Cuba son restrictivas en alimentos (principalmente en la sequía) y en condiciones ambientales para la crianza animal.

Por otro lado la ganadería vacuna se basó, durante muchos años, en la utilización de los pastos (principalmente de las gramíneas) así como de altas cantidades de insumos externos (concentrados para la alimentación animal, fertilizantes, combustible), el empleo de animales con altas producciones de leche pero inadaptados a las condiciones tropicales y a la presencia de una sólida base alimentaria en la mayoría de las empresas

ganaderas con un concepto de manejo y utilización de los alimentos y los animales, similar al empleado en los países desarrollados.

Sin embargo, la naturaleza de las islas del Caribe y las evidencias que se infieren de su entorno, promovieron una reflexión más adecuada sobre los sistemas de producción a utilizar en las fincas para producir carne o leche vacuna.

Al respecto, se conoce que en América Central y el Caribe existen numerosas especies de árboles y arbustos con gran potencial para la producción de forraje (Benavides, 1992).

Muchas de estas especies tienen valores nutricionales superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible las que son más sostenidas en el tiempo que las del pasto bajo condiciones de cero fertilización.

El objetivo de este trabajo es hacer un análisis de varios experimentos desarrollados principalmente en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey», Matanzas, Cuba enfatizando en la evaluación de variedades y especies de árboles con interés forrajero, la perennidad de los árboles en pastoreo, las técnicas de manejo empleadas en su defoliación para optimizar la producción de biomasa comestible, la producción y tratamiento de la semilla y los resultados obtenidos en producción animal a escala de investigación y de fincas con el empleo de sistemas silvopastoriles.

EVALUACIÓN AGRONÓMICA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Evaluación Inicial de Variedades y Especies de Plantas Arbóreas

Al estudiar el comportamiento de 109 accesiones de *Leucaena* (90 de *L. leucocephala*, 8 de *L. macrophylla*, 5 de *L. diversifolia*, 2 de *L. lauceolata*, 2 de *L. shannoni*, 1 de *L. pulverulenta* y 1 de *L. grengyii*) se encontró que se comportaron como árboles multiuso (forraje, leña y sombra) las accesiones CIAT-17498 y 18433 (*L. leucocephala*) y CIAT-17238 (*L. macrophylla*). En estas se conjugaron una mayor hojiosidad y número de ramas, mayor diámetro de copa, hojas más persistentes y tallos no quebradizos y no fueron afectadas por plagas y ni enfermedades (Menéndez, 1994).

También se estudió el índice de aceptación por vacunos (prueba de cafetería) de 27 especies arbóreas forrajeras, en parcelas constituidas por 10 plantas por especie, se realizaron tres pastoreos en lluvia, con

intervalos de 52 y 68 días respectivamente, y después del primer pastoreo se efectuó una poda a 1m para facilitar el ramoneo en los rebrotes. La especie más ávidamente consumida por los animales fue la *L. leucocephala* CIAT-17948 con los mayores tiempos de permanencia de los animales para los pastoreos dos y tres (Toral, *et al.*, 1996).

Evidencias sobre la persistencia de los árboles al ramoneo En Cuba se han desarrollado varios experimentos para la producción bovina que han evidenciado interesantes tendencias evolutivas en pastizales, que incluyen especies de leguminosas con diferentes hábitos de crecimiento en una misma unidad de terreno y bajo el mismo sistema de explotación; los resultados alcanzados denotan disparidad en el comportamiento de las plantas.

Hernández, *et al.* (1986, 1987) evaluaron durante dos años aproximadamente el comportamiento de animales Cebú en las fases de ceba inicial y final empleando un diseño completamente aleatorizado y varios tratamientos de los cuales sobresalió el que contaba con pastoreo rotacional de pasto natural asociado con *L. leucocephala* y una mezcla de las leguminosas herbáceas *Neonotonia wightii*, *Macroptilium atropurpureum*, *Teramnus labialis* e *Indigofera mucronata*, distribuidas en cuatro cuartones.

En dicho trabajo, en el ciclo de ceba inicial de 1 año, la carga fue de 2 animales/ha, utilizando tiempos de estancia entre 7-10 días en el período lluvioso y entre 10-12 días en el seco. En cuanto a la dinámica particular de las leguminosas herbáceas, se evidenció que la población total se mantuvo en un rango entre 30 y 38%, independientemente de la época del año, mientras que la población de *Leucaena* fue estable. En la ceba final, el análisis de la dinámica de la composición botánica y el número de plantas de *Leucaena*/ha permitió apreciar una drástica reducción de las leguminosas herbáceas en la asociación a menos de la mitad de la población inicial, con el correspondiente incremento de la población de gramíneas nativas, sin embargo la *Leucaena* mantuvo su población prácticamente estable, ya que solo se redujo en un 2%.

Por otro lado, en un trabajo a escala de investigación- producción con animales Cebú en crecimiento-ceba en 62 hectáreas aproximadamente de un suelo de mediana a baja fertilidad y en una región con bajos promedios anuales de precipitación (alrededor de 800 mm). Se manejaron dos sistemas: I) *Andropogon gayanus* (pastoreo rotacional) + banco de proteína de *L. leucocephala* y *N. wightii*; II) pasto natural (pastoreo

continuo) + banco de proteína de *L. leucocephala* y *N. wightii*. La carga global aproximada fue de 2 animales/ha. El banco de proteína del *Andropogon* se rotó en cuatro cuartones con 6 días de estancia, permitiendo la entrada de los animales solamente en la sequía y en días alternos; el de pasto natural se manejó en tres cuartones con acceso diario de los animales en lluvia y sequía y tiempo de estancia entre 12 y 16 días. La variación en el contenido de leguminosas presentes en el pastizal mantuvo una tendencia similar a la encontrada en el experimento descrito con anterioridad, o sea, una estabilización en el número de plantas de *Leucaena* por hectárea y una disminución apreciable de las leguminosas herbáceas (Hernández, *et al.*, 1992).

Estrategias de poda de los árboles forrajeros

Se desarrolló un estudio para determinar el efecto de la poda inicial (noviembre y diciembre) en la producción de forraje de *L. leucocephala* en el período seco (febrero, marzo, abril y mayo); el diseño utilizado fue de bloques al azar con arreglo factorial 24. Los rendimientos de materia seca para los dos meses de poda inicial evaluados no presentaron diferencias significativas entre sí, aunque es de destacar que la cantidad de hojas fue mayor en el mes de diciembre (Cuadro 1). Esta tendencia indica que es probable efectuar el corte indistintamente en el mes de noviembre o diciembre. El análisis de la producción de materia seca en los meses de sequía indica que la producción de hojas se incrementó de febrero a mayo, excepto en el tratamiento de abril lo que pudo estar dado por un fuerte ataque de *Heteropsylla cubana* que ocurrió a mediados del mes de marzo (Hernández, *et al.*, 1996).

Otro trabajo evaluó el efecto de tres alturas de poda (40, 100 y 150 cm) sobre la producción de biomasa comestible de *L. leucocephala* y *A. lebbeck* obteniéndose en ambas plantas las mayores producciones en la altura de 150 cm con 6 750 y 5 300 kg de MS/ha/dos cortes, respectivamente (Francisco *et al.*, 1996).

En la actualidad se ejecutan experimentos agronómicos con otras especies de plantas perennes leñosas como *Morus alba* y *A. lebbeck*.

Producción y tratamiento a la semilla

En un diseño de bloques al azar se estudió durante tres años el efecto de la distancia entre plantas en la producción de semillas de *A. lebbeck*. Los tratamientos fueron: 1, 2, 3, 4 y 5m entre plantas y 4 m entre hileras, que

determinaron los marcos de siembra de A) 4 y 2,500; B) 8 y 1,250; C) 16 y 583 y E) 20m² y 500 plantas/ha. Los más altos rendimientos de semilla

Cuadro 1.

Efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la producción de MS de la *L. leucocephala* en los meses de sequía en Matanzas, Cuba.

Componente	PODA INICIAL (kg MS/ha)			PODA FINAL (kg MS/ha)		
	Nov	Dic	Feb	Mar	Abr	May
Hojas	0,87a	0,96a	0,31b	1,03a	1,04a	1,31a
Tallo tierno	0,10a	0,11a	0,09bc	0,16a	0,11b	0,07c
Comestible	0,97a	1,08a	0,40b	1,19a	1,15a	1,38a
Tallo leñoso	0,64a	0,65a	0,19c	0,58b	0,79ab	1,01a
Total	1,61a	1,73a	0,59c	1,78b	1,94ab	2,39a

Valores con igual letra no difieren estadísticamente, $p < 0.05$ (Duncan, 1955)

en el primer año (1 245 kg/ha) se obtuvieron en el tratamiento A, presentando diferencias significativas ($p < 0,001$) con el resto de los tratamientos. En el segundo año la mayor producción de semillas (225 y 245 kg/ha) correspondió a los tratamientos C y D respectivamente. Sin embargo, en el tercer año se logró una estabilización de los rendimientos y la mayor producción de semillas (977 kg/ha) en el tratamiento D; los componentes del rendimiento que más influyeron fueron el número de legumbres por planta y el peso de la semilla (Matías y Ruz, 1996).

Al probar distintos métodos de escarificación a semillas de ocho leguminosas arbóreas forrajeras se ha comprobado que en todos los casos el tratamiento de agua caliente a 80 °C durante dos minutos (excepto en el caso de la *Gliricidia sepium*) es el método más efectivo para romper la corteza dura de las semillas, después de 6 y 12 meses de almacenadas (Toral, datos inéditos). En otros trabajos se encontró que en semillas recién cosechadas (1 mes) de seis especies perennes leñosas forrajeras, el tratamiento a la semilla con agua caliente a 80 grados Celsius durante dos minutos, solo favoreció a *Bahuinia variegata* y *Albizia saman* (Toral y Matías, 1998).

EVALUACIÓN CON ANIMALES EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Sistemas de ceba

Empleo de sistemas con *L. leucocephala* y pastos naturales. Se evaluó el efecto de la inclusión, en banco de proteína, de *L. leucocephala* sobre el mejoramiento de gramíneas naturales y el aumento de peso en la ceba inicial (Hernández, *et al*, 1986). El empleo de un sistema con un manejo rotacional, que además tenía en el estrato herbáceo una mezcla múltiple de leguminosas adventicias (*Neonotonia*, *Macroptilum*, *Teramnus* e *Indigofera*), permitió una ganancia en machos de la raza Cebú de 715 g/d y un incremento en la producción de carne/ha del 51% con relación a un control con pasto nativo. En condiciones de sequía extrema (241 mm de precipitación en el período octubre-abril) este sistema silvopastoril logró una ganancia individual promedio anual de 400g/d. Cuando se utilizó dicho sistema en la ceba final de toros Cebú las ganancias fueron superiores en un 73% a las obtenidas con pasto natural solo y no difirieron de las de un sistema que empleó la suplementación con miel-urea (1,5 kg) y harina de soya (200 g/d) en el 50 % del período poco lluvioso (Cuadro 3).

Sistemas silvopastoriles con gramíneas mejoradas. La utilización de tres sistemas: a) *Panicum maximum* cv. Likoni asociado a *L. leucocephala*; b) banco de proteína (25% del área con *L. leucocephala*); c) con la aplicación de 80kg de N/ha/año en la gramínea (Cuadro 3), aportó ganancias promedio acumuladas al finalizar la ceba de 623 530 y 538 g/d respectivamente en toros de la raza Cebú; el área asociada resultó significativamente superior ($P < 0,05$) tanto en la ceba final como en el acumulado (Simón, *et al*, 1990).

En condiciones comerciales (Cuadro 4), en suelos de baja productividad y con cargas entre 1,7 y 2 toros/ha, se alcanzaron ganancias acumuladas promedio de 487g/d y un peso al sacrificio de 448 kg a los 29 meses de edad cuando se utilizó un sistema de banco de proteína de *L. leucocephala* en áreas con *Andropogon gayanus* CIAT-621; en contraste, en el sistema tradicional se lograba el peso al sacrificio (460kg) a los 5 años en toros Cebú (Hernández, *et al*. 1992).

Sistemas de pastoreo de árboles asociados con gramíneas en toda el área para la ceba de animales vacunos de diferentes razas. En un área establecida de *P. maximum* cv. Likoni, *Brachiaria* y pastos naturales, con una densidad de *L. leucocephala* de 55 árboles/ha, sin riego ni fertilización química, se estudió durante 18 meses el comportamiento productivo de toros de las razas menos rústicas (Holstein x Cebú), los cuales se rotaron en cinco potreros donde se manejaron en igualdad de condiciones dentro del sistema con el Cebú (Iglesias, datos inéditos). Se empleó una carga inicial de 0,9 UGM/ha, pero al finalizar el estudio alcanzó un valor de 2,9 UGM/ha. En la ceba inicial los toros Cebú obtuvieron las mayores ganancias; sin embargo, en la ceba final no se observaron diferencias. El peso vivo final de la ceba fue superior en el Cebú al compararlo con el F1 y el cercano al Holstein (413,7; 376,3 y 357,4 kg respectivamente).

En otro estudio se evaluó el comportamiento bajo pastoreo de cuatro sistemas con y sin árboles: A) *Leucaena leucocephala* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni; B) *Bahuinia purpurea* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni; C) *Albizia lebeck* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni y D) *Panicum maximum* cv. Likoni sola (testigo). La siembra se realizó en surcos, a razón de seis hileras con la gramínea y uno con los árboles leguminosos, quedando aproximadamente cuatro metros entre las hileras de los árboles; la distancia entre los surcos fue de 65cm. Cada sistema posee dos hectáreas de terreno que fueron divididas en seis cuartones para el manejo del pastoreo. Se emplearon 24 animales de la raza cebú (226kg de peso vivo inicial) con una edad de aproximadamente 18 meses, a razón de seis animales por sistema, la carga utilizada fue de 3 animales/hectárea, no se utilizó suplementación y hubo agua y sales a voluntad; no se empleó riego ni fertilización. Las mediciones efectuadas fueron variación de la composición botánica del estrato herbáceo, disponibilidad de forraje en el estrato arbóreo y en el estrato herbáceo, número de árboles, composición química de los forrajes en estudio así como las ganancias brutas y acumuladas de los animales. Al inicio de la evaluación el número de árboles fue entre 1 400-1 600 árboles/sistema (700- 800 árboles/ha) y se logró aproximadamente un 70% de área cubierta con guinea en la mayoría de los sistemas.

Los resultados indican que la guinea en el sistema control presentó una reducción en su composición botánica llegando a 58% al final de este ciclo mientras que el sistema *Leucaena* asociada con guinea mantuvo casi

estable su composición botánica con un 69% de área cubierta y en el sistema con *Bahuinia* se produjo un incremento del pasto estrella; se observa un importante incremento de los contenidos de proteína en la guinea cuando está asociada con árboles, principalmente en el sistema con *Leucaena*. El número de árboles al final de la evaluación fue de 1 850; 1 384 y 1 135 para A; C y D, observándose una importante disminución del número de árboles (100) en el sistema con *Bahuinia* asociada con guinea. Los resultados del comportamiento animal (Cuadro 2) fueron: 788; 757; 729 y 541 g/d para A; B; C y D, respectivamente; en el sistema de *Leucaena* asociada con guinea los animales tuvieron un peso final promedio de 424 kg y la ganancia neta del sistema fue de 197.1 kg de peso (Hernández, *et al.* 1996).

Cuadro 2

Comportamiento de animales Cebú en pastoreo en sistemas con y sin árboles en toda el área en Cuba.

SISTEMAS	PESO VIVO INICIAL (kg)	PESO VIVO FINAL (kg)	GANANCIA BRUTA (kg)	GANANCIA ACUMULADA (g/d)
<i>Leucaena</i> + guinea	226,9	424,0	197,1	788
<i>Bahuinia</i> + guinea	226,3	415,5	189,1	757
<i>Albizia</i> + guinea	227,0	409,2	182,2	729
Guinea sola	226,9	362,2	135,3	

Manejo de hembras de reemplazo. Al estudiar dos sistemas: asociación de *Panicum-Leucaena* y 25% del área con banco de proteína de *L. leucocephala* + *Panicum*, para los cuales se utilizaron añejas mestizas (3/4 Holstein x 1/4 Cebú) de 12 meses de edad y un peso inicial de 100kg, se observó la tendencia a un mayor peso vivo a la incorporación y una mayor ganancia diaria para los animales de la asociación, sin diferencias significativas. Los valores fueron de 310 vs 292kg y 0,49 vs 0,45kg/d para cada sistema (Iglesias *et al.*, 1994).

Cuando se evaluó *Albizia lebbek* en una asociación espontánea con pastos naturales (Cuadro 3), donde se emplearon añejas 5/8 Holstein x 3/8

Cebú que iniciaron la prueba con 100kg de peso vivo y se manejaban en pastoreo rotacional con una carga de 3 animales/ha, se observó que la asociación fue superior a un control que solo disponía de pasto natural. El peso vivo final (335 vs 308kg), la ganancia acumulada (397 vs 296g) y la edad para la cubrición (5 meses antes que en el control) fueron el efecto del ramoneo en el consumo de materias seca y proteína bruta de la *Albizia* con respecto al control (Simón *et al.*, 1995).

En condiciones comerciales, en suelos de mediana a baja productividad y con una precipitación inferior a los 1,000mm, al utilizar *Andropogon gayanus* CIAT-621 y un área de banco de proteína de *L. leucocephala* pastoreadas en un sistema rotacional con carga de 2 animales/ha (Cuadro 4), se alcanzó el peso de incorporación (285,3 kg) a los 22 meses y en tres ciclos de manejo se obtuvo una edad promedio de incorporación de 25 meses; sin embargo, el sistema que empleaba la empresa lo lograba a los 36 meses (Hernández y Carballo, datos inéditos).

Sistemas de producción de leche

Hernández *et al.* (1994), en una pradera compuesta por *P. maximum* cv. Likoni, *Neonotonia*, *Centrosema*, *Teramnus*, *Stylosantes* y *L. leucocephala* (20,000 plantas/ha), estudiaron tres niveles de oferta de materia seca (15, 35 y 55 kg de MS/vaca/d) sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos. A los 3 años de explotación se observó una estabilidad en la composición botánica de las especies establecidas y la producción de leche medida en animales de mediano potencial (vacas mestizas) osciló entre 8,4 y 8,9 litros/vaca/día, sin diferencia entre las ofertas de MS (Cuadro 3).

El estudio de un sistema de producción de leche durante 3 años que disponía de *P. maximum* cv. Likoni con un banco de proteína (20% del área sembrada con *L. leucocephala* cv. Perú) en pastoreo rotacional sin riego y con 140 kg de N/ha/año aplicado a la gramínea (Cuadro 3), permitió el empleo de la conservación como ensilaje de *Panicum* en pastoreo durante el período lluvioso. La carga empleada fue de 2,5 vacas/ha y el sistema se comparó con un control de gramínea solamente, que fue sometida al mismo manejo que el área con banco de proteína; se hallaron diferencias significativas ($P < 0,01$) a favor del área con banco de proteína (10,0a vs 9,6b l/d), así como un incremento en la población de *P. maximum* (Milera *et al.*, 1994).

Cuadro 3
Resumen de resultados experimentales obtenidos con vacunos en sistemas de ceba, reemplazo y leche en Cuba.

TRATAMIENTO	RAZA	CARGA (Cabezas/ha)	GANANCIA (g/d)
Banco de Proteína de <i>L. leucocephala</i>	Cebú	2,0	0,530
<i>L. leucocephala</i> + Pastos naturales y leguminosas erbáceas	Cebú	2,0	0,715
REEMPLAZO			
<i>L. leucocephala</i> en toda el área + <i>P. maximum</i>	H + 1/4C	2,5	0,490
B. proteína <i>L. leucocephala</i> y <i>P. maximum</i>	H + 1/4C	2,5	0,450
<i>A. lebbeck</i> + P. naturales	5/8 H + 3/8C	3,0	0,397
VACAS LECHERAS			PRODUCCIÓN(l/d)
<i>L. leucocephala</i> + mezcla de pastos mejorados	Mestizas (H x C)	2,0	8,4
B. de Proteína de <i>L. leucocephala</i> + <i>P. maximum</i>	Mestizas (H x C)	2,0	10,0

Cuando se aplicó a escala comercial una tecnología que incluía *P. maximum* cv. Likoni fertilizado con 80 kg de N/ha/año y un banco de proteína de *L. leucocephala*, se observó una producción de 9,3 litros de leche/vaca/día en vacas mestizas. En otras dos vaquerías que contaban con *Cynodon nlemfuensis* y *P. maximum* y un banco de proteína de *L. leucocephala*, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos, se alcanzaron producciones de leche de 5,7 y 6,6 l/d respectivamente (Lamela *et al.*, 1996).

Cuadro 4.

Resultados obtenidos en trabajos investigación sobre producción con vacunos en sistemas de ceba y de reemplazo en Cuba.

SISTEMA	RAZA	CARGA (Cabezas/ha)	GANACIA (kg/d)
CEBA			
Banco de Proteína de <i>L. leucocephala</i> y <i>A. gayanus</i> (cv CIAT 621)	Cebú	1,7 - 2	0,482
REEMPLAZO			
Banco de Proteína de <i>L. leucocephala</i> y <i>A. gayanus</i> cv CIAT	Cebú	2,0	0,407

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES A NIVEL DE FINCAS EN CUBA

Desde 1995 se inició un trabajo de divulgación y capacitación a los productores para la extensión del sistema silvopastoril en las provincias de La Habana y Matanzas. Se utilizaron las especies arbóreas *L. leucocephala* y *A. lebbeck*, así como *N. wightii* y gramíneas mejoradas (*C. nlemfuensis* y *P. maximum*) en áreas que solo contaban con pastos naturales de bajo valor nutritivo. En 1996 se incorporaron al pastoreo 10 unidades que fueron sembradas en 1995 y se procedió a la siembra y el establecimiento de 102 unidades en la provincia de La Habana y 52 en Matanzas. Actualmente se obtienen producciones de leche entre 6 y 10 litros/vaca/día, así como una disminución del porcentaje de vacas vacías y los índices de mortalidad. Otro resultado de este sistema es la obtención de producciones simultáneas de forraje, frijol, calabaza, maíz y otras durante el establecimiento (Simón *et al*, 1996).

CONCLUSIONES

La adición de árboles y arbustos en las fincas ganaderas cubanas es un enfoque válido en la estrategia de producir y conservar debido a que:

- Permiten una producción más sostenida en términos de productividad al compararlas con las leguminosas herbáceas.

- El manejo de las podas de la *Leucaena* al final del período lluvioso en Cuba, reduce su floración y permite disponer de forraje en el período seco para la producción animal.
- Los mayores y más estables rendimientos de semilla de plantas arbóreas forrajeras se alcanzan con bajas densidades de plantas. El tratamiento y almacenamiento de la semilla varía según la especie de planta.
- Los sistemas silvopastoriles en la ceba de ganado permiten obtener ganancias promedio diarias por animal entre 400 y 600g y se incorpora la hembra a la reproducción a los 25 meses, con un peso promedio por animal de 285kg.
- El empleo de *L. leucocephala* en sistemas multiasociados con gramíneas y leguminosas herbáceas, al ofertar 35kg de MS/ha/rotación, permitió una producción de 8 l/d.
- Con el banco de proteína se pueden obtener producciones de 5,7 a 6,6 l/d, sin suplementación ni fertilización química, y puede incrementarse hasta 10 litros si se emplean 140kg de N/ha/año en la lluvia.

Es necesario continuar estudios sobre variedades y especies de plantas con interés forrajero, haciendo estos extensivos a otras condiciones de suelo y clima y con otras especies animales. En la extensión de la tecnología desempeña un importante papel la capacitación de los productores y se observan resultados alentadores desde el punto de vista productivo y agroecológico

Bibliografía

- Benavides, J. E.** 1992. Agroforestería y alimentación de cabras en América Central. Conferencia: *Experiencias y alternativas en el manejo silvopastoril en la Sierra Ecuatoriana*. 27 p. Mimeo.
- Francisco, Geraldine, Simon, L., y Soca, Mildrey.** 1996. Producción de biomasa de *A. lebeck* y *L. leucocephala* para la producción de biomasa. Taller Internacional «*Los árboles en los sistemas de producción ganadera*». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 46-47.
- Hernández, C. A., Alfonso, A. y Duquesne, P.** 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas herbáceas. I. Ceba inicial. *Pastos y Forrajes* 9: 79
- Hernandez, C. A., Alfonso, A.; y Duquesne, P.** 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. *Pastos y Forrajes*. 10:246.
- Hernández, D., Hernandez, I., y Carballo, Mirta.** 1992. Los pastos y la carne bovina en condiciones difíciles. *Rev. ACPA*. 1:140.
- Hernández, D., Reyes, F., Carballo, Mirta y Tang, M.** 1994. Asociaciones múltiples de gramíneas y leguminosas para producir leche con bajos insumos. Resúmenes. Taller Internacional «*Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera*». EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. p. 38
- Hernández, I.** 1996. *Manejo de las podas de L. leucocephala para la producción de forraje en el período seco en Cuba*. Tesis M.Sci. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 83p.
- Hernández, I., Simon, L. y Duquesne, P.** 1996. Comportamiento de toros de ceba en pastoreo de árboles leguminosos en asociación con guinea. Taller Internacional «*Los árboles en los sistemas de producción ganadera*». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 46-47.
- Iglesias, J.M., Simon, L., Docazal, G., Aguilar, A. y Duquesne, P.** 1994. Asociaciones y/o bancos de proteína: alternativas para la cría de hembras en desarrollo en condiciones de bajos insumos. *Pastos y Forrajes*. 17:83
- Lamela, L., Valdés, L.R. y Fung, Carmen.** 1996. Comportamiento del banco de proteína para la producción de leche. Resúmenes. *X Seminario Científico de Pastos y Forrajes*. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. p. 14
- Machado, R. y Segui, Esperanza.** 1997. Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. *Pastos y Forrajes*. 20:1
- Matías, C. y Ruz, Vivian.** 1996. Efecto de la distancia entre plantas en el potencial de producción de semillas de *A. lebeck*. Taller Internacional «*Los árboles en los sistemas de producción ganadera*». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 98.
- Menéndez, J.** 1994. Evaluación de accesiones de *Leucaena* spp. Taller Internacional «*Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera*». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 98.

- Milera, Milagros, Iglesias, J., Remy, V. y Cabrera, N. 1994. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17:79
- Moreno-Fraginals, M. 1978. *El Ingenio*. Ed. Ciencias Sociales. La Habana, Cuba. 350 p.
- Simon, L., Hernández, I. y Duquesne, P. 1995. Producción de carne a base de pastoreo combinado de gramíneas y leguminosas. *Pastos y Forrajes*. 10:179-189.
- Simon, L., Hernández, I. y Duquesne, P. 1995. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbek* Benth. (Algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. *Pastos y Forrajes*. 18:67
- Simon, L., Lamela, L., Esperance, M. y Reyes, F. 1996. Resultados agroecológicos de la implantación del silvopastoreo en la producción. Resúmenes. Taller Internacional «*Los árboles en los Sistemas de Producción Ganadera*». EEPF «Indio Hatuey». Matanzas, Cuba. p. 90
- Toral, Odalys, Simon, L. y Matias, Yoaima. 1996. Aceptabilidad relativa de 27 especies arbóreas forrajeras en condiciones de pastoreo. Taller Internacional «*Los árboles en los sistemas de producción ganadera*». EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 99.
- Toral, Odalys y Matias, Yoaima. 1998. Comportamiento de especies arbóreas forrajeras tratadas y no en sus primeras etapas de desarrollo. *Pastos y Forrajes* (en imprenta).

Comentarios

Elizabeth Olivares

Los resultados expuestos por Hernández *et al.* en el cuarto artículo de este foro son impresionantes y estimulantes. Tengo una pregunta acerca del cambio de la composición florística en presencia de los árboles. Encontraron que la población inicial de leguminosas herbáceas disminuyó, mientras que incrementaron las gramíneas. Me pregunto si no han hecho el experimento de utilizar fertilización con fósforo (química o biológica por inoculación con micorrizas). Las leguminosas tienen requerimientos de fósforo mayores que las gramíneas. La fijación de nitrógeno atmosférico por las bacterias asociadas a la leguminosa, requiere un consumo de mínimo 16 ATP (generalmente entre 25 y 30 ATP), en la actividad de la enzima nitrogenasa, además del costo en carbohidratos para formación de nódulos. Deficiencias de fósforo conllevarían a deficiencias en nitrógeno y una desventaja competitiva frente a gramíneas, con menores requerimientos de fósforo. Yo esperaría un incremento de las leguminosas herbáceas si se les incrementara el fósforo.

Carlos Arellano Sota

En primer lugar deseo felicitar al Dr. Hernández y sus colaboradores por el excelente trabajo realizado, que prueba con claridad la bondad de los sistemas silvopastoriles. Mi inquietud se centra en saber más sobre los procedimientos que utilizaron para reproducir la leucaena a nivel masivo en vivero y la forma en que organizaron a los productores para su distribución y aplicación en los sistemas de producción.

Manuel Sánchez

Felicidades por el excelente artículo que describe los numerosos experimentos que se han realizado en sistemas silvopastoriles en la Estación de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (Matanzas, Cuba). Sin duda, la institución líder en investigación de estos sistemas en todo el trópico Latinoamericano. Los resultados de la respuesta animal y los niveles de producción de leche que se han obtenido son realmente interesantes y nos muestran claramente el potencial que existe si se identifican, establecen y manejan bien las especies de árboles y arbustos. Personalmente durante

una visita al final de la época seca, creo que fué por el mes de mayo, hace un par de años, pude observar y convencerme que definitivamente es la alternativa a seguir si se quiere intensificar la producción de manera sostenible. Mientras en un campo a lado las praderas de estrella se veían tristes y amarillentas con poco forraje, las parcelas de los sistemas silvopastoriles estaban verdes y con una cantidad de forraje mucho muy superior. Parecía en efecto que estaban recibiendo riego, pero en realidad no había tal. Cuba es el primer país en LA que ha lanzado un programa de establecimiento de los sistemas silvopastoriles, como alternativa más viable de recuperar la deprimida producción bovina lechera.