

Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia

Enrique Murgueitio y Zoraida Calle

Fundación Cipav, AA 20591, Cali Colombia

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 África (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 hectáreas por animal a 10 animales por hectárea), en la producción de carne (100 a 2000 kilos de peso vivo/ Ha año) y la producción de leche (500 a 12.000 litros/ 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\$1000 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 L J 1993) o los negocios de oportunidad asociados al lavado de activos del narcotráfico (Bejarano J A, 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 A, 1990) y obtener prestigio social, siguiendo una tradición que se remonta a la época de la Conquista (Patiño V M, 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 L J 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 J y Binswanger H, 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 D, *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 L, 1986).

Conflicto entre ganadería y la conservación de la diversidad biológica

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, 1993, cifras revisadas en 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 J y Binswanger H, 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, D *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 A 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 G, 1997).

Westman (1990) y Pimentel y colaboradores, 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 Robert May (traducción nuestra), “en forma burda, y dejando de lado el chovinismo de vertebrados, todos los organismos son insectos” (May R, 1988).

A través de un proceso convergente, los principios esbozados por Pimentel *et al* 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*. Los principios no son mutuamente excluyentes; en varios casos se refuerzan uno a otro.

1. 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, com. pers.)

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 (30% de materia seca) /Ha. año. 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, M E y Preston T R, 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.

2. 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 (*Pithecellobium saman*) es un árbol bello y corpulento, de copa amplia en forma de sombrilla. Proporciona sombra 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 megacalorías de energía digestible /kg) en los frutos de samán (Roncallo B 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 F y Cardozo A, 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 260 hectáreas, 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 M, 1995). Con una carga animal de 0.5 cabezas/Ha, este hato 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.

3. 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 2000 y 2600 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 J, 1997, Jaramillo J, *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 2300 metros 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 (fríjol voluble, maíz, papa y arracacha *Arracacia xanthorrhiza*). En medio de los cultivos se siembran alisos (*Alnus acuminata*) a una distancia de 4x4 metros. 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.

4. 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, D y Hobbs, R, 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 L, 1996) han subrayado la importancia de cercos vivos de *Gliricidia*, *Prosopis* y otros árboles para la separación de áreas de pastoreo. Montagnini *et al* señalan la utilización de 92 especies arbóreas como cercos vivos en Costa Rica. Los beneficios de estos cercos para los sistemas ganaderos incluyen el sombrío, 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 nigra*, o forrajeros ornamentales como *Hibiscus* y *Malvaviscus* (Benavides J, 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.

5. 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, C, 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 T R y Leng R A, 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 T R y Murgueitio E, 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 C *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 Pozo 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 40 Ha de pstos). 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 toneladas/año) se traslada a

instalaciones especiales para la producción de lumbri-compuesto (Cuéllar P y Zapata A, 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 J, *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).

6. 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 hectáreas 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 quemadas 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 G, en preparación).

7. 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 J, 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 (1750 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 thurigensis*, avispas parasitoides del género *Trichogramma* y avispas predadoras 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*.

8. 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 D *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 toneladas de materia seca/Ha año respectivamente. Sin embargo, en los sistemas silvopastoriles se logró la producción adicional de 650 kilos de frutos de algarrobo en el primer caso y 400 kgs de frutos más 6 toneladas de materia seca de *Leucaena* en el segundo. Mientras los potreros de pasto estrella con y sin algarrobo recibieron 184 kgs de nitrógeno sintético/Ha año, el sistema estrella-algarrobo-*Leucaena* no recibió fertilización (Ramírez H, 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 D G y Moncayo F, 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.

REFERENCIAS

- 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 Andrés. (1990) El Guaviare: efectos de la colonización ganadera en un área de bosque tropical amazónico. En: *Colombia, Ciencia y Tecnología*. Vol 8 N2 abril-junio pp 11-13. Colciencias. Bogotá. Etter A (1993, cifras revisadas en 1997) Diversidad ecosistémica en Colombia hoy, pp.43-61. 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. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- FAO (1997) BOLETÍN TRIMESTRAL DE ESTADÍSTICAS, Vol. 10, No. 1 y2, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma.
- 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.
- Gómez, M E y T R Preston (1996) Ciclaje de nutrientes en un banco de proteína de matarratón (*Gliricidia sepium*) *Livestock research for rural development* (revista electrónica) Vol. 8 No. 1.
- Heath, J y H Binswanger (1995) Natural resource degradation effects of poverty and population growth are largely policy induced: the case of Colombia. *Environment and Development Economics*. Vol 1 No.1.
- Ferruzzi, C (1987) Manual de lombricultura. Mundi Prensa, Madrid.
- Food 21 (1997) Food 21, a MISTRA sustainable food production program plan. Uppsala, 84p.
- 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.
- Instituto Humboldt, DNP, MinAmbiente (1997). Política Nacional de Biodiversidad – Colombia.
- Jaramillo J A , Loaiza A y 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.
- Instituto Geográfico Colombiano Agustín Codazzi (1988) SUELOS Y BOSQUES DE COLOMBIA, Bogotá.
- 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 y 18 colaboradores (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 y 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 e Ibrahim M (1992) Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne, pp. 47-98. 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, O'neil A S, Onsi D E y Corzilius D B (1992) Conserving biological diversity in agricultural and forestry systems *BioScience* Vol. 42 No. 5.
- Preston T R y Leng R A. (1987) MATCHING RUMINANT PRODUCTION SYSTEMS WITH AVAILABLE RESOURCES IN THE TROPICS AND SUBTROPICS. Penambul Books, Australia, 245 p.
- Preston T R y 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.(pp. 81-92) En: SISTEMAS SILVOPASTORILES: ALTERNATIVA PARA UNA GANADERÍA MODERNA Y COMPETITIVA. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y CONIF.
- Saunders D A y Hobbs R J (1991) The role of corridors in conservation: what do we know and where do we go? En: Saunders D A y 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, pp.253-260. Fundación Cipav, Cali.
- Westman (1990) Managing for biodiversity *BioScience* Vol. 40: 26-33.