

REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 6 NÚMERO 1 AÑO 2015

EDITORIAL

El creciente deterioro de los recursos naturales y medio ambiente, ha ocasionado el calentamiento progresivo del globo terrestre y pérdida de la capa de ozono, que actualmente están poniendo en peligro la existencia de la especie humana, por la concentración de gases de efecto invernadero (GEI), lo cual es causado principalmente por dos actividades humanas: el cambio de uso de la tierra y la combustión de fósiles, donde el dióxido de carbono es el principal representante; en este panorama estos GEI podrían mitigarse mediante la implementación de sistemas agroforestales, porque tienen un reconocimiento en la fijación de CO₂ y acumulación de carbono en forma de biomasa vegetal y materia orgánica en el suelo. Estos sistemas, así como los bosques remanentes, áreas de vegetación secundaria en degeneración, pasturas arboladas y otros usos de la tierra dedicados a labores agrícolas pueden fungir como sumideros de carbono atmosférico, inclusive en áreas deforestadas provoca incrementos en los niveles de carbono bajo el suelo

El 77% del área agrícola de Latinoamérica, actualmente está ocupada por pasturas, donde por manejo inadecuado, más del 60% de estas tierras se encuentra en severo estado de degradación, este factor determina baja productividad como consecuencia de la implementación de sistemas productivos extensivos en suelos con baja fertilidad. De la población total bovina que se presenta en Colombia, el 11% está orientado a la lechería especializada y, una parte de esta, han implementado sistemas agrosilvopastoriles, donde el uso y la adaptación de prácticas agroforestales en la crianza de animales en pastoreo ha mostrado ser útil para aumentar la producción pecuaria, brindando además, servicios como la fijación de carbono en suelos y vegetación, lo que logra incrementar la biodiversidad biológica ayudando a conservar las fuentes de agua. En síntesis los sistemas silvopastoriles tienen alta productividad como consecuencia de su mayor: captación de luz, ciclaje de nutrientes y eficiencia en el uso de los recursos.

(c)MSc. MVZ. CESAR AUGUSTO NAVARRO ORTIZ

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACION DE AGROFORESTERIA

Valoración económica de ensilajes de *Zea mays* y forrajes como una alternativa de nutrición de bovinos en la altillanura

Economic evaluation of *Zea mays* silage and fodder as alternative nutrition of cattle in high plains

Beltrán Polanía Diego Alejandro² y Lemus Alarcón Lázaro Hugo¹

¹I.A. MSc. Universidad de los Llanos y

²MVZ. MSc. Docente Universidad de los Llanos

dimartin40@yahoo.com

Recibido 02 de Octubre 2014, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

El trabajo se realizó en una finca ganadera ubicada en la vereda La Guardiania del Municipio San Martín de los Llanos en un paisaje de Altillanura con suelos clase III, con el objetivo determinar la opción económica de mayor viabilidad en la producción de ensilaje para la alimentación de bovinos en parcelas, donde se establecieron los siguientes tratamientos: *Zea mays* y pasto de corte *Pennisetum purpureum* en monocultivo y asociados con la leguminosa *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr. El área de estudio tiene 350 msnm, temperatura y precipitación media de 24°C y 3200 mm, allí se establecieron los tratamientos con un diseño experimental en un bloque al azar subdividido en 4 parcelas para cada uno con cuatro repeticiones, para un total de 16 parcelas, con un área de 5.000 m², siendo la totalidad del experimento de 80.000 m². Se tomaron manualmente 20 muestras del forraje fresco en 1 m² de cada parcela, las cuales fueron pesadas y ensiladas para calcular rendimiento del forraje fresco y ensilado por hectárea. Las parcelas se cultivaron, cosecharon y ensilaron calculando su costo por hectárea, con esta información y el costo comercial se realizó el análisis económico. El rendimiento de biomasa en forraje fresco, presentó el mejor resultado en el tratamiento que involucró al *Zea mays* con *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr siendo de 66.110 kg/ha, seguido del *Zea mays* con 65.406 kg/ha, siendo el más bajo *Pennisetum purpureum* en monocultivo con 30.434 kg/ha. La variable rendimiento de biomasa

en forraje ensilado presentó su mayor rendimiento en asociación de *Zea mays* con *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr con (61.181 kg/ha), seguido de *Zea mays* con (60.649 kg/ha) y *Pennisetum purpureum* con 30.000 kg/ha. Se demostró en el análisis económico que la mayor rentabilidad se obtuvo ensilando *Zea mays* en asociación con *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr, generando COP\$6.931.807 por hectárea de biomasa ensilada, seguido de *Zea mays* en monocultivo con COP\$6.871.532 siendo la más baja la de *Pennisetum purpureum* en monocultivo COP\$3.399.000.

Palabras clave: Cultivos forrajeros, *Pennisetum purpureum*, maíz, *Mucuna deeringiana*.

ABSTRACT

The work was done on a cattle farm in the village of La Guardiania of the municipality of San Martin de los Llanos in scenic class III floors high plains, in order to determine the most viable economic option in the production of silage for feeding cattle on plots where the following treatments were established: *Zea mays* and cutting grass *Pennisetum purpureum* in monoculture and associated with the legume *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr). The study area is 350 meters above sea level, temperature and average precipitation of 24°C and 3.200 mm, there treatments with an experimental design were established in randomized block into 4 plots each with four replicates for a total of 16 plots, with an area of 5.000 m², with the entire experiment than 80.000 m². 20 samples of fresh forage in 1 m² of each plot are manually taken; which were weighed to calculate performance and ensiled fresh forage and silage per hectare. The plots were grown, harvested and ensiled calculating the cost per hectare, with this information and the commercial cost economic analysis. The biomass yield in fresh fodder, showed the best results in the treatment that involved *Zea mays* with *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr being of 66.110 kg/ha, followed by *Zea mays* with 65.406 kg/ha, being the lowest *Pennisetum purpureum* in monoculture with 30.434 kg/ha. The variable biomass yield in silage showed the highest yield in association with *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr with *Zea mays* (61.181 kg/ha), followed by *Zea mays* with (60.649

kg/ha) and *Pennisetum purpureum* 30.000 kg/ha. It was shown in the economic analysis that most performance was achieved ensiling *Zea mays* in partnership with *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr, generating COP\$6.931.807 per hectare of ensiled biomass, followed by *Zea mays* in monoculture with COP\$6.871.532 being the lowest *Pennisetum purpureum* in monoculture COP\$3.399.000.

Keywords: Forage crops, *Pennisetum purpureum*, corn, *Mucuna deeringiana*.

RESUMO

O trabalho foi feito em uma fazenda de gado na aldeia de La Guardiania do município de San Martín de los Llanos em uma paisagem de planaltos com solos de classe III, a fim de determinar a opção econômica mais viável na produção de silagem para alimentação gado em parcelas onde foram estabelecidos os seguintes tratamentos: *Zea mays* e de cortar relva *Pennisetum purpureum* em monocultura e associado com a leguminosa *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr). A área de estudo está a 350 metros acima do nível do mar, temperatura e precipitação de 24°C e 3.200 mm, existem tratamentos com um design experimental foram estabelecidos em blocos ao acaso, em 4 parcelas, cada uma com quatro repetições, num total de 16 parcelas, com uma área de 5.000 m², com toda a experiência de 80.000 m². 20 amostras de forragem fresca em 1 m² de cada parcela é tomado manualmente; que foram pesados para calcular o desempenho e forragem ensilada fresco e silagem por hectare. As parcelas foram cultivado, colhido e ensilado calcular o custo por hectare, com esta informação e análise econômica de custo comercial. A produção de biomassa de forragem fresca, apresentou os melhores resultados no tratamento envolvendo a *Zea mays* *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr sendo de 66.110 kg/ha, seguido de *Zea mays* com 65.406 kg/ha, sendo o menor *Pennisetum purpureum* em monocultivo com 30.434 kg/ha. A produção de biomassa variável na silagem apresentou o maior rendimento no tratamento que envolveu *Zea mays* associação com *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr com (61.181 kg/ha), seguido de *Zea mays* com (60.649 kg/ha) e *Pennisetum purpureum* 30.000 kg/ha. Mostrou-se na análise econômica que mais desempenho foi alcançado ensilagem *Zea mays* em parceria com

Mucuna deeringiana (Bort) Merr, gerando COP\$6.931.807 por hectare de biomassa ensilado, seguido de *Zea mays* em monocultura com COP\$6.871.532 sendo o mais baixo *Pennisetum purpureum* em monocultura COP\$3.399.000.

Palavras-chave: Culturas forrageiras, *Pennisetum purpureum*, milho, *Mucuna deeringiana*.

INTRODUCCIÓN

La altillanura colombiana está formada por dos paisajes con características muy definidas: la disectada (serranía), y la plana. Su vegetación está compuesta por arbustivas y gramíneas nativas, siendo estas últimas las de mayor proporción de la Altillanura disectada, debido a su adaptación en condiciones de: clima con un periodo de sequía comprendido entre Noviembre y Abril, y suelos de baja fertilidad que se caracterizan por su alto contenido de aluminio, reducido nivel de bases intercambiables (calcio y magnesio) y poco contenido de materia orgánica; por lo tanto, estos paisajes han permitido el desarrollo de la ganadería extensiva, porque la producción de forraje es limitada afectando la producción de carne y leche (Jamioy, 2011).

La ganadería extensiva se ha mantenido por más de cien años en estas condiciones, sin embargo algunos ganaderos emprendedores introdujeron mejoría genética en el pío de cría mediante la adaptación de padrotes de la raza cebú, creando mestizaje con las razas Europeas que habían traído los Españoles durante la conquista y la colonia, convirtiendo el hato en una ganadería cebú al cabo de unos años. Posteriormente, mediante programas de inseminación, introdujeron razas lecheras como Simmenthal, Pardo Suizo, Holstein y otras, obteniendo un mestizaje conocido como doble propósito, que exige adecuados requerimientos nutricionales para producir leche y carne (CORPOICA, 2003); puesto que las praderas nativas no tienen las condiciones para proporcionarlos en lo relacionado a cantidad y calidad de forraje. Poco a poco los ganaderos introdujeron especies gramíneas como *Brachiaria decumbens* y *B. humidicola*,

llegando al punto en el que hoy en día, la mayoría de las praderas están cultivadas con estas dos especies.

A pesar de esta mejora en el forraje para el ganado bovino, no ha sido suficiente cuando se requiere alimentar durante la temporada de sequía, porque los pastos se secan y los animales reducen drásticamente la producción de leche y carne, perdiendo entre 10 y 15% de su peso corporal, frente a esta situación los ganaderos han buscado alternativas suplementando sus animales con concentrado, pasto de corte fresco o con ensilaje, siendo las limitantes de las primeras alternativas: el alto costo del concentrado, y la ausencia de agua para regar en verano y mantener fresco el cultivo de pasto de corte; aunque el ensilaje es más costoso con relación a producir pasto de corte fresco, esta opción es más económica que alimentar el ganado con concentrado, además el ensilaje ofrece la garantía de conocer la cantidad de alimento de reserva con el cuál se dispone (Cuartas *et al.*, 2009).

Para solucionar la escasez de forraje durante la época de sequía, muchos ganaderos han cultivado maíz y pasto de corte para ensilar o para ofrecerlo fresco, sin embargo la solución es encontrar la alternativa más rentable para cada explotación ganadera, con este objetivo se han establecido cultivos asociados entre diferentes gramíneas y leguminosas forrajeras; con el fin de encontrar las especies más adecuadas para cada finca, que asociadas desarrollan sinergismo para producir la mayor cantidad de forraje de buena calidad (CORPOICA, 2003).

En este sentido Chacón y Vargas, (2009) determinaron la digestibilidad y calidad del *Pennisetum purpureum* a tres edades de rebrote (60, 75 y 90 días) encontrando un contenido de materia seca de 13.03-14.43%, proteína cruda 8.42-9.56%, extracto etéreo 1.29-1.41%, cenizas 13.61-14.47% fibra detergente neutro 73.78-76.91% y fibra detergente ácido 46.53-51.83%. Así mismo, Zambrano *et al.*, (2006) determinaron un contenido de materia seca de 20%, proteína cruda 9.49%, extracto etéreo 2.47%, fibra cruda 35%, ceniza 8% y extracto libre de nitrógeno 45.04%.

El ensilado de cultivos forrajeros o de subproductos industriales podría ser una contribución importante para optimizar el funcionamiento de los sistemas de producción animal en zonas tropicales y subtropicales, pero su empleo es todavía muy escaso (Garcés *et al.*, 2004). El ensilaje de maíz se destina comúnmente al consumo del ganado vacuno de carne o leche, donde el valor nutricional del forraje cosechado está determinado principalmente por la tasa de producción animal que éste forraje genera, es decir por la eficiencia en la conversión del alimento en producto animal (carne o leche). La conversión está afectada por la digestibilidad del forraje, la cantidad consumida y la eficiencia en su utilización, estos factores están interrelacionados y todos a su vez, condicionados por las características del animal y de la planta (Bertoia, 2010). Castillo *et al.*, (2009) determinaron el valor nutricional del ensilaje de maíz a los 60 días de maduración, encontrando materia seca 19.76-23.60%, proteína cruda 8.88-11.36%, fibra detergente neutro 50.10-61.26%, fibra detergente acida 28.52-36.52%, extracto etéreo 1.39-1.98%, cenizas 5.68-7.49% y digestibilidad *in vitro* de la materia seca 69.89-79.78%.

La asociación de *Zea mays* (maíz) y *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) con *Mucuna deeringiana* (Bort) Merr (mucuna) monocultivo de maíz y elefante son una de las posibles asociaciones gramínea con leguminosa y de los monocultivos de gramíneas que han ensayado algunos ganaderos. Con este trabajo se pretende hacer un aporte para que los ganaderos de la Altillanura colombiana tengan una opción más y considerando los recursos que se encuentran en su hato, analicen si alguna le es favorable en términos de rendimiento económico.

METODOLOGÍA

Condiciones de la zona

El trabajo experimental se realizó en la finca Santa Marta, que se halla ubicada en la vereda La Guardiania, en el municipio de San Martín de los Llanos, del departamento del Meta, siendo sus condiciones climatológicas y edafológicas: 350 msnm temperatura y precipitación anual media de 24°C y 3.200 mm, se encuentra

en un paisaje de altillanura plana, caracterizada por su suelo que se halla agrupado en la clase III (Alcaldía de San Martín, 2012). La hacienda se halla a 18 Km de la cabecera municipal, tiene una extensión de 730 hectáreas y de ella se destinaron ocho hectáreas para realizar el cultivo del experimento.

Distribución del experimento

Se planificó el diseño experimental en bloques completamente al azar, subdividido en cuatro (4) parcelas para cada uno de los tratamientos, con cuatro (4) repeticiones y distribuidos totalmente al azar, asignando a cada lote una combinación que permitió realizar comparaciones en iguales condiciones de agrupaciones, separación, densidad de cultivo y procedimiento de ensilaje; se repitieron los tratamientos con el objeto de dar mayor confiabilidad a la muestra del experimento, bajo los mismos parámetros de los bloques anteriores.

Se adoptaron siembras de monocultivo de maíz y en asociación con mucuna, monocultivo de elefante y asociado con esta leguminosa, para cada tratamiento se asignó un área de dos (2) hectáreas de tal manera que la totalidad del experimento fue de 80.000 metros cuadrados (Figuras 1 y 2).

TRATAMIENTOS (Modo de siembra)	MONOCULTIVO	ASOCIADO CON <i>MUCUNA</i>
<i>Maíz se utilizo sembradora</i>	T1	T3
<i>Elefante, se realizo manualmente</i>	T2	T4

Tabla 1. Conformación de cada bloque por tratamiento

PARCELA 1		PARCELA 2		PARCELA 3		PARCELA 4	
Bloque 1	Bloque 2						
T ₁	T ₃						
T ₂	T ₄						

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el terreno

Diseño estadístico

El diseño estadístico que se aplicó en este experimento fue bloques completamente al azar con cuatro tratamientos, para un total de 16 unidades experimentales, donde el modelo matemático fue:

$$\gamma = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

- γ_{ij} : Las variables aleatorias que representa la observación (i)-ésima del bloque (j)-ésimo, que en este experimento fueron: rendimiento de biomasa en forraje fresco, en forraje ensilado y evaluación económica (costos totales, unitarios y beneficio).
- μ : es un efecto constante, media global.
- T_i : El efecto producido por el nivel i-ésimo del factor principal, Parcelas: 1 (monocultivo maíz), 2 (monocultivo de elefante), 3 (asociación maíz con mucuna) y 4 (asociación elefante con mucuna).
- β_j : El efecto producido por el nivel j-ésimo del factor secundario o factor de bloques: 1 (monocultivo) y 2 (asociación).
- E_{ij} : error experimental.

Consideraciones de la siembra

Maíz monocultivo: Se eligió una semilla híbrida que tiene grano amarillo, presenta una altura de plantas de 2.7 metros y es tolerante a las enfermedades tropicales, su edad para cosecharlo en estado de grano pastoso esta entre 80 y 90 días

después de la germinación, dependiendo de las condiciones climáticas. Se estableció colocando 10 semillas por metro lineal, y distanciando los surcos a 80 cm, para alcanzar una población de ciento veinticinco mil (125.000) plantas por hectáreas. Se sembraron 23.7 kg de semilla por cada parcela, lo que requirió 94.8 kg para las cuatro áreas sembradas, se utilizó sembradora, dejando las semillas cubiertas con una capa de suelo de 2 cm.

Maíz asociado con mucuna: Se eligió esta leguminosa por su rusticidad, vigor y gran capacidad de crecimiento, para que compita con la gramínea. La semilla de mucuna se sembró manualmente después de la siembra del maíz, a una distancia de 125 cm sobre el surco de maíz, con esta distancia se estableció una densidad de 10.000 plantas de mucuna por hectárea, la cantidad de semilla utilizada fue 3.6 kg por parcela, por ello para la asociación *Zea mays* se necesitó 14.4 kg. En cuanto a esta asociación el maíz se sembró en la misma densidad del monocultivo, por lo tanto la cantidad de semilla empleada fue 94.8 kg para este tratamiento.

Elefante asociado con mucuna: El pasto se sembró con el mismo sistema y en la misma cantidad de semillas utilizadas en el tratamiento de monocultivo, por lo tanto, se requirieron 5.600 kg de estacas. La mucuna se estableció buscando sembrar la misma densidad de plantas de la leguminosa que se empleó en la asociación maíz (3.6 kg por parcela), para ello se hizo siembra alternando en los surcos de elefante un surco de mucuna. La cantidad total de semilla empleada en el experimento fue de 189.6 kg de *Zea mays*, 28.8 kg de mucuna y 11.2 kg de estacas de elefante.

La fertilización realizada según análisis de suelos, en cantidades por hectárea: 1.5 toneladas de cal dolomítica, que se aplicó durante la preparación del terreno; 150 kg de difosfato de amonio, el cual se aplicó la totalidad al momento de la siembra, 150 kg de cloruro de potasio, repartido 30% al momento de la siembra, 40% a los 30 días después de la siembra y 30% a los 45 días después de la siembra; 120 kg de urea; aplicándose 40% a los 30 días después de la siembra y 60% a los 45

días después de la siembra, 20 kg de borozinco, el 50% al momento de la siembra y el 50% a los 30 días después de la siembra.

En el desarrollo del cultivo se realizó raleo del maíz a los 10 días de sembrado en los tratamientos que lo involucraban, la actividad consistió en eliminar desde 1 a 3 plantas de maíz por metro lineal, deshierba a los 15 días de sembrado, y 10 días después se realizó el aporque con tractor, no se emplearon herbicidas pre o post emergentes puesto que en la asociación gramínea-leguminosa puede afectarse el desarrollo de esta última; para el control de insectos, dos días después de la siembra se hizo una aplicación de carbofuran: 2,3-dihidro-2,2-dimetilbenzofuran-7-il-metilcarbamato líquido sobre el surco en una dosis de 250 cm³ por hectárea en 300 litros de mezcla, con el fin de evitar daños por tierreros-trozadores presentes en el suelo, una vez hecho el aporque se hizo la primera liberación de *Trichogramma spp* en dosis de 25 pulgadas por hectáreas, luego semanalmente se hicieron otras tres liberaciones en igual concentración, para prevenir el daño de *Diatrea Saccharallis* (pasador) y *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero), a los 60 días después de la siembra se presentó un ataque de *Spodoptera*, lo cual se controló aplicando de manera localizada Dipel (*Bacillus thuringiensis*) en dosis de 250 gramos por hectárea; la fertilización se hizo manual y al voleo en las fechas establecidas a los 30 y 45 días después de la siembra, y a los 80 días se inició la recolección del cultivo, sin presentarse enfermedades, evidenciando un estado sanitario óptimo.

Proceso de producción de ensilaje

La cosechadora de forraje pica el forraje y lo lanza por una canal a un remolque, cuando este se llena, los operarios lo desenganchan y en el tractor que lleva la cosechadora se monta un remolque vacío, mientras que el lleno lo transporta otro tractor, y es llevado a una báscula electrónica, allí se hace el pesaje donde previamente se había pesado vacío cada remolque, posteriormente lo lleva al sitio del silo, donde se descarga y se distribuye, y por cada dos toneladas se aplicó 1.0 kg de melaza disuelta en agua en proporción 1:1 y con el mismo tractor se hizo la

compactación del forraje picado, cada vez que la cosechadora llena un remolque se repite la operación hasta cosechar cada parcela.

El forraje de cada parcela fue ensilado independientemente para conocer el costo de ensilado por kg en cada tratamiento, el ensilaje se cubrió con un plástico negro, y se prensó por los bordes con una capa de tierra de 10 cm de gruesa y con un ancho de 60 cm, en el extremo donde se terminó el sellado se colocó un tubo PVC perforado en un extremo con agujeros de 0.3 cm de diámetro, conectando a una aspiradora para extraer el oxígeno, puesto que las bacterias que fermentan el forraje son anaeróbicas, luego se retiró el tubo PVC y se acabó de sellar el silo de montón con tierra.

Se estableció un ensilaje experimental para determinar el rendimiento de cada uno de los tratamientos, para ello se cosechó manualmente cortando las plantas a una altura de 10 cm del suelo, se hizo el pesaje del forraje fresco en la balanza de precisión, se llevaron las plantas hasta la pica-pasto y se empezó el llenado de la bolsa de plástico negro (calibre 7) la cual media 90 cm de largo y 60 cm de ancho, en ella se compactó el forraje picado con un "pizon" y se introdujo un tubo PVC de media pulgada con perforaciones de 0.3 milímetros de diámetro cerca de un extremo, introduciéndolo en la bolsa y en otro extremo (externo) del tubo PVC, se conectó una aspiradora, para extraer el oxígeno, luego se retiró el tubo PVC y se aseguró el plástico, quedando totalmente sellada la bolsa plástica, posteriormente la bolsa plástica llena se introdujo en una bolsa de polipropileno, para protegerla de rompimientos o dilataciones.

Procedimiento de recolección de muestras

Se tuvo especial cuidado en la toma de los registros básicos para el análisis del rendimiento, haciendo un muestreo altamente representativo, teniendo en cuenta la totalidad del terreno y considerando que el tamaño de la muestra fuera de un $N = 20$ por tratamiento (Carranza, 1994). Cada una de las muestras se tomó completamente al azar, cosechando en el surco el equivalente de plantas correspondiente a 1 m² en maíz en monocultivo, asociado con mucuna 1.25 m

lineales; y con elefante en monocultivo así como asociado 2.0 m lineales. Las plantas fueron cortadas a 10 cm de la superficie del suelo, luego colocadas en bolsa plástica y pesadas en la balanza, posteriormente cortadas en la pica-pasto y por último fueron ensiladas en bolsas de manera independiente. Para los tratamientos que involucraron elefante la determinación del rendimiento en forraje fresco se hizo un día antes de la cosecha, es decir el día 79 después de la siembra al maíz.

Cálculo de costos

Esta contabilidad para cada uno de los tratamientos se realizó bajo el sistema de costos totales ya que se tiene en cuenta todos los gastos que inciden en el producto. Para la ejecución del trabajo realizado en un tiempo de 6 meses, en un área de 80.000 m², se clasificaron los costos en directos (preparación del terreno, semillas, correctivos, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, fungicidas y mano de obra) e indirectos (asistencia técnica, administración, arrendamiento de terreno, interés al capital e imprevistos). Inicialmente se estimó los costos de producción de forraje fresco por kg y luego se calculó el costo total de elaboración de forraje ensilado por kg, el cual se le adicionó al costo de producción de forraje fresco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición nutricional de las especies evaluadas

En la Tabla 1 se presenta la composición nutricional del maíz, mucuna y elefante utilizados en el experimento, obtenidos en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de los Llanos.

Rendimiento de forraje fresco y ensilado

El rendimiento por tratamiento y por hectárea fue el resultado de extrapolar los datos de las muestras para cada tratamiento (Tabla 2), según los pesos promedios obtenidos del modelo estadístico y considerando las siguientes estimaciones: fueron 16 parcelas con un área de 5.000 m² cada una, para un área total del cultivo de 80.000 m², con una densidad de siembra de 100.000 plantas por

hectárea, es decir 50.000 plantas en cada parcela, para un total de 800.000 plantas en el cultivo, utilizando un área de cada muestreo de 1 m², analizándose 80 muestras por tratamiento.

Tabla 1. Composición nutricional de las especies evaluadas

Fracción Nutricional (%)	<i>Zea mays</i>	<i>Mucuna deeringiana</i> (Bort) Merr	<i>Pennisetum purpureum</i>
Materia Seca	40.81	15.2	16.9
Proteína	7.6	22.15	9.2
Extracto etéreo	2.5	8.7	1.34
Fibra detergente neutro	10.79	64.77	63.72
Fibra detergente ácido	2.68	48.95	46.36
Cenizas	9.11	3.4	13.79
Fibra Cruda	21.51	5.7	30.17

Tabla 2. Rendimiento de forraje fresco tratamiento por hectárea

Tratamientos	T₁	T₂	T₃	T₄
Tamaño de cada muestra (m ²)	1.0	1.0	1.0	1.0
Número de muestras por tratamiento	80	80	80	80
Peso totalidad de muestras (kg)	523.4 ^a	243.4 ^b	528.8 ^a	264.9 ^b
Peso promedio de muestras (kg)	6.54 ^a	3.04 ^b	6.61 ^a	3.31 ^b
Peso total de lote (kg)	32.712 ^a	15.217 ^b	33.055 ^a	16.556 ^b
Rendimiento (kg/ha)	65.406 ^a	30.434 ^b	66.110 ^a	33.113 ^b

Letras distintas en la misma fila, los tratamientos son diferentes (P<0.05)

Al considerar el rendimiento en forraje fresco de cada tratamiento, se aprecia que el T₃ (Asociación maíz-mucuna) y T₁ (maíz en monocultivo) fueron los de mayor rendimiento (P<0.05) (66.110 y 65.406 kg/ha), aunque T₁ fue superior 1.1% con respecto a T₃, le siguieron con una diferencia del 49.9% T₄ (Elefante con mucuna) y T₂ con 53.9% (Elefante en monocultivo) con rendimientos de 33.113 y 30.434 kg/ha, respectivamente.

En los rendimientos de ensilaje por hectárea (Tabla 3), se aprecia que T₃ y T₁ fueron superiores (P<0.05), 61.181 y 60.649 kg/ha, al compararlos con T₄ y T₂:

33.113 y 30.434 kg/ha de forraje ensilado, respectivamente. T₁ y T₂ produjeron 49.27% más de ensilaje con relación a los otros dos tratamientos, de lo cual se deduce que el maíz es una buena alternativa para la alimentación de bovinos doble propósito, en la Altillanura Colombiana puesto que suministra gran cantidad de biomasa consumible, lo cual le provee energía para sus funciones productivas carne y leche, al adicionar mucuna, se hace el aporte de proteína y de esta forma se suple adecuadamente los requerimientos del ganado.

Tabla 3. Rendimiento de forraje ensilado por hectárea

Tratamientos	T₁	T₂	T₃	T₄
Tamaño de cada muestra (m ²)	1.0	1.0	1.0	1.0
Número de muestras por tratamiento	80	80	80	80
Peso totalidad de muestras (kg) por tratamiento	485,1 ^a	240,4 ^b	489,4 ^a	242,6 ^b
Peso promedio de muestras (kg)	6,06 ^a	3,00 ^b	6,11 ^a	3,03 ^b
Peso total de lote (kg)	30.324 ^a	15.00 ^b	30.590 ^a	15.015 ^a
Rendimiento (kg/ha)	60.649 ^a	30.000 ^b	61.18 ^{1a}	30.030 ^b

Letras distintas en la misma fila los tratamientos son diferentes (P<0.05)

Indicadores económicos

Para determinar los indicadores económicos para cada tratamiento, se siguió un procedimiento que consistió en tomar como referencia la cotización de un producto de similares características del mercado local. Los costos determinados en el experimento se establecieron para la explotación de la hacienda Santa Martha, en la cual el ensilaje se produce para autoconsumo y por ello en su costo unitario se economiza el de las bolsas plásticas y de polipropileno, el empaclado, la manipulación y transporte para un mercado, donde el rubro se calculó por cada 1.000 kg de ensilaje: en \$ 46.700 por tonelada. El valor del ensilaje en San Martín (Meta), tiene un valor de \$160.000, asumiendo que éste valor podría ser el posible precio de venta del ensilaje producido, Tabla 4.

En la rentabilidad económica del ensilaje por hectárea (Tabla 5), se aprecia que T₃ y T₁ fueron superiores (P<0.05), 6.931.807 y 6.871.532 \$/ha, al compararlos con

T₄ y T₂: 3.402.399 y 3.402.399 \$/ha, respectivamente. T₁ y T₂ produjeron 49.27% más de rentabilidad con relación a los otros dos tratamientos, de lo cual se deduce que el maíz aparte de ser una buena alternativa para la alimentación de bovinos doble propósito, en la Altillanura Colombiana, es una actividad agropecuaria que genera buen rendimiento económico.

Tabla 4. Costos de ensilaje, empaçado y transporte por cada 1.000 kg

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor	
			Unitario	Total
Bolsa plástica, cal # 7	Bolsa	31	400	12.400
Bolsa polipropileno	Bolsa	31	300	9.300
Empacado	Jornal	0.5	14.000	7.000
Transporte y manipulación	Ton.	1	18.000	18.000
Total (\$)				46.700

Tabla 5. Rendimiento económico del ensilado por tratamiento

Tratamientos	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Rendimiento (kg/ha)	60.649 ^a	30.000 ^b	61.181 ^a	30.030 ^b
Costos de producción (\$/1000 kg)	46.700	46.700	46.700	46.700
Valor de venta Ton (\$)	160.000	160.000	160.000	160.000
Costos de producción total (\$/1000 kg)	2.832.308 ^a	1.401.000 ^b	2.857.153 ^a	1.402.401 ^b
Valor total de Venta (\$)	9.703.840 ^a	4.800.000 ^b	9.788.960 ^a	4.804.800 ^b
Beneficio / ha (\$)	6.871.532 ^a	3.399.000 ^b	6.931.807 ^a	3.402.399 ^b

Letras distintas en la misma fila los tratamientos son diferentes (P<0,05)

CONCLUSIONES

En la variable agronómica rendimiento de biomasa en forraje fresco, los mejores resultados se presentaron en los tratamientos que involucraron al maíz en asociación con mucuna 61.181 Vs 60.649 kg/ha para monocultivo, siendo el más bajo para elefante 30.000 kg/ha. Este resultado muestra dos aspectos: 1) La leguminosa asociada con la gramínea incrementa el rendimiento de forraje, y 2) el maíz en un solo corte es superior en producción al elefante.

El rendimiento del forraje ensilado presentó un comportamiento similar a la variable anterior, obteniéndose la mayor producción de biomasa: la asociación

maíz-mucuna, y la menor con el pasto elefante, es de anotar que los tratamientos en los que hizo parte el maíz fueron los que presentaron los mejores resultados.

De acuerdo al análisis económico se deduce, que el mayor se obtuvo al ensilar la asociación de maíz-mucuna seguido de maíz en monocultivo, seguido de la asociación de pasto elefante y mucuna, y por último elefante en monocultivo. Además el ensilaje de maíz asociado con mucuna presenta el mayor potencial para ser implementado en la producción de biomasa como estrategia de alimentación bovina.

Los cuatro tratamientos arrojaron valores de costos de producción de kg de biomasa ensilada inferiores a los que se encuentran en el mercado de suplementos comerciales, por ello para el ganadero es más rentable producir su propio ensilaje, que comprarlo, puesto que la asociación de maíz y mucuna, le ofrece una alternativa viable y económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alcaldía de San Martín. Plan de desarrollo Municipio de San Martín de los Llanos 2012-2015. 123 p. 2012.
2. Bernal EJ, Chaverra GH. El ensilaje en la alimentación de ganado vacuno. 1ª edición. Tercer mundo editores. Bogotá, Colombia. 153 p. 2000.
3. Bertoia LM. Ensilaje de maíz: calidad técnica y biológica. Revista Angus, 250: 23-25. 2010.
4. Cárdenas JV, Sandoval CA, Solorio J. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. Revista Técnica Pecuaria en México, 41 (3): 283-294. 2003.
5. Carranza J. Algunas técnicas para el análisis de resultados de investigación. Bogotá. 174 p. 1994.
6. Castillo M, Rojas A, WingChing R. Valor nutricional del ensilaje de maíz cultivado en asocio con Vigna (*Vigna radiata*). Agronomía Costarricense, 33 (1): 133-146. 2009.
7. Chacón PA, Vargas CF. Digestibilidad y calidad del Pennisetum purpureum cv. King grass a tres edades de rebrote. Agronomía meosoamericana, 20 (2): 339-408. 2009.
8. CORPOICA. Conservación y uso de soya forrajera para la alimentación de rumiantes en la Orinoquia Colombiana. Boletín técnico N° 37. Villavicencio, Colombia. 20 p. 2003.
9. CORPOICA. Manejo agronómico de algunos cultivos forrajeros y técnicos para su conservación en la región Caribe Colombiana. Manual Técnico, Centro de Investigación Turipaná, Careté, Córdoba Colombia, 52 p. 2003.

10. Cuartas CA, Naranjo JF, Murgueitio E. Desarrollo de un modelo silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* y pastos mejorados asociados a maderables de diferentes especies que fortalezcan la alianza entre la ganadería y la industria forestal en tres empresas ganaderas en el valle del río Cesar. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 22 (3): 515. 2009.
11. Garcés AM, Berrio L, Ruiz S, Serna JG, Builes AF. Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de investigación*, 1 (1): 66-71. 2004.
12. Jamióy D. Propuesta de indicadores de calidad edafológicos para valorar la influencia de los sistemas productivos sobre algunas propiedades físicas y químicas en suelos oxisoles del piedemonte llanero colombiano. Tesis de grado Magister en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 110 p. 2011.
13. Lemus LH., Lemus VE. Plantas de uso forrajero en el trópico cálido y templado de Colombia. Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia. 360 p. 2004.
14. Zambrano C, Sánchez D, Uzcátegui J. Consumo y digestibilidad de pasto King grass (*Pennisetum purpureum*) fresco y ensilado con *Leucaena leucocephala* en ovinos en crecimiento. *Revista Unellez*, 24: 77-82. 2006.

Cobertura en suelos con procesos acelerados de erosión

Soil cover with accelerated erosion processes

Beltrán Guarnizo Laura¹ y Pérez López Otoniel²

¹I. A. Universidad de los Llanos y

²I. A. Investigador Profesional Asociado, CORPOICA

operez@corpoica.org.co

Recibido 11 de Abril 2014, Aceptado 17 de Octubre 2014

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la introducción y la persistencia de cobertura vegetal en suelos con procesos acelerados de erosión, en Puerto Gaitán, Meta, donde se evaluaron diversas especies y prácticas de manejo del suelo. La fertilización de las parcelas experimentales se realizó con una saturación de bases de 35 a 50% y niveles de fósforo entre 5 y 10 ppm. Los correctivos utilizados fueron cal dolomita, roca fosfórica, abono paz del río y óxido de magnesio. Las actividades estratégicas que se plantearon incluyeron: evaluación de herbáceas (gramíneas y leguminosas) solas o en combinación con arbóreas y arbustivas; evaluación de prácticas, sistemas de labranza y transferencia de tecnología. En suelo se valoró durante tres años la dinámica de características químicas: pH, materia orgánica, P, Ca, Mg, K, S, Al, Fe, Cu, Mn, Zn y B en varias profundidades (0-10, 0-20 cm o según los horizontes dominantes), durante la época de máxima y mínima precipitación. En las especies vegetales se evaluó emergencia (%); altura (cm); cobertura (%); ataque de plagas y enfermedades; distribución y desarrollo radicular de especies con sobresaliente producción y calidad de biomasa verde seca y hojarasca. Al finalizar el establecimiento *B. dictyoneura*, *B. decumbens*, *D. ovalifolium* y *B. humidicola* mostraron la mayor cobertura del suelo ($P < 0.05$) con valores de 93.3, 90.0, 88.3 y 76.7%, respectivamente en comparación con *Stylosanthes capitata* (28.3%) y *Vitiveria zizanioides* (36.7%). Aunque *B. dictyoneura* obtuvo una cobertura del 93.3% su establecimiento fue más lento en comparación con *B. decumbens* y *B. humidicola* fue más lento; no obstante, una

vez alcanzado su óptimo crecimiento, su cobertura fue eficiente por sus estolones y rizomas, lo que le permitió de igual forma al *B. humidicola* obtener una cobertura del 77%, con buen desarrollo vigoroso y agresivo.

Palabras clave: Vegetación, gramíneas, biomasa, recuperación.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the introduction and persistence in soil mulched with accelerated erosion in Puerto Gaitan, Meta, where various species and soil management practices was evaluated. Fertilization of the experimental plots was performed with a base saturation of 35-50% and phosphorus levels between 5 and 10 ppm. Corrective used were lime dolomite, phosphate rock, fertilizer Peace River and magnesium oxide. The strategic activities that were raised included: assessment of herbaceous (grasses and legumes) alone or in combination with trees and bushes; assessment practices, tillage systems and technology transfer. In soil was assessed for three years dynamics chemical characteristics: pH, organic matter, P, Ca, Mg, K, S, Al, Fe, Cu, Mn, Zn and B at various depths (0-10, 0-20 cm or according to the dominant horizons), during the time of maximum and minimum precipitation. Emergence (%); height (cm); coverage (%); pest and disease attack; distribution and root development of species with outstanding production and quality of dry green biomass and litter was evaluated in plant species. At the end of the establishment *B. dictyoneura*, *B. decumbens*, *B. humidicola* and *D. ovalifolium* showed the highest soil cover ($P < 0.05$) with values of 93.3, 90.0, 88.3 and 76.7% respectively compared with *Stylosanthes capitata* (28.3%) and *Vitiveria zizanoides* (36.7%). While *B. dictyoneura* obtained 93.3% coverage of its establishment was slower compared with *B. decumbens* and *B. humidicola* was slower; however, once you reach your optimum growth was efficient coverage for their stolons and rhizomes, allowing him equally to *B. humidicola* get coverage of 77%, with good vigorous and aggressive development.

Keywords: Vegetation, grasses, biomass, recovery.

RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar a introdução e persistência no solo mulched com erosão acelerada em Puerto Gaitán, Meta, onde várias espécies e práticas de manejo do solo foram avaliados. Fertilização das parcelas experimentais foi realizada com a saturação por bases de 35-50% e fósforo níveis entre 5 e 10 ppm. Corretiva foram usadas calcário dolomítico, fosfato, fertilizantes Peace River e óxido de magnésio. As atividades estratégicas que foram levantadas foram: avaliação de herbáceas (gramíneas e leguminosas), isoladamente ou em combinação com árvores e arbustos; práticas de avaliação, sistemas de preparo e transferência de tecnologia. Em solo foi avaliada por três anos de dinâmica características químicas: pH, matéria orgânica, P, Ca, Mg, K, S, Al, Fe, Cu, Mn, Zn e B em várias profundidades (0-10, 0-20 cm ou de acordo com os horizontes dominantes), durante os tempos de precipitação máxima e mínima. A emergência (%); altura (cm); cobertura (%); ataque de pragas e doenças; distribuição e desenvolvimento de raízes de espécies com excelente produção e qualidade de biomassa verde seca e serapilheira foi avaliada em espécies de plantas. No final do estabelecimento *B. dictyoneura*, *B. decumbens*, *B. humidicola* e *D. ovalifolium* apresentou a maior cobertura do solo ($P < 0.05$) com valores de 93,3, 90,0, 88,3 e 76,7% respectivamente, em comparação com *Stylosanthes capitata* (28,3%) e *Vitiveria zizanioides* (36,7%). Enquanto *B. dictyoneura* obteve uma cobertura de 93,3% do seu estabelecimento foi mais lento em comparação com *B. decumbens* e *B. humidicola* foi mais lento, no entanto, uma vez que atingiu o seu crescimento ótimo foi a cobertura eficiente para seus estolões e rizomas, permitindo-lhe igualmente a *B. humidicola* obter uma cobertura.

Palavras-chave: Vegetação, gramíneas, biomassa, recuperação.

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso vital para el hombre debido a la relación de dependencia entre ambos puesto que, en él encuentran soporte gran número de actividades productivas de los sectores de alimentos, industria y vivienda, entre otros. En el

caso de la aplicación directa del suelo a actividades productivas, como la agricultura o el pastoreo, se requiere de sustancias nutritivas para el desarrollo de las plantas, la mayor o menor concentración y disponibilidad de nutrientes refleja el nivel de fertilidad de un suelo, sin embargo, es en su capa más superficial donde se concentra la mayor fertilidad, que en ocasiones alcanza escasamente unos pocos centímetros de espesor, lo cual plantea serias implicaciones dado el desbalance existente entre las tasas de formación del suelo y las de erosión que pueden alcanzarse bajo determinadas condiciones, así, un centímetro de suelo puede tardar en su formación cientos, e incluso miles de años, en tanto que en un aguacero o por efecto de la acción del viento, éste puede perderse en pocos segundos (Burbano, 2007).

Los sistemas de manejo tecnológico y de apropiación del suelo para las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, entre otras, han ido muchas veces en detrimento de este recurso, ocasionando una mínima posibilidad de sostenibilidad en el tiempo. El proceso comienza con la ruptura de un equilibrio que se ha dado a través de una interacción ininterrumpida (a excepción de fenómenos igualmente naturales) entre el medio físico y el medio biótico, con la remoción de la vegetación del suelo para dar entrada a otras formas vegetales, orientadas hacia la producción; luego se rompe la superficie de los terrenos y se somete el suelo a un laboreo periódico con elementos de labranza, apareciendo el fenómeno erosivo y marcándose de esta forma un punto de quiebre frente al criterio de sostenibilidad, dadas las significativas diferencias entre la tasa de formación y la tasa de pérdida de suelo mencionadas. Esta descripción corresponde en esencia a la génesis del fenómeno entonces vigente de forma casi exclusiva, hoy día, a las pérdidas de suelo imputables a la aplicación de tierras a la agricultura y pastoreo, deben sumarse aquellas originadas del adelanto de proyectos de desarrollo (carreteras, ferrocarriles, aeropuertos, grandes presas y otros), cuya inadecuada gestión en el pasado generó importantes impactos ambientales en términos de pérdidas de suelo, y en algunos casos los sigue generando actualmente (León, 2001).

Se destacan tres tipos de proyectos de relevancia en la generación del problema como son las urbanizaciones, puesto que su proceso de construcción aporta importantes cantidades de sedimentos, dado que las actividades como la remoción de las coberturas vegetales, la excavación, y la explanación, entre otras, dejan grandes masas de suelo expuestas a la acción de la lluvia, provocando su desprendimiento y arrastre o transporte; una vez se tienen áreas urbanizadas completamente desarrolladas, la producción de sedimentos es, por lo general, mínima. En el proceso de su construcción de carreteras también pueden darse altas tasas de erosión al ser removidos los materiales vegetales, dejando el suelo descubierto. En tercer lugar, las obras de control en ríos y corrientes: cambios en la dirección del flujo o aumento en la profundidad, duración y velocidad de éste, pueden promover procesos erosivos; se citan entre otros: el alineamiento de canales serpenteados que aumenta la pendiente y la velocidad de flujo; la restricción de la sección transversal del canal, aumentándose la velocidad y profundidad del flujo; y la construcción de presas que influye en la estabilidad del canal aguas arriba y aguas abajo (Castañeda y Contreras, 2003).

METODOLOGÍA

Como el propósito de la siembra de gramíneas y leguminosas para la recuperación y persistencia de la cobertura vegetal y de esta evitar los procesos acelerados de erosión del suelo, se evaluaron diversas especies y prácticas de manejo del suelo. La fertilización de las parcelas experimentales se realizó con una saturación de bases entre 35 a 50% y niveles de fósforo entre 5 a 10 ppm. Los correctivos que se utilizaron son enmiendas comerciales disponibles en el mercado como cal dolomita, roca fosfórica, abono paz del río y oxido de magnesio. Las actividades estratégicas que se plantearon incluyeron: evaluación de materiales herbáceos (gramíneos y leguminosos) solos o en combinación con arbóreas y arbustivas; evaluación de prácticas y sistemas de labranza; y transferencia de tecnología.

Establecimiento de parcelas experimentales

Evaluación de materiales herbáceos. Incluyó el establecimiento de materiales herbáceos de gramíneas (*Brachiaria decumbens*, *Brachiaria dictyoneura*, *Brachiaria humidicola*, *Andropogon gayanus* y *Vitiveria zizanioides*) y leguminosas (*Pueraria phaseoloides*, *Stylosanthes capitata* y *Desmodium ovalifolium*) en suelo descubierto. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño al azar con tres repeticiones, el tamaño de parcelas para las herbáceas fue 2 m X 5 m (10 m²). La preparación del terreno consistió en dos pases de rastra, para la fertilización de establecimiento se aplicó en kg/ha una mezcla de: cal dolomita (1500), roca fosfórica (500), abono paz del rio (500) y yeso agrícola (400). Se realizó la siembra de *B. humidicola*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *S. capitata*, *D. ovalifolium* y *P. phaseoloides* con semilla cariósida en surcos distanciados a 30 cm, mientras que con material vegetativo (cepas) se establecieron las parcelas de *V. zizanioides* y *A. gayanus* a una distancia de 40 cm entre plantas y entre surcos. Las parcelas fueron fertilizadas con una mezcla en kg/ha 50 de urea, 25 de cloruro de potasio (KCl) y 25 de fosfato diamónico (DAP).

Evaluación de materiales arbustivos: Incluyó el establecimiento de arbustivos (*Cratylia argentea*, *Codariocalyx gyroides* y *Ficus macrophylla*) en suelo descubierto. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño al azar con tres repeticiones. El tamaño de parcelas fue de 3 m X 10 m (30 m²). La preparación del terreno consistió en dos pases rastra y un pase de cincel rígido; para la fertilización de establecimiento se aplicó e incorporó una mezcla igual a la aplicada en las gramíneas. Se realizó la siembra de las semillas a una distancia de 1 m X 1 m entre plantas y entre surcos.

Evaluación de materiales arbóreos: Incluyó el establecimiento de materiales arbóreos (*Acacia mangium*, *Anacardium occidentale*, *Piptadenia opacifolia*, *Eucaliptus pellita*, *Simarouba amara* y *Pinus caribaeae*) en suelo descubierto. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño al azar con tres repeticiones. El tamaño de parcelas para las arbóreas es de 10 m X 15 m (150 m²). La preparación del terreno y aplicación de fertilizantes fue igual a la suministrada a herbáceas y

arbustivas. Se realizó la siembra a una distancia de 5 m X 5 m entre plantas y entre surcos. Para la fertilización de mantenimiento se aplicó una mezcla de 95 g/planta compuesta por: Urea 30, KCl 30, DAP 20, MgSO₄ 10, CuSO₄ 2, Boro 3 y ZnSO₄ 3 g respectivamente.

Evaluación de prácticas de preparación y manejo en suelos descubiertos para establecimiento de especies herbáceas. Se sembró en asociación *B. decumbens* y *B. dictyoneura*, los tratamientos se distribuyeron al azar en un diseño de franjas divididas con tres repeticiones, en donde el tamaño de parcelas fue de 5 m X 10 m (50 m²) y consistieron en: 1) un pase de rastra sin correctivos; 2) dos pases de rastra sin correctivos; 3) dos pases de rastra con correctivos; y 4) un pase de rastra, uno de cincel con correctivos.

Evaluación de fuentes fosforadas en suelos descubiertos para establecimiento de especies herbáceas. Se evaluó el efecto de diferentes fuentes de fósforo, mediante la aplicación de insumos fosforados como roca fosfórica, abono paz del río y DAP para el establecimiento de la mezcla de semillas cariósida *B. decumbens* + *B. dictyoneura* en condiciones de suelo de la Altillanura disectada. Se utilizó un diseño completo al azar con tres repeticiones, parcelas de tamaño 4 m X 5 m (20 m²). Los tratamientos fueron: 1) cal dolomita 1,5 t/ha con abono paz del río (46 kg/ha P₂O₅); 2) cal dolomita 1,5 t/ha con roca fosfórica (46 kg/ha P₂O₅); y 3) cal dolomita 1,5 ton/ha con DAP (46 kg/ha P₂O₅). El lote se mecanizó con dos pases de rastra, y se aplicó una fertilización basal conformada por cal dolomita (1500 kg/ha) con yeso agrícola (400 kg/ha).

En el suelo se evaluó dinámica de características químicas: pH, materia orgánica, P, Ca, Mg, K, S, Al, Fe, Cu, Mn, Zn y B durante un periodo de 3 años en varias profundidades (0 a 10, 0 a 20 cm o según los horizontes dominantes) al inicio y al final del proyecto; y características físicas: densidad aparente, porosidad, retención de humedad, resistencia a la penetración a tres profundidades (0 a 10, 0 a 20 cm o según los horizontes dominantes); biología de suelos: (carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana) en los primeros 10 cm de profundidad; y especies vegetales durante la época de máxima y mínima precipitación.

En las especies vegetales se evaluó emergencia (%), altura (cm), cobertura (%), ataque de plagas y enfermedades, producción de biomasa verde seca y hojarasca como: proteína cruda, materia orgánica, FDN, digestibilidad, P y Ca. En las arbóreas y arbustivas se evaluó sobrevivencia (%), altura de planta (cm), diámetro a la altura del pecho (cm), ecuaciones de crecimiento, índice de sitio para cada especie y cada tratamiento teniendo en cuenta que este parámetro relaciona edad con crecimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un área representativa de la altillanura disectada se establecieron cinco ensayos correspondientes a dos fases de evaluación; la primera fue la selección de materiales vegetales (herbáceos, arbóreos y arbustivos) y la segunda la evaluación de prácticas de manejo agronómico (mecanización de suelos y fuentes de fosforo). La información registrada corresponde a la fase de establecimiento de las especies forrajeras en un periodo aproximado de 120 días después de la siembra.

Análisis de suelos en áreas experimentales

Antes de iniciar la siembra de las parcelas experimentales se tomaron muestras de suelo a dos profundidades (0 a 10 y 10 a 20 cm) en tres áreas representativas. Los resultados indican una fuerte acidez (pH 4.6 a 5.45), bajos contenidos de materia orgánica (0.73 a 2.1), y alta proporción de hierro, baja saturación de bases intercambiables como calcio, magnesio, potasio y fósforo (Tabla 1).

Evaluación de materiales herbáceos

- 1. Emergencia y sobrevivencia de plantas.** En general los materiales mostraron buena emergencia y sobrevivencia en campo, *S. capitata* presentó una emergencia lenta y baja población de plántulas requiriendo una resiembra. Durante la fase de establecimiento (120 días), sobresalió ($P < 0.05$) la leguminosa *Desmodium ovalifolium*, por su alta población de plantas en campo. Entre las gramíneas el pasto *B. decumbens* presentó una mayor

capacidad germinativa y viabilidad de la semilla. *B. dictyoneura* y *B. humidicola* a pesar de presentar dormancia en su semilla mostraron una buena población de plantas durante los estados iniciales. Las especies establecidas con material vegetativo *A. gayanus* y *V. zizanioides* mostraron una excelente sobrevivencia al mantener la totalidad de las plantas con buen vigor y desarrollo de macollas.

Tabla 1. Características químicas de los suelos (Campo Rubiales 2010)

Parámetro	Plintita expuesta		Arbóreas		Suelo descubierto	
	10	20	10	20	10	20
Profundidad (cm)	10	20	10	20	10	20
pH	4.97	5.45	4.80	5.20	4.90	4.60
MO (%)	0.73	0.45	1.90	1.03	1.13	2.10
CICE meq/100 g	1.10	0.85	2.13	1.88	0.98	1.03
Ca meq/100 g	0.47	0.26	0.23	0.32	0.32	0.24
K meq/100 g	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04
Mg meq/100 g	0.10	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09
Na meq/100 g	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
P mg/kg	2.93	2.20	3.73	3.85	2.80	2.93
B mg/kg	0.23	0.20	0.18	0.15	0.18	0.15
Fe mg/kg	23.67	22.00	34.00	38.50	71.25	87.25
Cu mg/kg	2.00	0.25	1.28	0.30	0.35	0.78
Mn mg/kg	1.10	1.50	1.90	13.20	11.63	14.83
Zn mg/kg	0.57	0.18	0.58	0.33	0.25	0.35
S mg/kg	8.67	10.00	9.25	8.50	10.00	11.25
Acidez	0.45	0.41	1.72	1.39	0.46	0.59
Sat. Al	20.33	15.00	63.75	50.25	24.25	37.75

Fuente: Banco de datos sobre análisis de suelos. CORPOICA C.I. La libertad

2. Altura de planta: materiales de crecimiento erecto como *A. gayanus* y *V. zizanioides* mostraron mayor desarrollo ($P < 0.05$) con alturas superiores a 115 cm además de verse favorecidos por la siembra con cepas (material vegetativo). El crecimiento decumbente sobresalió *B. decumbens* siendo su altura 59,8% y 57,2% superior ($P < 0.05$) en comparación con *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, respectivamente. Entre las leguminosas no se observaron diferencias estadísticas siendo la de mayor altura *P. phaseoloides* (26 cm), seguida de *S. capitata* (21.2 cm) y finalmente *D. ovalifolium* (14 cm) (Tabla 2). Aunque el establecimiento inicial de *B. dictyoneura* en comparación con el *B.*

decumbens y *B. humidicola*, fue más lento, debido al proceso de germinación de la semilla caracterizado por presentar un fenómeno llamado “dormancia”, no obstante, una vez alcanzado el óptimo establecimiento las plantas proporcionan una cobertura del 77%, con buen desarrollo estolonífero vigoroso y agresivo. El *B. humidicola* macolla tanto, que a partir de un solo tallo puede crecer hasta cubrir medio metro cuadrado (Argel *et al.*, 2006).

Las mayores ($P < 0.05$) coberturas las presentaron *D. ovalifolium* (88.3%) y las tres especies de *Brachiaria*: *dictyoneura* (93.3%), *decumbens* (90.0%), y *humidicola* (76.7%) aunque este último fue menor ($P < 0.05$) en relación a las demás especies mencionadas (Tabla 2). Igual comportamiento reporta el ICA (1983) en evaluaciones realizadas en la Altillanura encontrando que *S. capitata* presentó una cobertura del 28% a las 9 semanas de corte.

- 3. Numero de estolones y longitud:** El buen comportamiento agronómico de las especies de *Brachiaria* estoloníferas quedó demostrado por su mayor número y longitud de estolones. Según Belalcazar *et al.*, (1995) el crecimiento denso y rizomatoso de las especies permiten un rápido establecimiento, como es el caso de *B. dictyoneura* que desarrolla un gran número de estolones pero de corta longitud a diferencia del *B. humidicola* (Tabla 2).
- 4. Producción de forraje seco:** el rendimiento de *A. gayanus* (7.219 kg/ha) fue superior ($P < 0.05$) con relación a las demás especies, siguiendo en su orden por *V. zizanioides* y *B. decumbens* a los 120 días 5.343 y 3.678 kg/ha respectivamente siendo el de menor producción ($P < 0.05$) *D. ovalifolium* (798 kg/ha). Si se calcula el rendimiento anual de materia seca (MS) en tres cortes de *B. decumbens* sería 11.034,9 kg/ha en esta zona de altillanura, cantidad superior, si se compara con la del piedemonte, donde las condiciones de suelo y clima son más favorables puede fluctuar entre 6.000 y 10.000 kg/ha/año cuando se realizan entre 6 y 10 cortes/año, estimando que en época seca los rendimientos de MS, pueden disminuir entre el 30 y 50%, donde la intensidad de la reducción depende de la duración del periodo de sequía y de las condiciones del suelo (FAO, 2000). Entre las leguminosas, la especie *P.*

phaseoloides demostró mayor productividad alcanzando con una producción de materia seca de 1.178 kg/ha en el primer corte a los 4 meses después de la siembra. Este resultado se puede considerar similar al encontrado en San José del Guaviare, en donde la producción de materia seca en tres frecuencias de corte (6, 9 y 12 semanas) varió entre 5.000 y 6.000 kg/ha por año (Belalcázar *et al.*, 1995).

Tabla 2. Variables agronómicas de praderas en materiales herbáceos

Especie	Altura (cm)	Cobertura (%)	Nº estolones	Long. Estolones (cm)	Forraje seco (kg/ha)
<i>A. gayanus</i>	131.3 ^a	48.3 ^c	----	----	7219.0 ^a
<i>V. zizanioides</i>	115.0 ^a	36.7 ^{cd}	----	----	5343.0 ^{ab}
<i>B. decumbens</i>	54.7 ^b	90.0 ^a	----	----	3678.3 ^{abc}
<i>B. dictyoneura</i>	32.7 ^{bc}	93.3 ^a	12.7 ^a	81.3 ^{ab}	2471.0 ^{bc}
<i>B. humidicola</i>	31.3 ^{bc}	76.7 ^{ab}	9.7 ^b	90.0 ^a	1753.7 ^{bc}
<i>P. phaseoloides</i>	26.0 ^{bc}	70.7 ^b	3.3 ^c	76.3 ^{ab}	1177.7 ^c
<i>S. capitata</i>	21.3 ^{bc}	28.3 ^d	----	----	1077.7 ^c
<i>D. ovalifolium</i>	14.0 ^c	88.3 ^{ab}	----	----	798.0 ^c

Promedios seguidos con la misma letra en la columna no presentan diferencia significativa según prueba de Tukey ($P > 0.05$).

Aunque el *D. ovalifolium*, es la leguminosa de más baja productividad del ensayo ($P < 0.05$) con 708 kg/ha después de 120 días, lo cual coincide con lo reportado por Lemus y Lemus, (2004) quienes reportan que la producción de esta especie en condiciones de la altillanura colombiana, fue de 900 kg MS/ha en cortes realizados a las 12 semanas de recuperación de las plantas en época de máxima precipitación y de 800 kg MS/ha en mínima precipitación, con la misma frecuencia de corte.

- 5. Evaluación de prácticas de preparación y manejo en suelos descubiertos:** El comportamiento de establecimiento de las herbáceas en estos suelos utilizando cuatro sistemas de mecanización fue similar ($P < 0.05$) para las variables: altura de planta oscilando entre 45 y 50.7 cm, cobertura del suelo se observó entre 70 a 74.3% y número y longitud de estolones que variaron entre 5 a 6.3 talluelos con una longitud que vario entre 49.3 y 66 cm (Tabla 3).

Tabla 3. Variables agronómicas de praderas de *B. decumbens* - *B. dictyoneura* bajo diferentes tratamientos de mecanización

Tratamiento	Altura (cm)	Cobertura (%)	Nº estolones	Long. Estolones (cm)	Biomasa (kgMS/ha)
T ₁ = 1 pase de rastra + correctivos	50.7	74.3	5.3	66.0	2.904.5
T ₂ = 1 pase de rastra + correctivos + rastra	45.3	71.7	6.3	60.0	1.796.1
T ₃ = 2 pases de rastra + correctivos	48.0	70.0	5.0	49.3	2.000.3
T ₄ = 1 pase de rastra + correctivos + cincel	45.0	73.3	5.0	61.3	2.407.3
Significancia	ns	Ns	ns	Ns	ns
CV (P>0.05)	14.3	12.1	17.7	31.4	25.47

*ns= no significativa; (P>0.05)

El tratamiento 1 que corresponde a la preparación de suelo con un pase de rastra sin correctivos, obtuvo los valores más altos de las variables agronómicas y oferta de forraje 2904.5 kg MS/ha. Para que el establecimiento de una pradera sea exitoso es necesario considerar aspectos como la preparación del terreno y las estrategias de siembra de las especies adecuadas con el fin de asegurar una cobertura homogénea de los materiales y persistencia de los mismos (Altieri y Nicholls, 2000).

Los resultados de producción de materia seca bajo los cuatro sistemas de labranza oscilo entre 1796 y 2904.5 kg MS/ha. Valores inferiores obtuvo Acosta, (1992) en una finca del piedemonte, en suelos de terraza alta, donde evaluó el cincel rígido, cincel vibratorio, arado de discos para recuperar una pradera de *B. decumbens*, después de dos años de evaluación, no se presentaron diferencias significativas en la producción de biomasa, la cual estuvo entre 1193 y 1551 kg MS/ha, como promedio de cuatro evaluaciones realizadas durante dos años.

En la altillanura colombiana se han realizado diversos trabajos de labranza convencional (dos pases de rastra) comparada con la vertical utilizando cincel vibratorio. Se ha demostrado que para la recuperación de praderas puede

utilizarse cualquiera de los dos implementos, pues no hay diferencias en el efecto sobre las características físicas de los suelos, ni la producción de forraje (CORPOICA, 2000).

6. Evaluación de fuentes fosforadas en suelos descubiertos

Establecimiento y cobertura: las especies *B. decumbens* y *B. dictyoneura* fueron sembradas para conocer la influencia de diferentes fuentes de fósforo comerciales bajo similares dosificaciones de aplicación a niveles entre 5 y 10 ppm de fósforo durante 120 días de establecimiento, al inicio se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre los tres tratamientos, los resultados demuestran que la aplicación con DAP (tratamiento 3) incrementó satisfactoriamente la producción de biomasa, observándose una población de plantas homogénea y vigorosa después de la aplicación de la fuente de fósforo soluble. El tratamiento 2 (roca fosfórica), mostró con un proceso de germinación lento y plantas de bajo vigor. La cobertura del suelo con aplicación de DAP permitió obtener un promedio de 88%, mientras que la aplicación de roca fosfórica apenas alcanzó un 35% (Tabla 4)

Es importante resaltar el comportamiento durante la fase de establecimiento de la pradera con el tratamiento 1, en donde se aplicó de solubilidad media que complementada con urea, fuente de alta solubilidad permitió un desarrollo uniforme y vigoroso de la pradera muy similar al comportamiento observado con el tratamiento 3 (Tabla 4).

Altura de planta: en los tratamientos con DAP y abono paz del río sus alturas fueron superiores ($P < 0.05$), alcanzando 57.7 cm y 56.7 cm respectivamente, mientras que el de roca fosfórica siempre mantuvo un comportamiento deficiente, plantas de bajo porte (37.5 cm) y vigor desde el inicio de establecimiento (Tabla 4).

Numero de estolones y longitud: con el tratamiento 3 se alcanzó la mejor respuesta de las plantas con un promedio de 6 estolones por planta con una longitud superior a 110 cm, mientras que con el tratamiento 2 no se encontró

emisión y desarrollo de talluelos. El comportamiento de las plantas con el tratamiento 1 fue muy similar al observado con el tratamiento 3, solamente que el número de estolones fue inferior (3.0) (Tabla 4).

Producción de forraje: La mayor producción de materia seca de la mezcla *B. decumbens-dictyoneura*, se alcanzó con la aplicación de DAP (46 kg/ha P₂O₅) obteniendo 3080 kg MS/ha, seguido por el tratamiento con abono paz del rio y finalmente con roca fosfórica 960 kg MS/ha (Tabla 4).

Tabla 4. Variables agronómicas de *B. decumbens-dictyoneura* con diferentes fuentes de fósforo durante la fase de establecimiento.

Tratamiento	Altura (cm)	Cobertura (%)	Nº estolones	Long. Estolones (cm)	Biomasa (kg MS/ha)
Abono paz del rio (46 kg/ha P ₂ O ₅)	56.7 ^a	55.0	3.0 ^{ab}	95.3 ^a	2.800.0 ^a
Roca fosfórica (46 kg/ha P ₂ O ₅)	27.0 ^b	35.7	0.0 ^b	0.0 ^b	960.0 ^b
DAP (46 kg/ha P ₂ O ₅)	57.7 ^a	88.3	6.3 ^a	110.0 ^a	3.080.0 ^a

Medias seguidas con la misma letra en la columna no presentan diferencia significativa según prueba de Tukey (P>0.05)

Con base en los resultados observados durante la fase de establecimiento, se pudo constatar que la mejor fuente de fósforo aplicada (P<0.05) bajo las condiciones típicas de la zona fue el DAP (46 kg/ha P₂O₅), seguido del abono paz del rio y por último la roca fosfórica, lo cual se basó en la disponibilidad de minerales esenciales para el buen desarrollo de las especies de *B. decumbens* y *B. dictyoneura* adaptadas a condiciones de la altillanura (Salinas y García, 1985). Sin embargo, es importante considerar el costo por unidad de producto y su residualidad en el suelo para asegurar el aporte del nutriente requerido por las plantas, teniendo en cuenta que el fósforo es el nutrimento más limitante para el adecuado desarrollo de las plantas en suelos ácidos (Cánepa *et al.*, 2015).

Teniendo en cuenta que la fertilización de las parcelas experimentales se realizó a una saturación de bases entre 35 y 50% y niveles de fósforo entre 5 y 10 ppm; la mayor parte de los suelos de la altillanura y de las terrazas del

pedemonte, se encuentran en un nivel bajo y medio de fertilidad, presentándose alta deficiencia de todos los nutrientes esenciales para el desarrollo de los pastos. La saturación de sus bases en el suelo es menor de 30% resultando ser limitante para obtener buena respuesta en producción de forraje, además según estudios hechos en suelos ácidos del cerrado brasileño, los pastos como el *B. decumbens*, *B. humidicola* y *B. dictyoneura* exigen una saturación de bases de 30-35%, mientras que en especies más exigentes necesitan 40 a 45% (Lemus y Lemus, 2004)

El fosforo aportado por el DAP, en un 100% es asimilable por las plantas, ya que más del 95% se disuelve en agua y pasa directamente a la solución del suelo, permitiendo su rápida absorción por las plantas, asegurando plantas más vigorosas de mejor crecimiento y desarrollo de macollas y estolones.

Evaluación de materiales arbustivos: emergencia y sobrevivencia, teniendo en cuenta que los materiales arbustivos presentaron una germinación poco uniforme fue necesario programar una resiembra de plantas a inicios de la temporada de lluvias. Para tal fin se dispuso la producción de plantas en vivero y luego se realizó la evaluación de la fase de establecimiento. Aunque las especies seleccionadas presentan buena adaptabilidad a suelos ácidos de baja fertilidad, son materiales de crecimiento lento durante los primeros meses de establecimiento. Según Argel *et al.*, (2006), las especies arbustivas pueden producir más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tiene la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en zonas con sequias prolongadas.

Evaluación de materiales arbóreos: Una vez transcurridos los primeros dos meses desde la siembra de las especies arbóreas se realizó una evaluación que incluyó variables como diámetro a la altura del pecho (D.A.P), altura total, y mortalidad. Además, se estudió el vigor de las plantas que indica su estado general y su respuesta frente a las condiciones del área de siembra, para esto se utilizó una escala de uno (1) a cinco (5), en donde 5 corresponde a excelente respuesta y estado general y 1 es un árbol muerto o afectado por

alguna plaga o enfermedad (también incluye daños mecánicos por agentes externos) (Tabla 5).

Tabla 5. Variables dasométricas de especies arbóreas en condiciones de serranía durante la fase de establecimiento

Especie	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Vigor (1-5)	Mortalidad (%)
<i>Acacia mangium</i>	68	1	5	1
<i>Anacardium occidentale</i>	28	1	3	1
<i>Piptadenia opacifolia</i>	38	2	4	4
<i>Eucalyptus pellita</i>	69	1	5	6
<i>Simarouba amara</i>	38	0.5	4	3
<i>Pinus caribaea</i>	7	0.5	1	7

Las especies *E. pellita* y *A. mangium* son las que en términos generales mostraron un mejor comportamiento en cuanto a crecimiento superadas solo en diámetro por la especie *P. opacifolia*. El comportamiento de la especie *P. caribaea* corresponde más a daños ocasionados por transporte y manipulación que a la respuesta a las condiciones propias del sitio. Es muy interesante el comportamiento de las especies *P. opacifolia* y *S. amara* las cuales han sido poco estudiadas en este tipo de suelo. Su desarrollo inicial supera los valores de estas mismas especies en *arboretum* lo que indica su respuesta a variables como manejo de suelos y fertilización.

La mortalidad y el vigor corresponden a valores muy por debajo de los manejados en plantaciones con fines de aprovechamiento y protección de ecosistemas. Los daños por insectos son ocasionales y han sido bien controlados. Dentro de este ensayo se incluyó la siembra de las especies herbáceas *D. ovalifolium*, *P. phaseoloides* y *S. capitata* como cobertura.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la evaluación de materiales herbáceos, las especies de gramíneas principalmente del genero *Brachiaria*, demostraron buena adaptabilidad y desarrollo en suelos ácidos de baja fertilidad con rápido establecimiento y buena cobertura del suelo.



Figura 1. Establecimiento área descapotada (0 días)



Figura 2. Evaluación de emergencia área descapotada (20 días)



Figura 3. Evaluación de cobertura 95% área descapotada (120 días)



Figura 4. Establecimiento área con plintita expuesta (0 días)



Figura 5. Evaluación de emergencia área con plintita expuesta (20 días)



Figura 6. Evaluación de cobertura con plintita expuesta 95% (120 días)

En relación con la producción de biomasa los materiales establecidos con material vegetativo *A. gayanus* y *V. zizanioides* alcanzaron los rendimientos más altos.

Aunque la respuesta a los tratamientos de preparación, aplicación de correctivos y siembra no arrojó diferencias importantes para las variables evaluadas, se destacó el tratamiento 1 por las facilidades y bajos costos que representa para establecer praderas en condiciones de la altillanura disectada. No obstante, la mejor respuesta en términos agronómicos se observó con la aplicación de DAP como fuente fosforada.

En fases muy tempranas del cultivo se destacan las especies *E. pellita*, *A. mangium* y *P. opacifolia* por su buen comportamiento y adaptabilidad reflejado en su crecimiento y vigor en condiciones de clima y suelos de la serranía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta A. Evaluación agronómica de métodos de renovación de praderas de *Brachiaria decumbens* en el Piedemonte Llanero. Instituto Colombiano Agropecuario – ICA, Villavicencio, Meta. 1992.
2. Altieri M, Nicholls C. Agroecología, Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. México DF, México, 250 p. 2000.
3. Argel PJ, Miles JW, Guiot JD, Lascano CE. Cultivar Mulato (*Brachiaria hybrid* CIAT 36061): A high yielding, high-quality forage grass for the tropics. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT): Cali, Colombia, 24 p. 2006.
4. Belalcázar DJ, Lemus LH, Durán CV. Especies forrajeras tropicales de interés para pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 2. Capacitación en tecnología de producción de pastos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 1995.
5. Burbano G. Alternativas ambientales para mitigar la erosión en la microcuenca la cofradía del municipio de San Francisco Putumayo. Trabajo de Grado Especialista en Gerencia Ambiental, Escuela Superior de Administración Pública. Sibundoy Putumayo, 61 p. 2007.
6. Cánepa Y, Trémols AJ, González A, Hernández A. Situación actual de los suelos tabacaleros de la empresa Lázaro Peña de la provincia Artemisa. *Cultivos Tropicales*, 36 (1): 80-85. 2015.
7. Castañeda O, Contreras F. Ecosistemas costeros mexicanos una actualización, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa, México. 2003. Disponible En: <http://investigacion.izt.uam.mx/ocl/mapa.html>
8. CIAT. Establecimiento y renovación de pasturas. Memorias VI Reunión del Comité asesor de la RIEPT. Veracruz, México 425 p. 1988.

9. CIAT. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. en: unidades de aprendizaje para la capacitación en tecnología de producción de pastos. 1994.
10. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). Cartilla "Alimentación Bovina". Ed Gómez J, Centro de Investigación Palmira, 59 p. 2000.
11. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. 7 p. 2000. Disponible En: http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/ap/ciencias_agronomicas/c20021221_046edafo_factoresambientalesysuelos.pdf
12. Lemus L, Lemus V. Plantas de uso forrajero en el trópico cálido y templado de Colombia, Universidad de los Llanos, Programa de Ingeniería Agronómica, Villavicencio, Meta, Colombia. 360 p. 2004.
13. León JD. Estudio y control de la erosión hídrica. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Forestales, Centro de Publicaciones, Sede Medellín, 224 p. 2001.
14. Navarro GH, Pérez OMA, Castillo GF. Evaluación de cinco especies vegetales como cultivos de cobertura en valles altos de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30 (2): 151-157. 2007.
15. Pérez BR, Cuesta MP. Especies Forrajeras para el Piedemonte Llanero. 1992. Manejo y Producción Animal. En: Pastos y Forrajes para Colombia. Suplemento Ganadero. ICA Banco Ganadero, p 85-94. 1992.
16. Pérez BR, Rincón A, Bueno G, Vargas O, Cuesta P. Alternativas de establecimiento de praderas. Octubre 2000. Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Innovación y Cambio Tecnológico, 1 (2): 56-61. 2000.
17. Pérez LO, Pérez BR. Informe final proyecto Evaluación agronómica y productiva de especies forrajeras en la Orinoquia Colombiana. CORPOICA. C.I. La Libertad. Villavicencio. Meta. 45 p. 2003.
18. Rincón A. Degradación y Recuperación de Praderas en los Llanos Orientales de Colombia. Boletín Técnico N° 19. CORPOICA – PRONATTA. Villavicencio. Meta. Colombia. 48 p. 1999.
19. Rincón A, Cuesta P, Pérez R, Bueno G, Pardo O, Gómez J. Manual técnico Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de la Orinoquia y el Piedemonte Caqueteño. CORPOICA-FEDEGAN-MADR. Bogotá, Colombia. 76 p. 2002.
20. Teasdale JR. Principios y prácticas para el uso de cultivos de cobertura en el manejo de sistemas de malezas. En: Manejo de malezas para países en desarrollo (Addendum I). R. Labrada (ed) FAO – ONU. 2004. Disponible En: <http://www.fao.org/3/y5031s/y5031s0j.htm>

**Comportamiento de ovinos de ceba establecidos dentro de sistema
herbáceo y árboles de pera (*Pyrus communis*)**

**Fattening sheep behavior established within herbaceous system and pear
trees (*Pyrus communis*)**

Sánchez Vladimir¹ y Ojeda F.²

¹MVZ, MSc Docente Universidad de los Llanos

²PhD, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” Central España
Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

vladimirsanchez@unillanos.eu.co

Recibido 09 de Febrero 2015, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

Debido a la creencia popular que los ovinos pueden ser depredadores de los árboles frutales, los productores de pera (*Pyrus communis*) no utilizan el estrato herbáceo de sus cultivos como áreas de pastoreo. El presente trabajo demostró que es posible pastorear en un sistema integrado (sistema agrosilvopastoril) dichas áreas sin riesgo alguno para los árboles, a la vez que se obtenían buenas ganancias de peso y se controlaba la vegetación espontánea.

Palabras clave: Silvopastoreo, frutales, ovinos, peras.

ABSTRACT

Due to the popular belief that sheep can be predators of fruit trees, producers of pear (*Pyrus communis*) in Colombia, is not use their herbaceous stratum as grazing. This work demonstrated that is possible to graze those areas in an integrated system (agrosilvopastoral system) without risk to the pear trees, while that obtained good weight gain and weeds spontaneous was controlled.

Keywords: Silvopasture, fruit, sheep, pears.

RESUMO

Devido à crença popular de que as ovelhas podem ser predadores de árvores de fruto, os produtores de pêra (*Pyrus communis*) não usam o estrato herbáceo de suas lavouras e áreas de pastagem. Este trabalho demonstrou que é possível para pastar em um sistema integrado (sistema agroflorestal) tais áreas sem qualquer risco para as árvores, enquanto bons ganhos de peso foram obtidos e vegetação espontânea foi controlada.

Palavras-chave: Silvopastoralismo, frutas, ovelhas, peras.

INTRODUCCIÓN

Entre las plantaciones de frutales caducifolios de trópico alto de Colombia no es usual el manejo de ovinos por la creencia popular por parte de los productores de que “la saliva de las ovejas acaba con todo lo que toca” sin que dicha afirmación tenga una base real pues interpreta al ovino como un depredador natural de todo lo verde, sin considerar que la corteza de los árboles no es un alimento natural en sus hábitos alimentarios, como puede ser el caso de los caprinos.

En igual sentido, es poca la información que disponible a nivel mundial sobre el silvopastoreo de ovinos en frutales, es importante señalar los trabajos de pastoreo dentro de plantaciones de cítricos en Cuba hechos por Simón *et al.*, (2000; 2004); así como los de ovinos dentro de cítricos, realizados también en Cuba por Borroto *et al.*, (1994), Mazorra *et al.*, (2001; 2003; 2004); pastoreo en plantaciones de mango, informados por Ezcurra y Callejas, (1989) en México y por Combellas, (1997) en Venezuela; y pastoreo con ovinos dentro de cultivos de café, hechos en México por Durantes *et al.*, (2004), Torres, (2004) y Dávila *et al.*, (2004). Sánchez, (1995) planteó la posibilidad de explotar animales dentro de plantaciones de pera, durazno y manzana.

Con estos antecedentes se entendió que era posible la introducción de ovinos dentro de plantaciones de frutales caducifolios de clima frío, para lo cual se hizo necesario realizar una prueba etológica a nivel de campo para determinar la

reacción de los ovinos frente a los árboles de pera y precisar si tenía fundamento o no, la creencia popular acerca del posible daño que hacen los ovinos a los árboles. De acuerdo a los estudios los objetivos de esta investigación fueron: determinar si los ovinos realmente atacan el follaje y la corteza de los árboles de pera y cuantificar la vegetación espontánea del estrato herbáceo y su aprovechamiento por los ovinos.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la finca “La Armenia”, del municipio de Nuevo Colón del Departamento de Boyacá en Colombia, ubicada a 5° 21' de latitud norte, a una altitud de 2.450 msnm, con temperatura promedio de 14°C, precipitación anual de 900 mm (régimen de lluvias monomodal desde Abril hasta mediados de Diciembre) y humedad relativa del 70% (Bernal y Cortés, 1993). De acuerdo con Salamanca, (1998) la clasificación ecológica de la región es de bosque seco montano bajo (bs-MB). El suelo se clasifica como Franco, con pH 5.2 y materia orgánica de 1.63%.

El cultivo de pera utilizado tiene 20 años de establecido con un marco de siembra de 6 x 5 m y un área total de 1.2 ha, aunque para esta investigación sólo se emplearon 3.630 m², el período de evaluaciones tuvo una duración de 43 días, se utilizaron nueve ovinos de la raza criolla (seis hembras y tres machos) para una carga equivalente a 24.8 animales/ha, los cuales no tenían experiencia previa de pastoreo dentro de cultivos de pera, por lo que fueron manejados con cerca eléctrica de tres líneas en franjas (6 m) al ancho que formaban las hileras de pera (Figura 1). Para facilitar su traslado se utilizó una de las ovejas como guía, la cual permanecía todo el tiempo con un lazo amarrado al cuello.

Los animales tuvieron acceso a los árboles y al pasto que crece alrededor de estos (Figura 1), la zona de pastoreo dentro del peral fue cambiando en función de la disponibilidad de forraje, los ovinos tenían un peso promedio al inicio de 21 kg y fueron sacados cuando alcanzaron los 30 kg. Para medir las ganancias, los animales fueron pesados cada 15 días. La prueba etológica tuvo una duración de

20 días, con mediciones cada tercer día. Los animales se introducían al cultivo de pera desde las 8:30 a.m. hasta las 5:30 p.m.



Las mediciones etológicas se hicieron cada hora a partir de las 9:00 a.m. y hasta las 5:00 p.m.; las variables tenidas en cuenta fueron: C = Animal comiendo, D = Animal desplazándose y R = Animal en reposo - rumiando. Diariamente se inspeccionó el área de pastoreo para verificar si había daños en el peral, se midió la disponibilidad de forraje mensualmente, siguiendo la metodología propuesta por Martínez *et al.*, (1990) y la composición botánica a través del “método de los pasos”, descrito por Anon, (1980).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

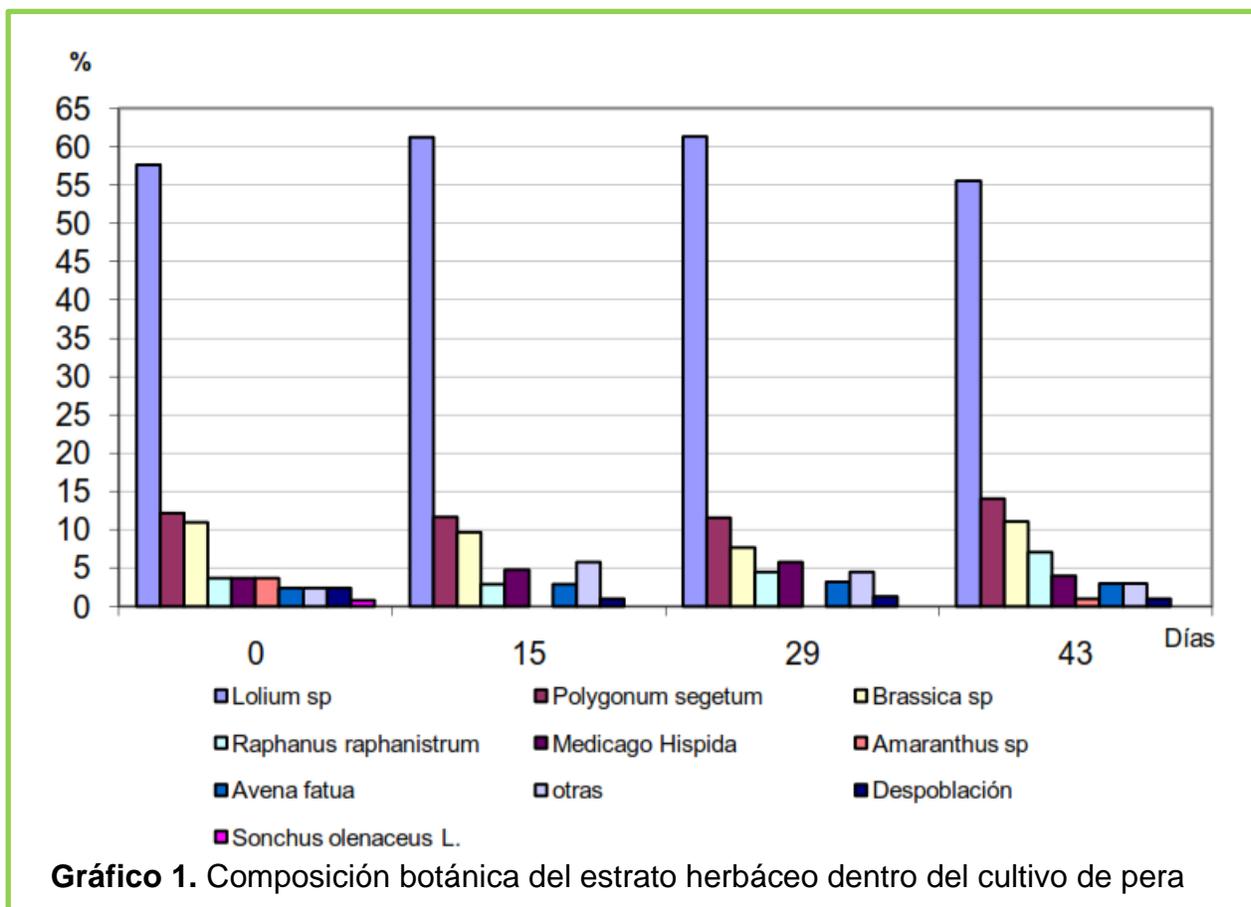
Composición botánica: En este ensayo los animales consumieron el estrato herbáceo espontáneo que crece dentro del peral después de la cosecha. Las especies encontradas se muestran en el cuadro 1. El pasto predominante durante todo el período de ensayo (Gráfico 1) fue el Ray grass (*Lolium sp.*), siguiéndole en proporción la gualola (*P. segetum*) y el rábano amarillo (*Brassica sp.*).

El rábano morado (*R. raphanistrum*), el carretón cadillo (*M. hispida*) y el bledo (*Amaranthus sp*) iniciaron el ensayo con proporciones similares, pero el rábano morado aumentó en el tiempo; mientras que el carretón cadillo se mantuvo y el bledo tendió a desaparecer. En el caso de la avena (*A. fatua*) no sufrió cambios durante el período evaluado. La prueba permitió corroborar que el Ray grass,

además de ser predominante, tiene la capacidad de resistir el pisoteo, servir de alimento a los animales y ser el forraje que mejor se adapta a estas condiciones edafoclimáticas.

Cuadro 1. Variedad del estrato herbáceo en la fase de Etología

Nombre común	Nombre científico
Ray grass	<i>Lolium sp.</i>
Gualola	<i>Polygonum segetum</i>
Rábano amarillo	<i>Brassica sp.</i>
Rábano morado	<i>Raphanus raphanistrum</i>
Carretón cadillo	<i>Medicago hispida</i>
Bledo	<i>Amaranthus sp.</i>
Avena silvestre	<i>Avena fatua</i>
Cerraja	<i>Sonchus oleraceus (L)</i>



Lo anterior está en concordancia con lo hallado en condiciones de climas templados por Mosquera *et al.*, (2000) quienes consideran que además de

presentar un buen valor nutritivo, resulta un pasto muy agresivo, capaz de controlar la invasión de otras especies espontáneas que puedan competir con él.

El carretón cadillo (*M. hispida*), también conocido como trébol de California (Berlijn y Bernardon, 2001), resulto ser muy palatable para las ovejas. Por el hecho de ser una leguminosa fijadora de nitrógeno, contribuye a mejorar la calidad del suelo y proporciona, además, un aporte apreciable de proteína para los animales. El mayor inconveniente que se le señala es que sus frutos se adhieren a la lana de las ovejas, pero su presencia en una asociación con gramínea lo convierte en una opción aceptable como estrato herbáceo.

La avena (*A. fatua*) es una planta bien consumida por los animales y, como el pH del terreno es óptimo para su desarrollo, permanece de forma espontánea dentro de los pastoreos. Esta especie contribuye a aportar una parte de la proteína extra que reciben los animales dentro del pastizal. No obstante sus bondades como forraje, no es recomendable como principal cultivo, a menos que se cuente con riego, por ser uno de los cereales que más agua consumen por kilogramo de materia seca producido (Salamanca, 1998), acción que puede perjudicar la absorción de humedad por parte de los árboles.

Disponibilidad: Danelón *et al.*, (2001) consideran que es preferible utilizar un método para medir la disponibilidad de forraje que requiere tomar un gran número de observaciones pero en forma rápida y sencilla, al costo de una aceptable menor precisión, a otros más precisos y sofisticados, como puede ser el caso de los que basan su funcionamiento en la capacitancia electrónica. A conclusiones similares llegaron Paciullo *et al.*, (2004) al estudiar el método del disco. Por esta razón el método utilizado fue el de Martínez *et al.*, (1990). Durante todo el período evaluativo se garantizó que la disponibilidad siempre fuera alta (cuadro 2), de forma tal que el pasto no fuera limitante, lo cual permitió que los animales pudieran manifestar sus hábitos alimenticios sin perturbaciones, al comienzo del ensayo dicha disponibilidad fue de 4.32 ton de MS/ha.

Cuadro 2. Disponibilidad de forraje

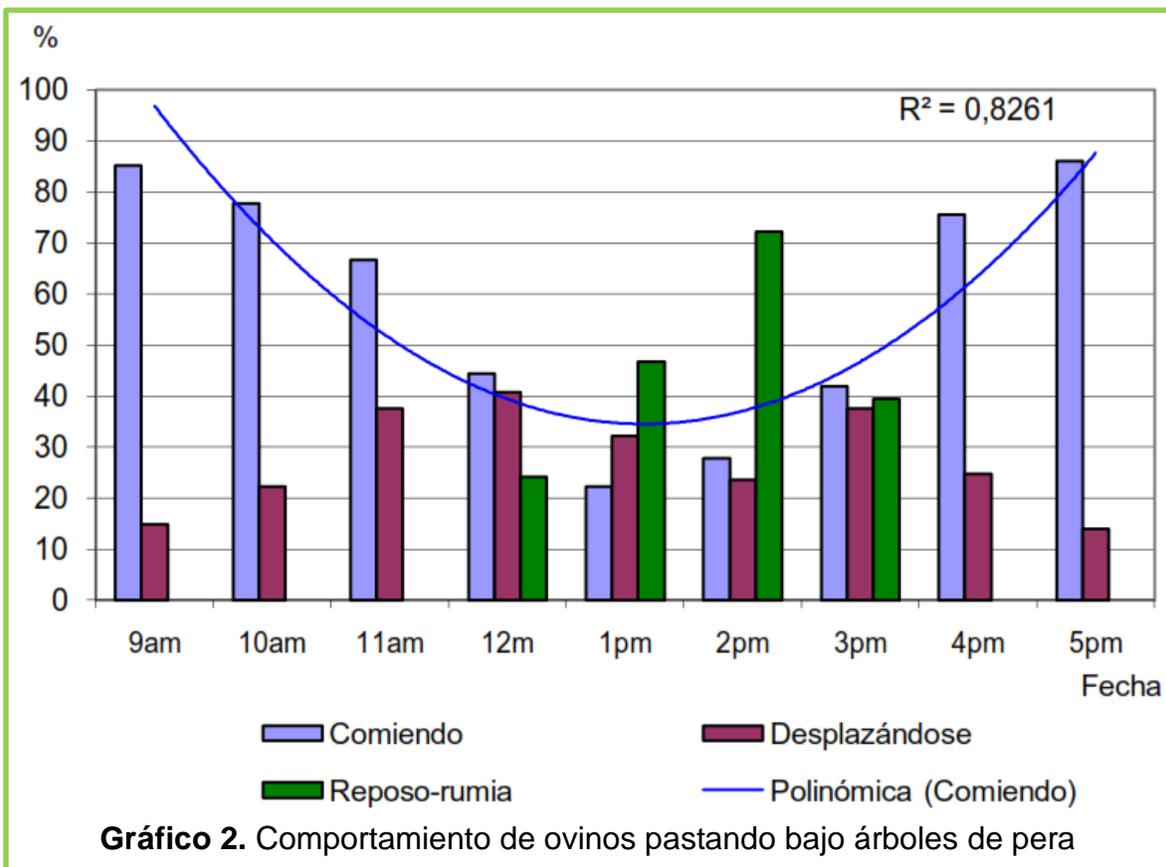
Medición	Disponibilidad (Ton MS/ha)
1	4.32
2	3.91

Esta premisa resulta de gran importancia, ya que Castro *et al.*, (1993) hallaron pérdidas de peso en las ovejas cuando pastoreaban sin suplementación una pradera de *Trifolium repens*, *Lolium perenne* y *Festuca pratensis*, con poca disponibilidad. Igualmente, las investigaciones desarrolladas por Osoro y Martínez, (1993) con ovinos que pastaban praderas con pastos de porte muy bajo, indican que los animales presentaron pérdidas de peso y una baja en su condición corporal. Al final del experimento la disponibilidad bajó a 3.91 ton de MS/ha, lo que corrobora la idea que los ovinos son una herramienta útil en el control de los arvenses dentro de plantaciones de pera.

Etología: El comportamiento etológico de los animales durante el ensayo se muestra en el Gráfico 2.

En la evaluación se constató que los animales realizaron el mayor consumo de forraje en las primeras horas de pastoreo y al final de la tarde. También se observó un mayor número de animales en reposo-rumiando en las horas con mayor intensidad lumínica y temperatura, entre la 1:00 p.m. y las 3:00 p.m. Estos resultados coinciden con los hallados por Mazorra *et al.*, (2003) en plantaciones de cítricos y con los de Baumont *et al.*, (2000) en condiciones de pastoreo para esta especie. Durante el período evaluativo no se detectaron acciones depredativas de los animales hacia las hojas o la corteza de los árboles

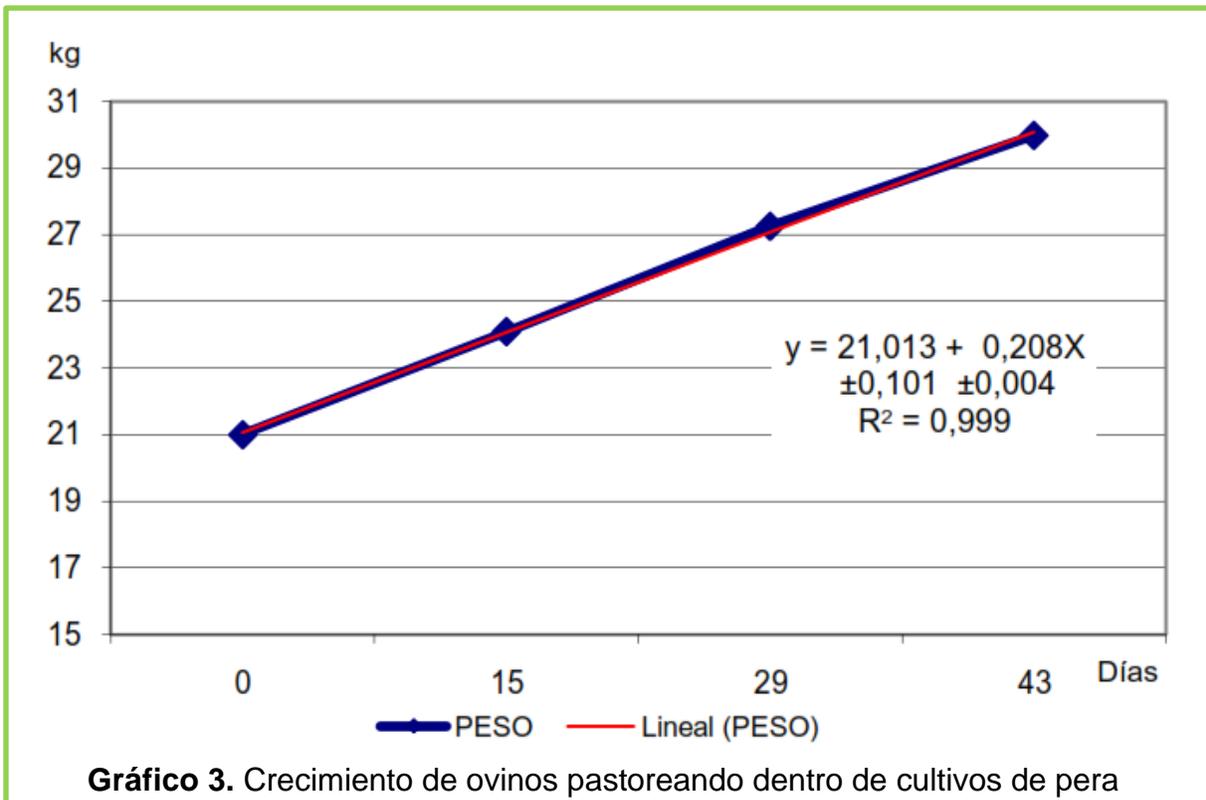
Rendimiento animal: Con respecto al comportamiento zootécnico, los ovinos presentaron una buena respuesta, con ganancias de peso de 209 g/animal/día (Gráfico 3), las cuales pueden considerarse como excelentes si se comparan con las halladas por Osoro y Martínez, (1993) que sólo fueron de 87 g/animal/día.



Los valores hallados también están por encima de los informados por otros autores en condiciones de trópico bajo, como Arcos *et al.*, (2002), quienes encontraron ganancias de 17.3 g/animal/día para las hembras de 6 meses de edad, 22.1 g/animal/día para los machos de siete meses de edad y 85.0 y 88.5 g/animal/día para hembras y machos de levante, respectivamente. Clavero, (1998) en el trópico bajo, reporta ganancias entre 7.5 y 27.6 g/animal/día en corderos suplementados con diferentes niveles de maíz (*Zea maiz*) y cují (*Prosopis juliflora*).

En igual sentido, estos resultados indican que existe un gran potencial productivo para los ovinos bajo las condiciones de trópico alto, dado fundamentalmente por la calidad del forraje consumido.

En la respuesta encontrada incidieron además, como factores determinantes, la alta disponibilidad de pasto en el área y la posible ocurrencia de un fuerte crecimiento compensatorio.



CONCLUSIONES

De estos resultados se concluyó que era factible introducir ovinos en un cultivo de pera, sin riesgo a que comprometiesen la estabilidad de la plantación; que los animales son capaces de controlar el estrato herbáceo dentro de la plantación; que se obtenían ganancias de peso adecuadas y que sería conveniente realizar una siembra dirigida de pasto de buena calidad para garantizar que la disponibilidad de forraje no quedara en manos de la hierba que crece espontáneamente; además, se demostró que el Ray grass es la gramínea que crece con mayor agresividad dentro de este cultivo. En igual sentido, los resultados señalaron la conveniencia de introducir una leguminosa, que además de aportar nitrógeno al suelo, permitiera mejorar la base alimentaria de los ovinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Anon. Muestreo de Pastos. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Taller del IV Seminario científico de la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, 35 p. 1980.

- 2 Arcos J, Romero H, Vanegas M, Riveros E. Ovinos Colombianos de Pelo. Alternativa productiva para el sur del departamento del Tolima, Ed Tecnimpresos, Colombia. CORPOICA, PRONATTA, 80 p. 2002.
- 3 Baumont R, Prache S, Meuret M, Morand-Fehr P. How forages characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a Review. *Livestock Production Science*, 64 (1): 15-28. 2000.
- 4 Berlijin J, Bernardon A. Pastizales Naturales. México. Secretaría de Educación Pública SEP. Ed. Trillas, 80 p. 2001.
- 5 Bernal ER, Cortés OI. Atlas temático del municipio de Nuevo Colón. Tunja. Licenciado en Ciencias Sociales y Económicas, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias de la Educación, Escuela de Ciencias Sociales y Economía. 125 p. 1993.
- 6 Borroto A, Pérez R, Hernández N, Bacallao J. Sustitución del suplemento proteico en ceba ovina con el uso de banco de proteína. *Rev. Cub. Prod. Anim.*, 8 (1): 20-23. 1994.
- 7 Castro T, Manso T, Mantecón A. Respuesta a la suplementación en pastoreo de ovejas de raza Churra en lactación: Ingestión y rendimientos productivos. XXV Jornadas de Estudio AIDA (V Jornadas sobre Producción Animal). ITEA, 12 (1): 63-65. 1993.
- 8 Clavero T. El Cují (*Prosopis juliflora*), Serie Técnica: Árboles Forrajeros 3. Maracaibo. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. 1998.
- 9 Combellas J. Producción de ovinos en Venezuela. Fundación Polar, Universidad Central de Venezuela, Ed Arte. 62 p. 1997.
- 10 Danelón J, Dapunte C, Jaurena G, Cantet R, Saucedo M. Eficiencia de la capacitancia y altura de canopeo comprimido (con disco) para estimar biomasa forrajera. *Rev. Facultad de Agronomía*, 21 (3): 213-219. 2001.
- 11 Dávila SP, Sanginés GL, Acevedo JA, Pérez RF. Comportamiento productivo y etológico de ovinos en pastoreo de arvenses de cafetal comparado con gramíneas con y sin suplementación y su efecto en la digestibilidad in situ. Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional. Lugo, España. 163 p. 2004.
- 12 Durantes CA, Torres JA, Martínez PA, Castro R, Arroyo A, Cruz J. Empleo de cloruro de litio y jarabe de ipecacuana como inductores de la aversión de las ovejas a consumir las plantas de café. En: Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional, Lugo, España. 69 p. 2004.
- 13 Ezcurra L, Callejas A. Producción de ganado ovino en la América Tropical y el Caribe. Ed CIDA, La Habana, Cuba. 233 p. 1989.
- 14 Martínez J, Milera M, Remy V, Yepes I, Hernández J. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*, 13 (1): 101-110. 1990.
- 15 Mazorra C, de la Rosa A, Álvarez A, Borroto A. Consideraciones sobre los sistemas de producción de ovinos y sus potencialidades para Cuba. *Pastos y Forrajes*, 24 (1): 81-90. 2001.

- 16 Mazorra C, Borroto A, Pérez R, Fontes D, Borges G. Potencialidades de los subproductos cítricos en la alimentación de los ovinos. Principales Sistemas de Alimentación. 2003. Recuperado 15 noviembre 2003. Disponible En: <http://www.cirval.asso.fr/publication/venezuela/Conferencias/Potencialidades.htm>
- 17 Mazorra C, Borroto A, de La Rosa A, Pérez R, López J. El Consumo de forrajes: Alternativa para disminuir el ramoneo de ovinos pastoreando en plantaciones cítricas. 2003. Recuperado 16 noviembre 2003. Disponible En: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Mazorra.htm>
- 18 Mazorra C, Provenza FD, Borges G, Blanco M. Principios prácticos para integrar ovinos en pastoreo en los ecosistemas cítricos en Cuba. 2004. En: Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional, Lugo, España. 90 p. 2004.
- 19 Mosquera M, Romero R, Rigueiro A, González M, López L. Plantas de los prados del noreste de la Península Ibérica. Universidad de Santiago de Compostela, Escola Politécnica Superior, Santiago de Compostela, España. 111 p. 2000.
- 20 Osoro K, Martínez A. Efecto de la altura del pasto disponible en praderas mejoradas con Raygras y Trébol sobre la producción ovina. En: XXV Jornadas de Estudio AIDA (V Jornadas sobre Producción Animal). ITEA, 12 (1): 57-59. 1993.
- 21 Paciullo DS, Aroeira LJM, Cóser AC, Cardoso RC. Uso do Método do disco e da altura da planta para estimar a massa de forragem em relvado de Cynodon ssp. *Ciência Rural*, 34 (2): 599-601. 2004.
- 22 Salamanca R. Pastos y Forrajes - Producción y Manejo. Universidad Santo Tomás, Colombia. 343 p. 1998.
- 23 Sánchez MD. Integration of Livestock with Perennial Crops. En: World Animal Review. FAO. 82 (1): 50-57. 1995.
- 24 Simón L, Sánchez MD, Hernández M, Sánchez S y Mendoza C. Integración de equinos en plantaciones de naranjos (*Citrus sinensis*). 2000. [Disco]. Consultado 11 noviembre 2000. En: I Conferencia Electrónica Nacional sobre Sistemas Silvopastoriles.
- 25 Simón L, Sánchez MD, Hernández M, Sánchez S y Mendoza C. Integración de equinos en plantaciones de naranjos. En: Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional. Lugo, España. 107 p. 2004.
- 26 Torres JA. Efecto del pastoreo con ovinos en la calidad del café. En: Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional. Lugo, España. 107 p. 2004.
- 27 Torres JA. Sistema silvopastoral café-ovinos en Veracruz, México. En: Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad Santiago de Compostela, Silvopastoralismo y Manejo Sostenible. Congreso Internacional. Lugo, España. 107 p. 2004.

Ganadería en Colombia, generando alternativas sostenibles

Livestock in Colombia, generating sustainable alternatives

Rafael Zavala Gómez del Campo¹

¹Representante FAO en Colombia

(México) Licenciado en Zootecnia de la Universidad Autónoma Metropolitana, con Maestría en Agricultura Sostenible en el Wye Collage de la Universidad de Londres, y un Doctorado en Políticas para el Desarrollo Rural en la Universidad de East Anglia, Inglaterra

Ponencia II Congreso Internacional de Ciencias Veterinarias y Zootécnicas

rafael.zavala@fao.org

Recibido 12 de Febrero 2015, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

Se realiza una síntesis sobre los principales obstáculos para intensificar eficientemente la ganadería en Colombia y América Latina. Se analiza el desarrollo del sector pecuario en sus circunstancias actuales y las expectativas futuras que han generado la revaloración de los recursos naturales teniendo en cuenta el incremento las exportaciones de sus productos en los últimos 10 años, lo cual podría convertirse en factor del desarrollo económico. En respuesta al reto ambiental que genera el incremento de la producción ganadera, especialmente en lo que se refiere a tasas de deforestación, se están presentando algunos cambios hacia sistemas combinados más intensivos de cultivos y ganadería con mayor producción de lácteos. Todo esto se debe a: inversiones en infraestructura de transporte, conversión de tierras de pastoreo en tierras de labranza y el rápido aumento del consumo per cápita de carne y leche ha sido acompañado de un cambio en las fuentes de calorías y proteínas, reemplazando las carnes rojas por las de aves de corral. La tendencia hacia sistemas de producción pecuarios más intensivos, está convirtiendo a la región en una de las más sensibles del mundo en términos de riesgos sanitarios para los animales, por lo tanto podría concluirse que la discrepancia entre el desarrollo de la ganadería y su impacto ambiental requiere un enfoque decidido pero equilibrado, considerando inversiones en

investigaciones, prevención y erradicación de enfermedades, educación y capacitación y una serie de medidas para mejorar la productividad y la rentabilidad de la actividad.

Palabras clave: Políticas, ganadería sostenible, silvopastoriles, seguridad alimentaria.

ABSTRACT

A summary of the main obstacles to efficiently enhance livestock in Colombia and Latin America is performed. The development of livestock in their current circumstances and future expectations that have generated the appreciation of natural resources taking into account the increase in exports of their products in the past 10 years, which could become a factor of economic development is analyzed. In response to environmental challenge that generates increased livestock production, particularly as regards deforestation rates are showing some changes toward more intensive systems combined crop and livestock production more milk. All this is due to: investments in transportation infrastructure, land conversion grazing on farmland and the rapid increase in per capita consumption of meat and milk has been accompanied by a shift in the sources of calories and protein, replacing meat red by poultry. The trend toward more intensive livestock production is making the region one of the most sensitive in the world in terms of health risks to animals could therefore be concluded that the discrepancy between livestock development and its environmental impact requires a strong but balanced approach, considering investments in research, prevention and eradication, education and training and a series of measures to improve productivity and profitability of the activity.

Keywords: Policy, sustainable farming, forest grazing, food security.

RESUMO

Um resumo dos principais obstáculos para melhorar a eficiência de gado na Colômbia e na América Latina é realizada. O desenvolvimento da pecuária em

suas circunstâncias atuais e expectativas futuras que têm gerado a valorização dos recursos naturais, tendo em conta o aumento das exportações de seus produtos nos últimos 10 anos, o que poderia se tornar um fator de desenvolvimento econômico é analisada. Em resposta ao desafio ambiental que gera o aumento da produção de gado, nomeadamente no que respeita às taxas de desmatamento estão mostrando algumas mudanças em direção a sistemas mais intensivos produção agrícola e pecuária mais leite combinadas. Tudo isso é devido a: investimentos em infra-estrutura de transporte, a conversão de pastagens em terras agrícolas e do rápido aumento do consumo per capita de carne e leite tem sido acompanhado por uma mudança nas fontes de calorias e proteínas, substituindo a carne Red de aves. A tendência de maior produção pecuária intensiva está tornando a região um dos mais sensíveis no mundo em termos de riscos para a saúde dos animais poderiam, portanto, concluir que a discrepância entre o desenvolvimento da pecuária e do seu impacto ambiental requer uma abordagem forte, mas equilibrada, considerando os investimentos em pesquisa, prevenção e erradicação, educação e formação e de uma série de medidas para melhorar a produtividade e lucratividade da atividade.

Palavras-chave: Política, agricultura sustentável, pastagem florestal, segurança alimentar.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de alimentos ha sido siempre una preocupación fundamental del ser humano. En América Latina los pequeños productores agropecuarios son los responsables de la mayor parte de los alimentos que se consumen en los países en desarrollo, tal es el caso de Colombia, en donde se cuenta con una población bovina de 22.6 millones de bovinos, siendo los terneros el 17.82%, vacas (mayores 1 año) 56%, machos (mayores a 1 año) 26,16%, el número de predios ganaderos supera los 500.000, y cuya población tiene un consumo per cápita de 20.8 kg de carne bovina (FEDEGAN, 2013).

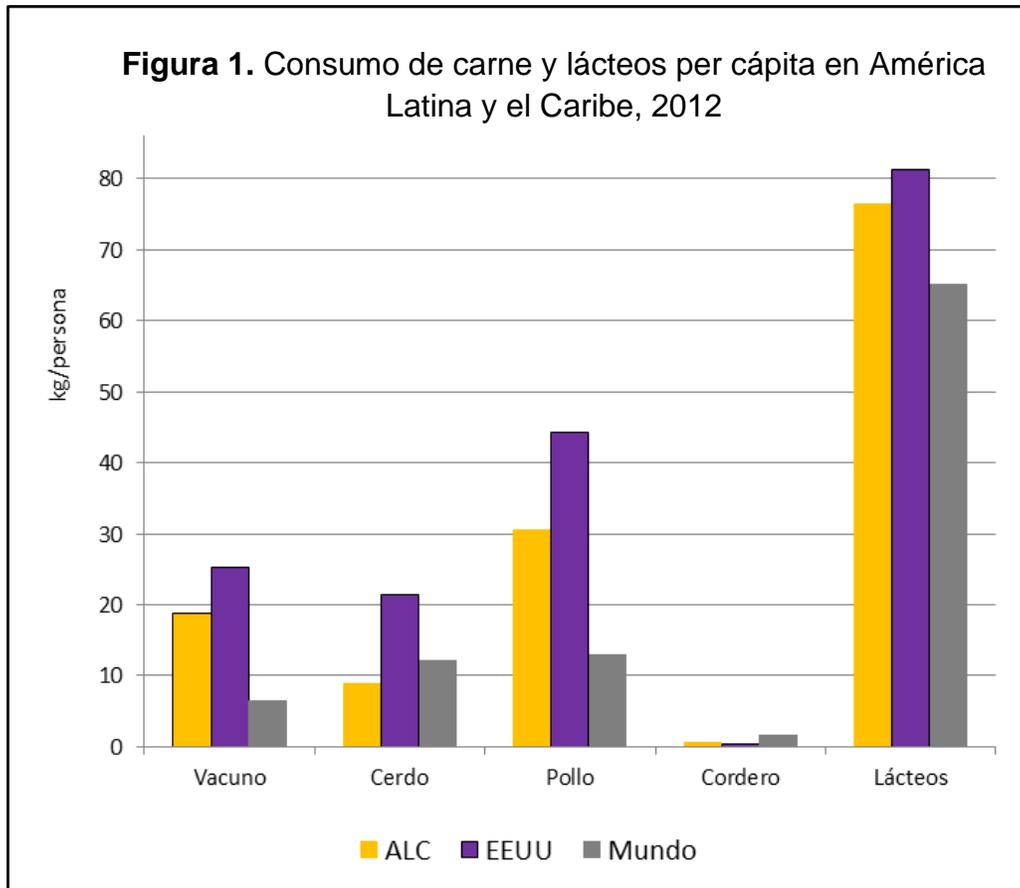
De otra parte, las circunstancias presentes y las expectativas futuras acerca del curso de la producción agropecuaria han generado la revaloración de los recursos naturales con potencial agrícola. Esto es de especial significancia para un país que, como Colombia, tiene, junto a un grupo no muy amplio de naciones, una dotación de recursos agrícolas no explotados plenamente, más aún, las perspectivas de crecimiento de la demanda mundial de alimentos para el año 2050, se estima que, en las naciones exportadoras, la agricultura podría convertirse en un pilar central del desarrollo económico. De esta forma, en el caso colombiano, la dinamización de los productos no tradicionales con potencial exportador, en razón a su capacidad competitiva que pueden exhibir en los mercados mundiales, una decisión eficaz en términos productivos y de integración comercial, dada la alta utilización de mano de obra y la presencia importante de pequeños productores, representaría una medida de política que enfrentaría de manera efectiva los problemas de subempleo, informalidad y pobreza que afectan al sector rural colombiano y que, hasta el presente, el enfoque de desarrollo y las políticas públicas no han podido resolver (FEDESARROLLO *et al.*, 2013).

TENDENCIAS DE LA GANADERÍA EN AMÉRICA LATINA

La producción de carne y leche ha incrementado en el orden de 22% en los últimos 10 años en Latinoamérica, superando las tasas de crecimiento de Estados Unidos y Europa. Los resultados actuales indican un mayor porcentaje de producción mundial de carne de vacuno, cordero y ave en comparación con Estados Unidos y casi la misma proporción en términos de la producción mundial de leche (FAO, 2013).

Los consumidores están prefiriendo diversas fuentes de proteína animal, entre ellas pollo, cerdo, huevos y productos lácteos, sobre el vacuno y el cordero. El crecimiento de las industrias avícola y porcina y por tanto su consumo han sido fenómenos relevantes en el desarrollo de la industria pecuaria de América Latina. El consumo per cápita de pollo aumentó en varios países de la región, entre ellos Brasil, Argentina, Chile y México, donde la oferta de fuentes alternativas de

proteínas disponibles para el consumo se ha reducido sobre una base per cápita (Figura 1) (CEPAL *et al.*, 2012)



Las nuevas tecnologías y prácticas de producción, incluidas razas mejoradas, han sido adoptadas ampliamente durante la última década, lo cual ha generado un sólido aumento en la producción de carne y leche por cabeza en todas las especies de ganado. La productividad de carne de cerdo y ave está alcanzando niveles parecidos a los de los EE.UU. y se ubica considerablemente sobre el promedio mundial en ambos mercados. Sin embargo, la productividad láctea (1.55 toneladas/cabeza/año) continúa considerablemente a la zaga respecto de EE.UU. (9.31 toneladas/cabeza/año), pero está sobre el promedio mundial (1.10 toneladas/cabeza/año). No obstante, se ha ido cerrando paulatinamente la brecha; Latinoamérica logró aumentar su producción más de 22% durante la última década en comparación con EE.UU. que alcanzó un crecimiento de alrededor del 16% (FAO, 2013).

Respondiendo al reto ambiental que genera el incremento de la producción ganadera, especialmente en lo que se refiere a tasas de deforestación, se están presentando algunos cambios en los países latinoamericanos hacia sistemas combinados más intensivos de cultivos y ganadería con mayor producción de lácteos, gracias a inversiones en infraestructura de transporte y la conversión de tierras de pastoreo en tierras de labranza (Wassenaar *et al.*, 2007). Además, el rápido aumento del consumo per cápita de carne y leche ha sido acompañado de un cambio dietario en las fuentes de calorías y proteínas que ha llevado a que las carnes rojas sean reemplazadas por carne de aves de corral (FAO, 2013).

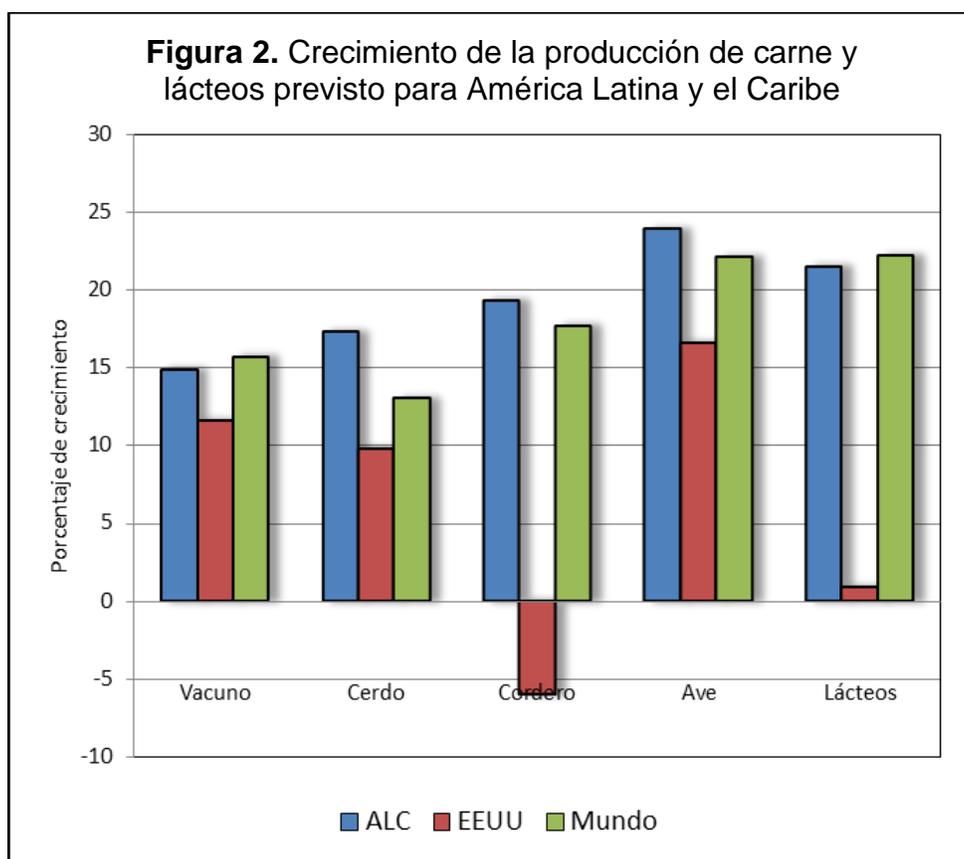
PERSPECTIVAS DE LA GANADERÍA EN AMÉRICA LATINA

Se tiene previsto que durante la próxima década la producción de carne continuará su rápido crecimiento, aunque a una tasa anual menor, donde los factores clave en el rendimiento esperado incluyen ventajas comparativas de la ganadería extensiva en Suramérica, previendo un crecimiento en los ingresos y la demanda de carne de ave superior a la del vacuno, con el fin de fomentar políticas de producción y mitigación del impacto ambiental (OCDE y FAO, 2014).

Se prevé que la ventaja comparativa de América Latina es la producción de ganado a partir de su potencial de extensión de los pastizales que continuará ejerciendo presión para despejar bosques. Además, el crecimiento rápido en la producción de aves, cerdos y leche, posiblemente creará más presiones para despejar zonas forestales y dar paso a cultivos forrajeros, lo que bajo los actuales esquemas de producción la pérdida de bosques es proporcional al crecimiento de la áreas de cultivo de forraje (OCDE y FAO, 2011).

Se espera que la producción de leche crezca en 21.2% en Latinoamérica durante los próximos 10 años (Figura 2), en comparación al incremento de 25% durante la década anterior. Los altos precios de la energía y del forraje continuarán favoreciendo la ventaja comparativa de producción de leche en pastizales que impera en América Latina por sobre los sistemas basados en alimento con granos

de los países desarrollados, lo que reducirá aún más las importaciones netas de lácteos de la región (OCDE y FAO, 2011).



Fuente: OECD y FAO, (2012)

Los agricultores de bajos recursos económicos por lo general crían animales de corral como cerdos, aves, ovejas y cabras en lugar de ganado vacuno por diversos motivos, incluidas la menor inversión de capital requerida y la mayor eficiencia en términos de producción de carne (Otte *et al.*, 2005). En este sentido, es previsible que el rápido crecimiento de la producción ganadera y de carne mejore las condiciones de vida de muchos pequeños productores rurales de la región en el futuro.

La tendencia hacia sistemas de producción pecuarios más intensivos en América Latina está convirtiendo a la región en una de las más sensibles del mundo en términos de riesgos sanitarios para los animales, de manera similar su aumento e

intensificación creará una demanda creciente de productos farmacéuticos y servicios veterinarios (Perry *et al.*, 2011).

RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PARA LA GANADERÍA EN COLOMBIA

Para poder fomentar el crecimiento del sector ganadero reduciendo los costos ambientales, es indispensable flexibilizar las restricciones que impiden su desarrollo, puesto que este sector tiene el potencial de reducir la pobreza en la región, lo cual requiere incentivos adecuados y una cuidadosa planificación para evitar que los pequeños productores queden rezagados, además programas de integración, a la cadena de suministro ganadero (Pica *et al.*, 2008).

Las políticas para el sector ganadero deben estar encaminadas a mejorar el acceso a insumos de producción (tierra, agua, herramientas de gestión de riesgos, entre otros); fomentar la eficiencia y producción de los pequeños agricultores incluyendo medidas para mejorar los accesos a créditos, servicios veterinarios para erradicar enfermedades que pueden generar dificultades económicas, prestar servicios de extensión para ofrecer la capacitación y asistencia técnica, en reproducción, marketing, administración y adopción de nuevas tecnologías; para generar mejor calidad de productos, estimulando la competitividad a través de investigaciones y asistencia con fondos públicos, con el fin, que los pequeños productores puedan cumplir normas nacionales, regionales e internacionales en materia de calidad. También es importante implementar: programas de conservación de suelos, silvopastoreo y de pastoreo rotacional, así como de eficiencia sostenible en cultivos y ganadería para reducir la deforestación y degradación (pastizales), promoviendo sistemas intensivos para mejorar el ciclaje de nutrientes y calidad del agua; y finalmente políticas para la protección de aéreas silvestres incorporando sistemas de producción pecuaria a los esfuerzos de mantener los paisaje naturales para disminuir la pérdida de biodiversidad (IICA, 2013).

Además de las políticas mencionadas anteriormente, se deben generar mecanismos eficaces de fijación de precios que fomenten conductas adecuadas

en términos medioambientales que sean económicamente factibles, y medidas para reducir los brotes de enfermedades animales al mínimo, tales como sistemas integrales de trazabilidad, esto con el fin de aprovechar oportunidades del crecimiento de la demanda mundial por alimentos. También se debe promover políticas para investigación y adaptación de la agricultura al cambio climático, para una mayor utilización de la biomasa como fuente de energía, reforzando estrategias para asegurar inclusión de agricultura familiar (Steinfeld *et al.*, 2006).

PROGRAMA MUNDIAL DE GANADERÍA SOSTENIBLE

La ganadería en el desarrollo sostenible tiene tres ejes: 1) equidad y desarrollo económico, 2) recursos naturales y cambio climático, y 3) seguridad alimentaria y salud.

Equidad y desarrollo económico

El 60% de las viviendas rurales en los países en vías del desarrollo mantienen ganado, 1.7 mil millones de habitantes dependen de la ganadería, hay 530 millones personas “tenedores” de ganado, que se califican en pobreza extrema, tristemente el pequeño productor está siendo desplazado, además este grupo es particularmente vulnerable al impacto del cambio climático. Por otro lado el 70% de la demanda global de carne bovina, se debe al crecimiento poblacional y la urbanización debido al incremento en el poder adquisitivo (Thornton *et al.*, 2002). La mayor eficiencia en el desarrollo de la avicultura y porcicultura en comparación con los rumiantes es bastante desigual, por ejemplo, la producción de pollo en Latinoamérica creció a una tasa sorprendente de 84.8% entre 2000 y 2011 y hoy en día da cuenta del 23% del total mundial (CEPAL *et al.*, 2013),

La rápida adopción y distribución de tecnologías más eficientes de producción en aves y cerdos ha permitido a muchos países aumentar las exportaciones de fuentes tradicionales de proteínas, como el vacuno, y reemplazar la creciente oferta de aves y cerdo en el consumo nacional. Por otro lado, los países de América Latina han sido principalmente consumidores netos de productos lácteos y constituyen casi el 15% de las importaciones mundiales de leche en polvo entera

y descremada (OCDE y FAO, 2012). El rápido crecimiento demográfico de la región ha intensificado la demanda de estos productos, pero las crisis económicas que afectan a muchas naciones han dado lugar a patrones de importación erráticos (Blayney *et al.*, 2006). Es de anotar que de todas las tierras potencialmente aptas para expandir la producción ganadera y agrícola, alrededor del 28% se encuentra en América Latina, más que en ninguna otra región, a excepción de África (Nash, 2012).

Seguridad alimentaria y salud

En América Latina los productos de la ganadería representan el 26% de la proteína en la dieta global, correspondiente al 13% de las calorías, mientras que en países desarrollados aportan más del 40%, además la ganadería tiene funciones múltiples tales como aportaciones adicionales al cultivo y hortalizas, representados como estiércol y/o abono, generando un valor adicional en cueros, lana y harinas, también aporta los nutrientes esenciales a los grupos más vulnerables de la sociedad como lo son niños y maternas.

Los brotes de enfermedades animales frecuentes y en aumento afectan negativamente el desarrollo de los sistemas de producción de ganado en América Latina y a menudo plantean graves riesgos para la salud humana. La región ocupa un lugar destacado en la lista de lugares donde la fiebre aftosa complica los esfuerzos por establecer industrias ganaderas rentables y sostenibles. Un reciente brote de esta enfermedad en Paraguay habría provocado decenas de millones en pérdidas, debido al sacrificio del ganado y la imposibilidad de cursar las exportaciones de vacuno (UPI, 2012). El contagio de fiebre aftosa también implica dificultades económicas, particularmente para los pequeños productores latinoamericanos, que pierden los pocos animales que crían como principal fuente de ingresos y proteínas. En este sentido, la FAO y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) anunciaron recientemente que aunaron fuerzas para combatir la fiebre aftosa a nivel mundial (FAO, 2013).

Algunas de las enfermedades más frecuentes y persistentes de la industria del cerdo en América Latina son el Circovirus Porcino (PCV2), el Teschovirus, el Paramixovirus, la fiebre porcina clásica (CSF) y la gastroenteritis. La CSF ha resultado ser muy persistente, con brotes recientes en Brasil, Guatemala y Nicaragua, pese al Programa Intercontinental de la FAO diseñado para erradicar el mal en 2020 (Martins, 2011). La influenza aviar no se ha convertido en una epidemia en la región, pero la preocupación sigue vigente. Un reciente brote del virus H7N3 en el estado occidental de Jalisco, México, infectó a unos 3.4 millones de pollos y obligó a sacrificar y eliminar una cifra informada de 2.5 millones de aves, lo cual redujo el consumo de pollos y huevos y provocó un alza de precios (AFP, 2012).

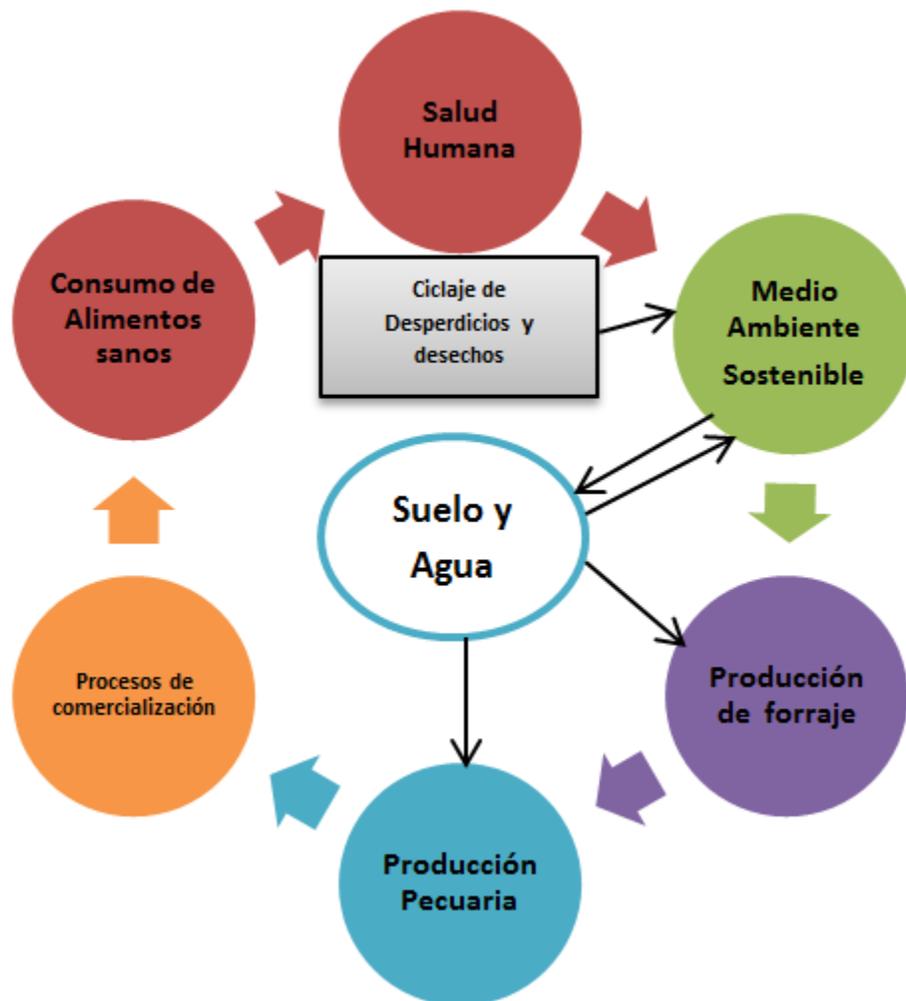


Figura 3. Relación entre salud y cadena alimentaria

Recursos naturales y clima

A medida que se aumenta la producción ganadera también lo hacen los desafíos ambientales, especialmente en lo referente a tasas de deforestación (Wassenaar *et al.*, 2007), para abordar la extensa degradación del suelo en el pasado y la potencial a futuro, Steinfeld *et al.*, (2006) recomiendan programas de conservación de suelos, prácticas de silvopastoreo y mejor uso de los sistemas de pastoreo, también afirman que una intensificación sostenible de la producción de cultivos y ganado, reduciría la deforestación y la degradación de las praderas y las resultantes emisiones de dióxido de carbono. Para mejorar la calidad del agua en la región, sugieren una mejor gestión de los desechos del ganado en sistemas intensivos.

La ganadería tiene un 30% del uso de la tierra, generando el 14.5% de emisiones efecto invernadero de las cuales el 80% provienen directamente de los rumiantes, además utiliza el 8 a 15% del agua global, teniendo impacto en su calidad y sus ciclos, generando disminución de biodiversidad, en donde las áreas marginales son más susceptibles al cambio climático. Cabe destacar que cierta ganadería se adapta con más “naturalidad” aprovechando cambios en las biomásas, mediante la adopción de sistemas intensivos, generando alta variabilidad en la intensidad de emisiones dependiendo de los diferentes sistemas productivos y entre regiones. Se ha demostrado que se puede mitigar 30% de emisiones de dióxido de carbono realizando prácticas más eficientes y mejor provecho de los recursos (CEPAL *et al.*, 2013).

CINCO PRINCIPIOS PARA UNA GANADERÍA SOSTENIBLE

1. Incrementar la eficiencia

Se debe mejorar la eficiencia de los recursos en su uso, tales como tierras, suelos, agua y nutrientes, disminuyendo la intensidad en la emisiones de CO₂ por unidad de producto, reduciendo desperdicios a través del ciclaje y recuperación de nutrientes y energía, al mismo tiempo que se aprovechan desperdicios, estiércol,

aguas negras y/o riegos, y finalmente disminuyendo la sobrecarga de la cronicidad de las enfermedades endémicas y amenazas emergentes.

2. Realzar los medios de vida y bienestar

Es indispensable proteger los ahorros y bienes, aprovechando las funciones múltiples de la ganadería, para ello se debe desarrollar cadenas de valores, participación y competitividad de los actores. Además es necesario reconocer los valores culturales tales como culinaria, preferencias, costumbres y tradiciones, paralelamente garantizando el acceso a medicinas y vacunas de calidad.

3. Proteger los recursos naturales

No se debe dejar de lado el principio de producir más a partir de menos recursos en una forma que beneficie a todos, reduciendo la contención entre el alimento y la producción de piensos y forrajes. Es fundamental limitar la expansión de la ganadería en ecosistemas con gran valor, para ello es indispensable la gestión de tierras en forma integrada (planes de ordenamiento y destinación territorial), realzando y protegiendo recursos de agua y riegos, además identificar y maximizar recursos genéticos, protegiendo el bienestar animal. Además reducir los riesgos de enfermedades, en particular las amenazas de pandemia, para lo cual es necesario mejorar la capacidad de hacer frente a través de intervenciones técnicas e institucionales.

4. Mejorar la gobernanza

Para tener una ganadería sostenible es fundamental mejora el uso de bienes globales comunes (clima), y locales (pastoreo y agua), así como la participación en la gestión de recursos y las cadenas de valor, fortaleciendo la regulación, incentivos y marcos de inversión, garantizando sistemas y servicios veterinarios, integrados con los sectores de salud humana y salud del medio ambiente (una sola salud).

5. Inversiones actuales

La expansión del sector ganadero debe estar acorde con la demanda de mercado, mientras que la regulación deficiente que es generada por los actuales vacíos institucionales tiene que eliminarse, además parte de los recursos deben destinarse a mejorar en la productividad (genética, alimentación y procesamiento). Así mismo, otra parte debe destinarse a crear oportunidades para los pequeños productores y ambientes silvopastoriles, buenas prácticas para mitigar los efectos del cambio climático, garantizar la bioseguridad y dietas saludables.

RECOMENDACIONES PARA AGRICULTURA FAMILIAR Y LA GANADERÍA SOSTENIBLE PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES

Se debe caracterizar la agricultura familiar diseñando políticas diferenciadas, induciendo sistemas silvopastoriles, promoviendo instancias focalizadas en formalizar el sector (información, registro), desarrollando estrategias multisectoriales e intergubernamentales, fortaleciendo la asociatividad, alianzas y esquemas inclusivos: clave para inserción y finalmente adaptar la agricultura familiar y la ganadería sostenible al cambio climático, pero todo esto no será posible si no se forma y retiene una generación de relevo, priorizando jóvenes profesionales del sector agropecuario.

CONCLUSIÓN

La discrepancia entre el desarrollo de la ganadería y su impacto ambiental requiere un enfoque decidido pero equilibrado a la vez, considerando inversiones en investigaciones, infraestructura, prevención y erradicación de enfermedades, educación y capacitación, y una serie de medidas para mejorar la productividad y la rentabilidad de esta actividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AFP (Agence France-Presse). Mexico kills 2.5 mn poultry to contain bird flu. 2012. Recuperado 11 Julio 2014. Disponible En: http://www.google.com/hostednews/afp/article/ALeqM5hOw9R4VYbA_zOTbfr3uKSNNrmxUw?docId=CNG.e3bb940ba7cd96953abc2a7998969c09.261

2. Blayney D, Gehlhar M, Bolling CH, Jones K, Langley S, Normile MA, Somwaru A. U.S. Dairy at a Global Crossroads. Economic Research Report No. ERR-28, U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C. 2006. Disponible En: <http://webarchives.cdlib.org/sw15d8pg7m/http://ers.usda.gov/Publications/err28/>
3. CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe), FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: Una mirada hacia América Latina y el Caribe. 176 p. 2012.
4. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). FAOSTAT. Roma, IT. 2013. Disponible En: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>
5. FEDESARROLLO (Fundación para educación superior y el desarrollo), SAC (Sociedad de Agricultores de Colombia), INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural), FINAGRO (Fondo para el financiamiento del sector agropecuario) y Banco Agrario. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Sociedad de Agricultores de Colombia. La Imprenta Editores S.A. 234 p. 2013.
6. FEDEGAN (Fondo Nacional de Ganaderos). Análisis del inventario Ganadero Colombiano, Comportamiento y variables explicativas. 21 p. 2013. Recuperado 12 diciembre 2014. Disponible En: <http://www.fedegan.org.co/publicacion-presentaciones/analisis-del-inventario-ganadero-colombiano-comportamiento-y-variables>
7. Gómez JD, Rueda RA. Productividad del sector ganadero bovino en Colombia durante los años 2000 a 2009. Trabajo de grado, Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario, 89 p. 2011.
8. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). Traceability, a source of pride for Uruguay's livestock subsector. Sowing innovation to harvest prosperity. San José, Costa Rica. 2013. Disponible En: <http://www.iica.int/Eng/prensa/pages/ComunicadoPrensav1.aspx?cp=823>
9. Martins L. Pig health issues: Overview of Latin America. 2011. PigProgress.net. Recuperado 31 Marzo 2014. Disponible En: <http://www.pigprogress.net/background/pig-health-issues-overview-of-latin-america-7801.html>
10. Nash J. The greening (?) of agriculture in Latin America. Latin American & the Caribbean: Opportunities for all. World Bank. 2012. Recuperado 9 Julio 2014. Disponible En: <http://blogs.worldbank.org/latinamerica/node/633>
11. ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias). Agricultura chilena 2014, Una perspectiva de mediano plazo. Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. Santiago de Chile, Ed MAVAL Ltda, 242 p. 2005.
12. OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Mercado de ganados y carnes, Proyecciones 2023. p. 31.
13. OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Perspectivas Agrícolas 2011-2020, OECD Publishing y FAO. 225 p. 2011.

14. OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) y FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Agricultural Outlook 2012-2021. OECD Publishing and FAO. 2012. Disponible En: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en
15. Otte J, Costales A, Upton M. Smallholder livestock keepers in the era of globalization. Pro-Poor Livestock Policy Initiative, Living from Livestock Research Report RR Nr.05-06. UK, University of Reading, Earley Gate, Reading. 2005. Disponible En: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep-0506_globalisation_livestock.pdf
16. Perry BD, Grace D, Sones K. Current drivers and future directions of global livestock disease dynamics. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011. Disponible En: <http://www.pnas.org/content/early/2011/05/10/1012953108.abstract>
17. Pica G, Pica U, Otte, J. The livestock sector in the World Development Report 2008: Re-assessing the policy priorities. Living from livestock research report no. 08-07. Pro-Poor Livestock Policy Initiative, Food and Agriculture Organization, Roma, IT. 2008. Disponible En: http://www.fao.org/ag/againfo/programmes/en/pplpi/docarc/rep_0807_WDRLivestock_UP_et_al_080805.pdf.16161612
18. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., de Haan, C. Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Rome, FAO. 2006.
19. Thornton PK, Kruska RL, Henninger N, Kristjanson PM, Reid RS, Atieno F, Odero AN, Ndegwa T. Mapping poverty and livestock in the developing world. ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 2002. Disponible En: http://www.ilri.org/InfoServ/Webpub/fulldocs/InvestAnim/Book2/media/PDF_chapters/B2_Front.pdf
20. UPI (United Press International). South America cattle outbreak threat lingers. 2012. Disponible En: http://www.upi.com/Business_News/Energy-Resources/2012/06/28/S-America-cattle-outbreak-threat-lingers/UPI-26911340900875/
21. Wassenaar T, Gerber P, Verburg PH, Rosales M, Ibrahim M, Steinfeld H. Projecting land use changes in the Neotropics: the geography of pasture expansion into forest. Global Environmental Change, 17: 86-104. 2007.

Aspectos macroeconómicos del sector agropecuario y política agrícola en Colombia

Macroeconomic aspects of agriculture and agricultural politic in Colombia

Gustavo Adolfo Díaz Valencia¹

¹PhD Ciencias Económicas, Universidad Nacional
Docente Investigador Universidad Santo Tomas

gustavodiaz@santotomas.eu.co

Recibido 04 Noviembre 2014, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

Se realiza una revisión sobre los aspectos macroeconómicos del sector agropecuario y la política agrícola en Colombia, encontrándose que la producción pecuaria se desarrolla en torno a poblaciones de bovinos, porcinos, caprinos, aves, ovinos, búfalos y equinos, de ellos la bovina es la más representativa según el número de individuos, solo superado por las aves, donde, el 57% de la producción bovina corresponde carne, el 4% a leche y el 39% doble propósito. Por otro lado, se ha demostrado que el sector ganadero en Colombia es especialmente importante de cara a la mitigación del cambio climático principalmente porque el 44.9% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país provino de la agricultura, y el 8.9% se produjo por cambios en el uso de la tierra, y ambos valores han crecido en más del 10% en los últimos años. Queda demostrado que los pequeños productores juegan un rol predominante en la agricultura colombiana, puesto que los hogares de la economía campesina constituyen el 12% de los hogares de Colombia, representan la mayoría de los hogares en el sector agrícola y conforman el 90% de la mano de obra agrícola, cosechan la mitad del área sembrada en cultivos, y tienen considerables partes de la ganadería. En este contexto el gobierno interviene en el sector agropecuario mediante políticas de crédito, de precios, y de comercio exterior como subsidios a la exportación y restricciones a las importaciones y exportaciones, resultando en

un fomento de desarrollo de proyectos productivos en el campo, lo cual incentiva la generación de empleo e incrementos en el ingreso de las zonas rurales.

Palabras clave: Política agropecuaria, ganadería, PIB.

ABSTRACT

A review on the macroeconomic aspects of agriculture and agricultural policy in Colombia took place, and that livestock production is developed around populations of cattle, pigs, goats, poultry, sheep, buffaloes and horses, bovine them is the more representative in terms of the number of individuals, surpassed only by birds, where 57% of bovine meat production is 4% to 39% milk and dual purpose. Furthermore, it has been shown that the livestock sector in Colombia is especially important in the face of climate change mitigation mainly because 44.9% of emissions of greenhouse gases (GHGs) in the country came from agriculture, and 8.9 % occurred due to changes in land use, and both values have grown by over 10% in recent years. It is shown that small farmers play a predominant role in Colombian agriculture, since households in the rural economy constitute 12% of households in Colombia, representing the majority of households in the agricultural sector and make up 90% of the agricultural labor, harvest half the area sown to crops, and have substantial portions of livestock. In this context the government intervenes in the agricultural sector through credit policies, pricing, and trade as export subsidies and restrictions on imports and exports, resulting in promotion of development of productive projects in the field, which encourages job creation and increased income in rural areas.

Keywords: Agricultural politic, livestock, GDP.

RESUMO

Uma revisão sobre os aspectos macroeconômicos da agricultura e da política agrícola na Colômbia teve lugar, e que a pecuária é desenvolvida em torno populações de bovinos, suínos, caprinos, aves, ovinos, búfalos e cavalos, bovinos deles é o mais representativa em termos do número de indivíduos, sendo

superado apenas por pássaros, onde 57% da produção de carne bovina é de 4% a 39% de leite e duplo propósito. Além disso, demonstrou-se que o sector da pecuária, a Colômbia é especialmente importante em face de mitigação das mudanças climáticas, principalmente porque 44,9% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) no país vieram de agricultura, e 8,9 % ocorreu devido a mudanças no uso da terra, e ambos os valores aumentaram mais de 10% nos últimos anos. Mostra-se que os pequenos agricultores desempenham um papel predominante na agricultura colombiana, uma vez que as famílias na economia rural constituem 12% das famílias da Colômbia, representando a maioria dos agregados familiares no sector agrícola e representam 90% do trabalho agrícola, colheita metade da área cultivada com culturas, e tem partes substanciais do gado. Neste contexto, o governo intervém no sector agrícola, através de políticas de crédito, preços e comércio como subsídios à exportação e restrições às importações e exportações, resultando em promoção do desenvolvimento de projetos produtivos no campo, o que incentiva a criação de empregos e aumento da renda nas áreas rurais.

Palavras-chave: Política agrícola, pecuária, PIB.

INTRODUCCIÓN

El sector agropecuario es el principal generador de empleos en las zonas rurales, según el DANE en el 2013, 3.5 millones de personas trabajaron en el sector, lo que equivale al 16.9% de la población ocupada total del país, siendo el tercer sector que mayor empleo genera, después del comercial y servicios comunales (FEDESARROLLO, 2013). En lo referente a las zonas rurales, la agricultura representó un 62.6% de los ocupados que corresponde a más de 2.9 millones de empleados (FINAGRO, 2014).

Las cifras de los últimos años indican una tendencia de crecimiento del sector agropecuario, en 2012 según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la producción de cultivos de ciclo corto aumentó en 285.600 toneladas frente al 2011. Los productos que promovieron este incremento fueron hortalizas (57.7%), maíz

(46.6%) y arroz (25.2%), debido a las mejoras en las condiciones climáticas, especialmente en el caso del arroz y a programas de apoyo del Gobierno como el “Plan País Maíz”. De igual modo los productos que mostraron un mayor crecimiento entre 2012 y 2011 fueron sorgo (56.2%), ajonjolí (48.7%) y soya (28.9%) (MADR, 2011). En lo que respecta a los cultivos permanentes, en 2012 se presentó un crecimiento del 4%, lo que implicó un aumento de 612.417 toneladas, correspondiendo 42% a caña de panela, 41% a frutales y 33% a plátano. Por su parte los productos que observaron el mayor crecimiento fueron cacao (28.1%), tabaco negro (23.3%) y arracacha (8.5%). En lo correspondiente al sector pecuario (Tablas 1 y 2) durante este mismo periodo, el sacrificio de bovinos aumentó un 5.7%, siendo superior al de porcinos (4.9%), pollo (3.5%), y pescado (1.4%), mientras que la producción de camarón disminuyó un 14.1%. En lo que respecta a la ganadería, la cantidad de leche aumentó en 198 millones de litros mientras que la de huevos disminuyó en 56 millones de unidades (FINAGRO, 2014).

En Colombia la producción pecuaria se desarrolla en torno a poblaciones de bovinos, porcinos, caprinos, aves, ovinos, búfalos y equinos, de ellos la bovina (Figura 1) es por mucho la más representatividad tiene según el número de individuos (Tabla 1), solo superado por las aves (Tabla 2), que dado su tamaño corporal y condiciones de manejo confinado no requieren de grandes extensiones de tierra (ICA, 2013).

Definitivamente en Colombia la ganadería es un sector productivo importante en el contexto económico y social del país, identificar sus impactos y las configuraciones territoriales que propicia se hace indispensable, sobre todo en la crisis agraria enmarcada por dos paros campesinos en menos de un año y en el actual escenario donde el gobierno nacional firma tratados de libre comercio con diversos países, y promueve intensivamente los proyectos minero energéticos, que se prevé incidirán fuertemente en los cambios del uso del suelo que históricamente tenían en Colombia, y una de esas variaciones las ha tenido la ganadería, donde se han talado los bosques para sembrar gramíneas que son la principal fuente de alimentación de los bovinos, los departamentos con más del

4% de participación en la producción son: Antioquia, Córdoba, Casanare, Meta, Santander, César y Caquetá (Figura 2).

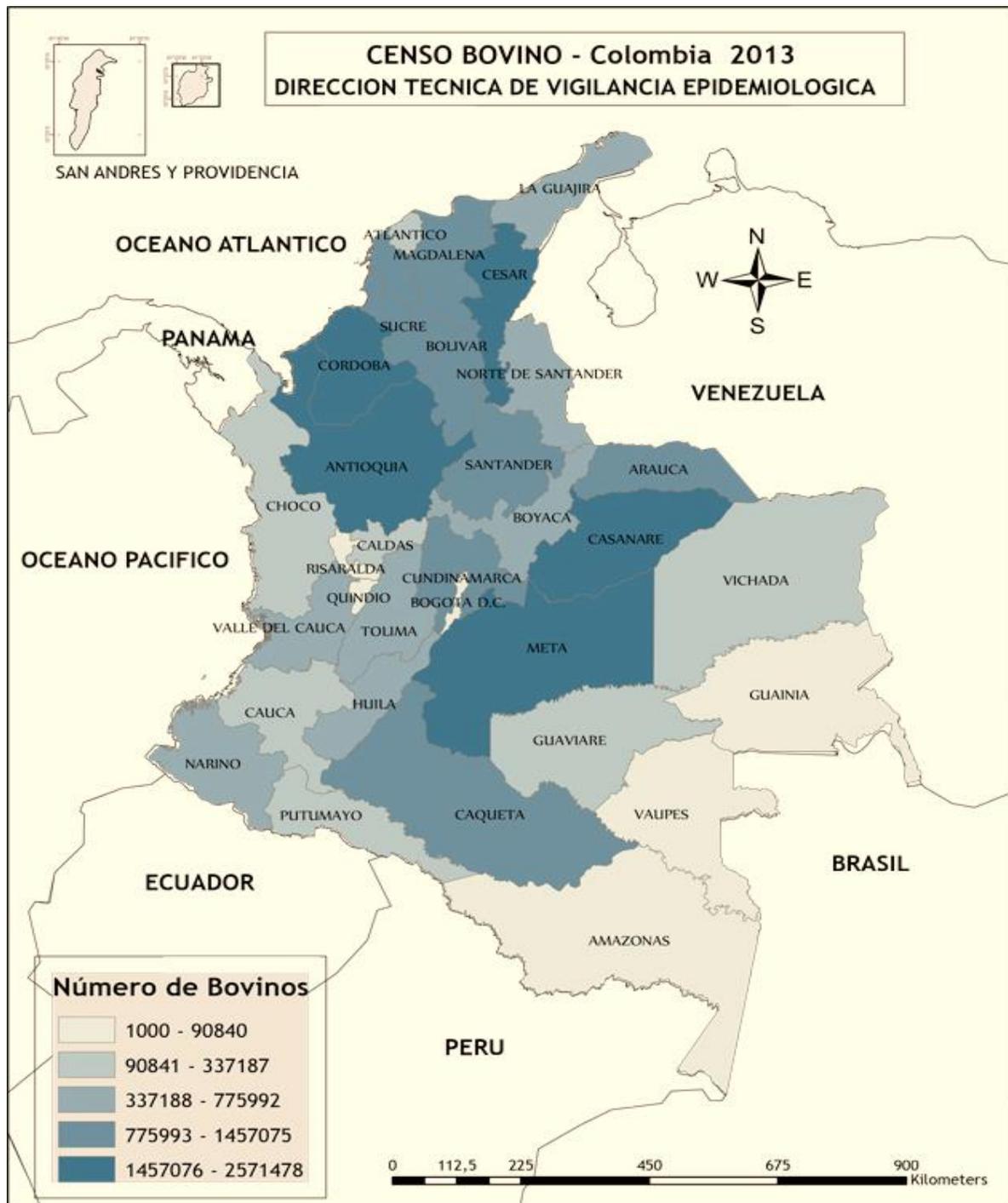


Figura 1. Censo Bovino 2013 (ICA, 2013)

Tabla 1. Caracterización de la producción de rumiantes en Colombia, 2012
(Número de cabezas)

Departamento	Bovinos	Ovinos	Búfalos	Caprinos
Amazonas	2.209	0	350	55
Antioquia	2.571.478	15.396	35.877	4.996
Arauca	1.044.750	14.100	2.345	1.080
Atlántico	207.822	9.701	2.558	2.601
Bolívar	790.754	22.359	10.625	5.475
Boyacá	775.992	12.456	3.846	3.417
Caldas	337.187	4.816	1.909	503
Caquetá	1.338.753	22.480	3.623	18.857
Casanare	1.862.540	2.680	4.750	12.900
Cauca	266.718	16.034	316	3.438
Cesar	1.520.055	76.317	9.085	27.748
Choco	125.890	247	668	75
Córdoba	2.042.971	69.089	49.485	4.612
Cundinamarca	1.216.246	10.419	2.415	3.915
Distrito Capital	19.441	0	3	40
Guainía	3.750	15	0	0
Guaviare	270.000	2.805	60	135
Huila	477.447	5.175	433	2.061
La Guajira	343.445	603.382	47	881.786
Magdalena	1.280.793	113.562	9.840	53.939
Meta	1.632.420	23.690	9.135	5.965
Nariño	362.865	16.659	1.302	591
Norte de Santander	473.103	13.136	1.621	4.344
Putumayo	188.272	3.345	314	378
Quindío	73.581	498	375	613
Risaralda	90.840	411	323	284
San Andrés y Providencia	1.000	122	0	53
Santander	1.457.075	45.270	22.085	44.435
Sucre	856.209	23.599	10.253	3.985
Tolima	676.981	42.572	2.412	2.163
Valle del Cauca	480.911	6.079	1.844	876
Vaupés	1.055	165	0	0
Vichada	215.700	1.365	180	400
Total	23.008.253	1.177.944	188.079	1.901.720

Fuente: Censo Agropecuario 2013 (ICA, 2013).

Los pequeños productores tienen un papel predominante puesto que los hogares de la economía campesina constituyen el 12% de las familias en Colombia, correspondiendo la mayoría al sector agrícola, quienes conforman el 90% de la mano de obra en las cosechas, donde gran parte del área sembrada para cultivos son para ganadería (12-40%), sin embargo, la mayoría viven en condiciones de pobreza (64%) extrema (33%), además registran una alta informalidad en la

posesión de sus predios y es limitado el acceso a los créditos y tecnologías (Baribbi y Spijkers, 2011).

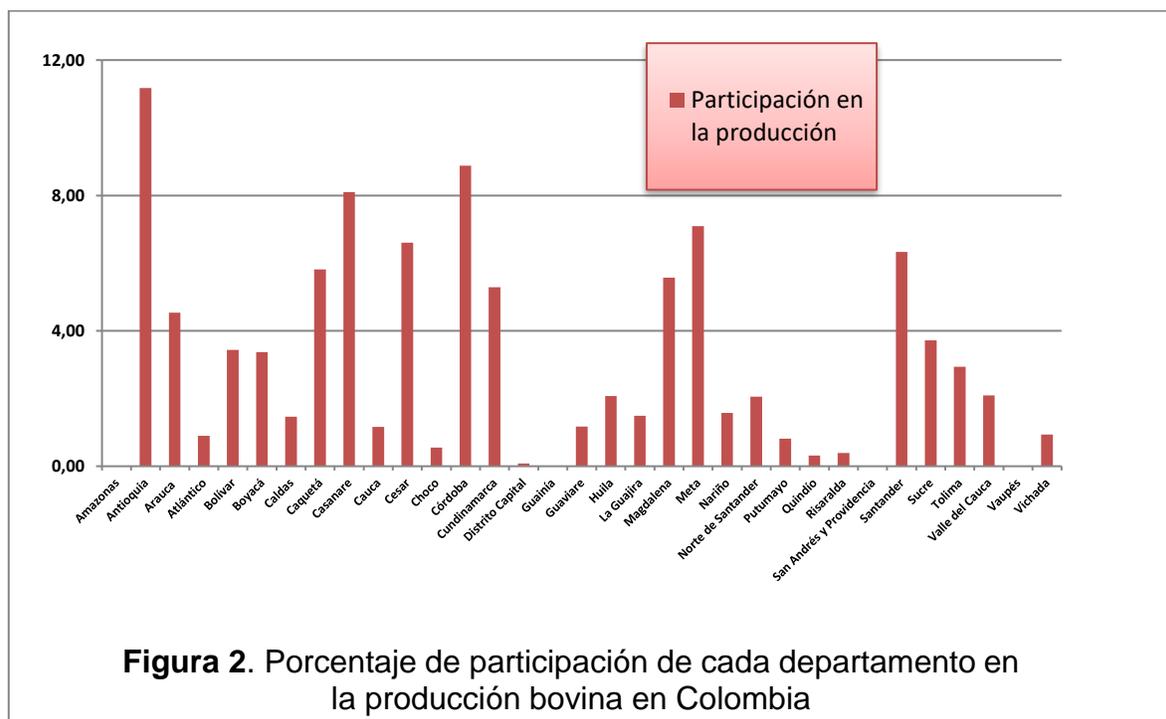
Tabla 2. Caracterización de la producción porcina, avícola y equina en Colombia, 2012

Departamento	Porcinos	Aves	Equinos
Amazonas	609	69.740	50
Antioquia	1.379.875	10.335.899	127.674
Arauca	38.690	264.300	62.500
Atlántico	63.599	4.400.627	11.949
Bolívar	37.249	1.612.759	50.625
Boyacá	59.519	2.184.706	23.438
Caldas	139.535	1.470.393	39.244
Caquetá	52.609	377.751	55.324
Casanare	34.585	52.700	127.470
Cauca	35.749	5.158.579	82.186
Cesar	31.379	466.535	56.688
Choco	29.069	247.869	10.815
Córdoba	141.286	1.466.922	158.173
Cundinamarca	377.965	28.837.169	164.388
Distrito Capital	1.952	387.450	943
Guainía	325	6.050	55
Guaviare	1.780	70.850	7.095
Huila	89.499	1.330.300	20.059
La Guajira	21.250	114.210	22.440
Magdalena	87.703	1.551.825	65.756
Meta	117.845	2.174.300	63.175
Nariño	140.446	2.557.438	34.645
Norte de Santander	47.060	1.877.440	51.614
Putumayo	13.761	429.452	10.490
Quindío	38.498	6.766.490	6.759
Risaralda	106.599	3.140.625	8.671
San Andrés y Providencia	1.765	15.947	113
Santander	80.748	34.995.330	77.810
Sucre	129.317	921.269	51.862
Tolima	109.113	2.640.454	115.505
Valle del Cauca	506.654	40.065.737	19.200
Vaupés	100	2.600	25
Vichada	4.015	25.200	6.680
Total	3.920.148	156.038.909	1.533.432

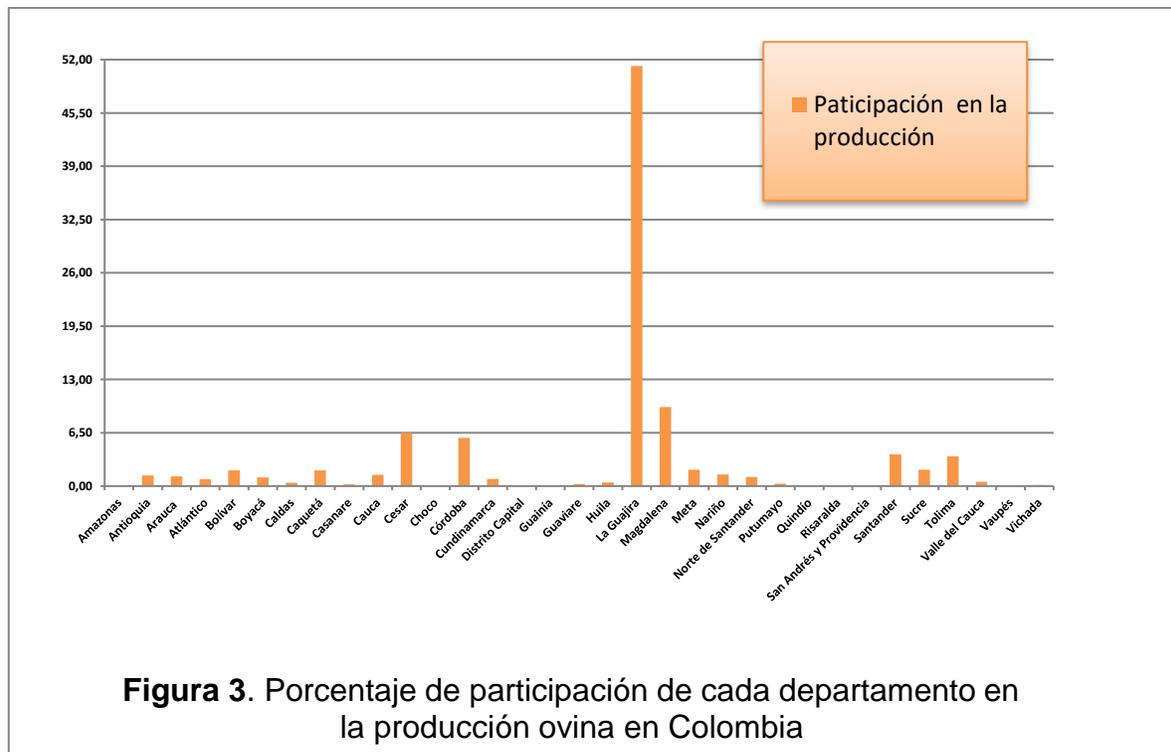
Fuente: Censo Agropecuario 2013 (ICA, 2013).

La alta participación en la producción de ovinos y caprinos del departamento de La Guajira (Figura 3) se debe a que la Gobernación, entidades privadas y el SENA se unieron para trabajar en un proyecto de fortalecimiento y desarrollo competitivo del sector ovino-caprino a través de la implementación de procesos técnicos y

empresariales. Más de 11.000 indígenas Wayúu y campesinos de este departamento se están beneficiando porque se están impartiendo programas de formación enfocados en la producción de ovinos y caprinos, procesamiento de productos cárnicos, sistemas de riego y plantas de sacrificio (ICA, 2013; Contexto Ganadero, 2013).



Antioquia es el mayor productor porcícola de Colombia, su participación es casi del 12%, (Figura 4), muestra de ello es que, en el año 2012 cerca de tres millones de cerdos pasaron por los beneficiadores, de los cuales el departamento aportó 1.379.875. Además, tiene un consumo per cápita superior a los 17 kg, siendo el mayor consumidor de esta carne en el país, en comparación con el promedio nacional que se ubica en 5.5 kg per cápita, cuenta con la Asociación de Porcicultores de Colombia, constituida por un grupo de 1.400 a 1.500 productores, son los que hacen el grueso de la producción, dentro de un número de predios destinados para esta labor, que van desde los 55.000 a 65.000. De otra parte, los pequeños y medianos porcicultores están realizando alianzas en las cuales, a través de sociedades anónimas de cooperativas, han logrado fortalecerse cada día más (ICA, 2013 y Berrio, 2012).



Los departamentos que más participan (mayor del 20%) en la producción avícola son Valle del Cauca y Santander (Figura 5), precisamente, este sector hace parte del clúster de proteínas blancas que viene impulsando en una nueva estrategia de desarrollo de las cadenas productivas potenciales, en el 2013 se reportó que este sector se incrementó en un 9%, cifra superior a la del año anterior. Se considera que se están dando los pasos para el Valle de Cauca lidere esta industria, no solo por parte de empresas locales, sino que otros productores de varias regiones del país vean esta región como una plataforma ideal para tener sus plantas. De otro lado la producción se está trasladando a las costas porque la industria importa el 95 % del alimento para las aves y estar cerca a los puertos reduce costos y además en un futuro se facilitará las exportaciones (ICA, 2013).

Según el IGAC, (2012) de los 38 millones de hectáreas que actualmente están destinadas a la ganadería 19.3 millones tienen vocación ganadera. Sólo 5 millones de hectáreas son de pastos mejorados, y el esquema productivo vigente en este subsector se caracteriza por un uso extensivo de la tierra, tecnológicamente atrasado y con un consumo significativo de los incentivos que tiene el sector,

especialmente crédito e ICR (Incentivo de Capitalización Rural). El mismo gremio ganadero reconoce el actual uso ineficiente e indeseable de las tierras colombianas y ha ofrecido como aporte a la sostenibilidad ambiental del país, devolver, antes del 2019, a la reserva forestal diez millones de hectáreas, ahora utilizadas para producción extensiva (Baribbi y Spijkers, 2011).

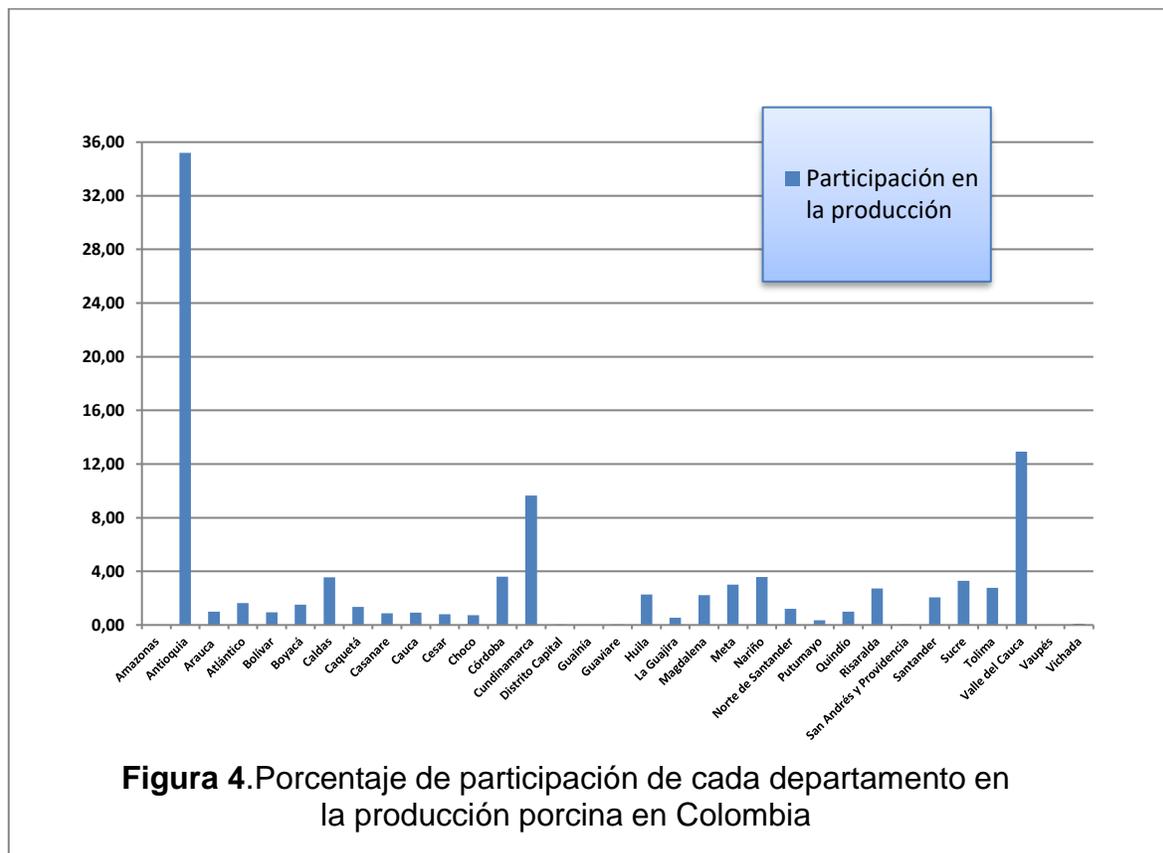
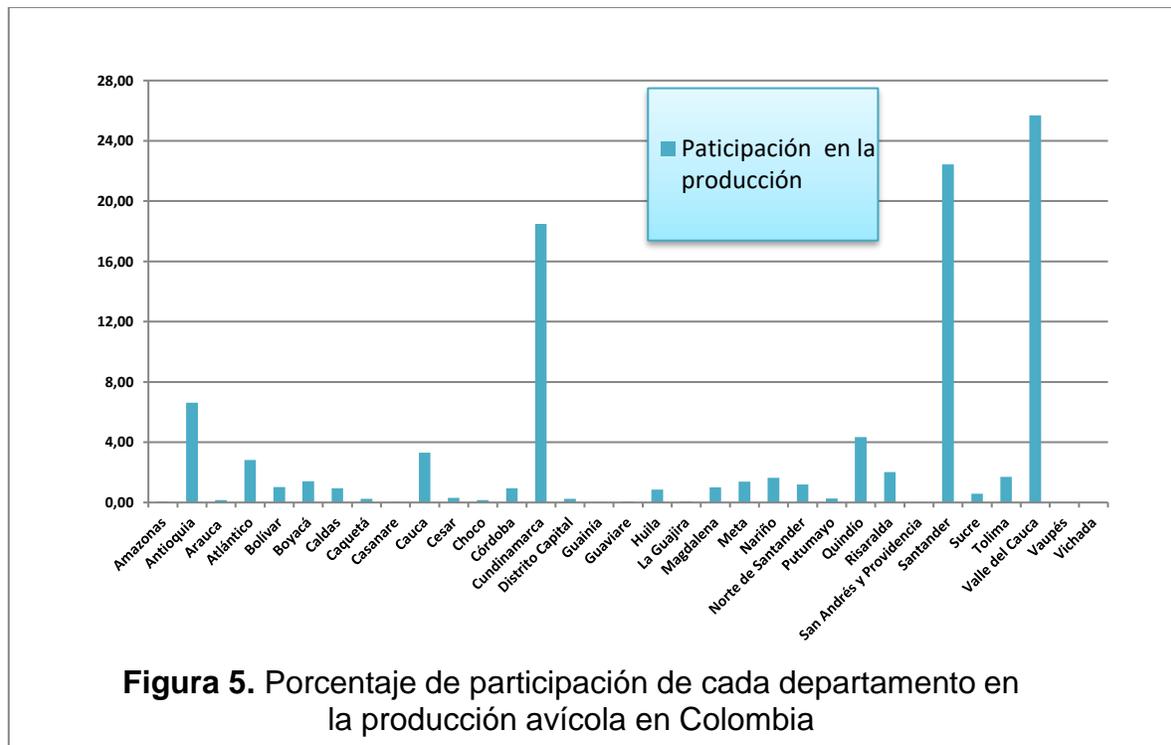


Figura 4. Porcentaje de participación de cada departamento en la producción porcina en Colombia

El Estado Colombiano y la Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN han enfocado sus esfuerzos en impulsar el sector ganadero en Colombia, desde hace varios años, se han dedicado a impulsar políticas que buscan mejorar las condiciones del sector, entre las que se destaca el mejoramiento de la competitividad, hecho que se ve reflejado en la elaboración del Plan Estratégico de la Ganadería al 2019 PEGA 2019 (FEDEGAN, 2006). Desde ese momento, el seguimiento al desarrollo de los planes y a diversos indicadores se ha intensificado, con el objetivo de poder determinar cómo está la ganadería en el

país y además se está analizando el mejoramiento a medida que se ha dado, con miras a alcanzar los objetivos del 2019.



POLÍTICAS AL SECTOR GANADERO

El gobierno interviene en este sector ganadero mediante políticas de crédito, de precios, y de comercio exterior (subsidios a la exportación y restricciones a las importaciones y exportaciones). Las intervenciones tienen como objeto aumentar las exportaciones de carne de res y rebajar los precios internos (García, 2006), no obstante con la firma de los TLC el sector ganadero empieza a ver dificultades en la fluidez de su cadena productiva.

Definitivamente los sistemas ganaderos están afrontando en el momento grandes cambios, se empieza a observar un desplazamiento de la ganadería por la economía minera y los nuevos proyectos de inversión en cereales y biocombustibles, lo que llevará a una reubicación de este sector dentro y fuera de cada departamento de Colombia, lo que influiría radicalmente cambiando la participación productiva, expuesta en los Gráficos 1, 2, 3 y 4.

Entre 2007 y 2011, el área utilizada en palma de aceite aumentó en 240 mil hectáreas (cerca de 40%), especialmente en la zona oriental en donde la siembra pasó de 30 mil a 115 mil hectáreas (55%), y en la zona central de 20 mil hectáreas se pasó a 87 mil, hectáreas (FEDEGAN, 2013).

Según Naciones Unidas el sector ganadero en Colombia es especialmente importante en la mitigación del cambio climático principalmente porque el 44.9% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país provino de la agricultura, y el 8.9% se produjo por variaciones en el uso de la tierra y forestería, y ambos valores han crecido en más del 10% en los últimos años (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, UNFCCC, 2009), y más allá de eso, tiene una alta tasa de expansión (especialmente la ganadería) y por tanto de deforestación, ocupando un porcentaje significativo del área nacional; además se cuenta con la potencial producción de biocombustibles; y las tecnologías implementadas podrían resultar en un aumento sustancial en la captura de carbono dado que la actividad agropecuaria se halla en directa interacción con el suelo, y por tanto tiene el potencial para realizar con el fin de secuestrar carbono derivado de las actividades agropecuarias racionales y amigables con el medio ambiente (PNUD, 2012).

PERSPECTIVAS DEL INVENTARIO GANADERO

Las estimaciones del comportamiento de los sistemas bovinos colombianos en el corto plazo son: alta participación de hembras en el sacrificio y desestímulos que trae la situación actual como altos costos de los insumos, bajo precio del litro de leche cruda, importaciones de leche y derivados lácteos, entre otros (FEDEGAN, 2013). Estos dos factores afectan directamente la tasa de reposición, como se mencionó anteriormente, sin embargo, el incremento en el precio del ganado en pie como resultado del mejoramiento de las exportaciones de carne y consumo doméstico de este producto activarán la producción ganadera en el mediano plazo; en ese sentido 2013 y 2014 muestran también bajas en el inventario ganadero, y se proyecta una recuperación del hato a partir de 2015. De otro lado, se espera mayor dinamismo en los flujos regionales de ganado como

consecuencia del desplazamiento que hace la economía minera a la producción pecuaria, los nuevos proyectos de inversión en cereales y biocombustibles, lo que llevará a una reubicación de la ganadería dentro y fuera de los departamental (FEDEGAN, 2013).

En línea con la propuesta está el proyecto llamado “Ganadería Colombiana Sostenible” basado en el proyecto previo “Integrated Silvopastoral Approaches to Ecosystem Management Project in Colombia, Costa Rica and Nicaragua” (Sistemas Silvopastoriles Integrales para el Manejo de Ecosistemas en Colombia, Costa Rica y Nicaragua) ejecutado por la fundación GEF (Global Environment Facility) y el Banco Mundial en 2008.

El proyecto de “Ganadería colombiana Sostenible” es una propuesta conjunta de la Federación de Ganaderos (FEDEGAN), FINAGRO (Fondo para el Financiamiento del sector Agropecuario), TECNIGAN (Técnicas Ganaderas), TNC (The Nature Conservancy), el MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), el MAVDT (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial), y otros actores de relevancia para el sector que implementarán la conversión de tierras ganaderas degradadas y de pasturas mejoradas con laboreo intensivo, en sistemas silvopastoriles, mediante el uso de créditos de conversión, pagos por servicios ambientales, e incentivos adicionales de condonación de créditos por realización de prácticas de reforestación. Es decir, la ganadería en Colombia empezará a reconfigurarse hacia la implementación de la economía verde propuesta por Naciones Unidas que como se sabe va en horizonte de ampliar los límites del capitalismo (mercantilización de la naturaleza) a través del “enverdecimiento” de todos los sectores productivo (PNUD, 2012).

CONSUMO DE CARNE DE RES

El consumo de carne de res en el país ha crecido a partir de 2009, debido al aumento del ingreso medio de los hogares (FEDEGAN, 2013). De acuerdo al informe de pobreza monetaria y desigualdad del DANE, el ingreso promedio per cápita de la unidad de gasto de la población colombiana creció cerca de 24% entre

los años 2009 y 2010. Por su parte, el consumo de los hogares en el mismo periodo presentó una tasa promedio de crecimiento anual del 4%. Cabe recordar que la carne de res es un bien elástico ante cambios en el nivel de ingresos, es decir, a mayor nivel de ingresos de una persona aumenta su consumo por res (Baena y Montoya, 2010), para Colombia la elasticidad ingreso es de 1.38%

La carne de res es la segunda carne más consumida en Colombia, según FEDEGAN, en 2013 se consumieron 20 kg per cápita, presentando una caída del 3.6%. Sin embargo, la FAO, (2012) estima un crecimiento del consumo de carne bovina de un 58% entre 2010 y 2050, además de ser un producto con una amplia oferta en el país, es una fuente considerable de proteínas (22.33%), lo que la hace fundamental para la seguridad alimentaria del país.

La producción ganadera es el principal componente del producto interno bruto (PIB) pecuario, pese a tener una caída del 0.5% en 2013, su peso relativo en el sector es del 31%. Según el MADR, en 2012 la extracción total registrada de ganado bovino fue superior a 4 millones de cabezas, presentando un crecimiento del 5.7% (MADR, 2013), además Colombia cuenta con el cuarto inventario de América Latina y el décimo séptimo a nivel mundial (22.6 millones), siendo Antioquía y Córdoba los departamentos con mayor inventario, de igual forma tiene un crecimiento potencial superior al 20% y más de 700 mil colombianos viven del sector.

FINANCIAMIENTO DEL SECTOR AGROPECUARIO

Se está fomenta el desarrollo de proyectos productivos en el campo, lo cual incentiva la generación de empleo e incrementos en el ingreso de las zonas rurales (MADR y MHCP, 2006). El financiamiento al sector rural, ha presentado una evolución favorable en los últimos años, como lo dejan ver indicadores de acceso y profundización. El sector donde se presentó el mayor incremento en el valor del crédito en 2013 fue el avícola (183 mil millones). Si bien la ganadería continuó con la tendencia a obtener alto valor de crédito, con una participación del 18.8% del total, dentro de los productos agrícolas, la mayor participación la

continúa teniendo el arroz (9.9%), sin embargo, el producto que presentó el mayor crecimiento fue tabaco (553.6%) (DDRS y FINAGRO, 2014).

Dentro de las medidas se destacan por su alcance y beneficio para los pequeños y medianos productores del país: el Proyecto de Ley 134C-140S, la reactivación y ampliación del programa de compra de cartera FONSA 2014, la aprobación del nuevo modelo de gestión del Fondo Agropecuario de Garantías, y la implementación de dos nuevos instrumentos financieros: microcrédito y Factoring (FINAGRO, 2014).

Proyecto de Ley 134c-140s

Fortalece el esquema de financiamiento para la reactivación del sector agropecuario, los principales aspectos incorporados en la Ley son: impulso al microcrédito a través de la creación del Fondo de Microfinanzas; agilidad en la aprobación de los créditos mediante la eliminación el trámite de calificación previa; destinación de los recursos del crédito agropecuario para actividades de transformación de productos del sector; mayor cobertura de riesgos agropecuarios a través de la ampliación del objeto del Fondo Nacional de Riesgos Agropecuarios; posibilidad de que dicho Fondo financie estudios sobre los productos agropecuarios a fin de fomentar la oferta de seguros; fortalecimiento del fondo agropecuario de garantías (FAG) en la recuperación de sus cartera, la deducción de provisiones y reservas para el pago de impuestos, y la simplificación de causales de no pago; fortalecimiento de FINAGRO; se reconfirma la naturaleza jurídica de FINAGRO como entidad de economía mixta; ampliación de los alivios a los actuales deudores del fondo de solidaridad agropecuario (FONSA) y del programa nacional de reactivación agropecuaria (PRAN); ampliación de los objetivos del FONSA, situaciones de crisis objeto del FONSA y extensión de plazos para deudores del PRAN y el FONSA; fortalecimiento de CORPOICA (FINAGRO, 2014). El acceso al financiamiento por parte del sector rural ha aumentado, en 2013 los usuarios de crédito registrado en FINAGRO representaron el 38% de los productores del sector en el país, lo cual implica un aumento de 27 puntos porcentuales desde 2003.

CRISIS DEL SECTOR LÁCTEO

En los últimos cinco años, el eslabón primario del sector lácteo colombiano ha sufrido las consecuencias de una política de apertura en el agro colombiano y la carencia de políticas públicas que ayuden a superar los problemas estructurales de los productores primarios, factores que no permiten que este sector sea competitivo en el entorno actual (FEDEGAN, 2013).

La vigencia de los TLC fomentó la entrada de importaciones de productos lácteos, principalmente en 2012, cuando ingresaron al mercado colombiano más de 33.000 toneladas de productos lácteos en especial de leche en polvo (67%). Esto llevó y aceleró la reducción del precio pagado al ganadero, el cual no compensa el incremento de los costos de los insumos agropecuarios durante estos años (FEDEGAN, 2013).

Durante los años 2009 al 2011 las actividades agropecuarias se vieron afectados por los fenómenos climáticos que en algunos casos ocasionaron pérdidas en más del 60% de algunos predios al inundarse estos (BID y CEPAL, 2012). La anterior situación ha llevado a que la rentabilidad de la actividad ganadera se vea afectada lo que ha ocasionado que algunos productores tomen la fuerte decisión de cambiar de actividad, en el mejor de los casos se cambian a producción de carne, en el peor abandonan la ganadería.

CARACTERÍSTICAS DE LOS LLANOS ORIENTALES

Es una región que ocupa una extensión de 35.010.300 hectáreas, su conformación fisiográficas la hace importante en el contexto nacional por su variedad de ecosistemas, el aporte del 32% a las reservas de agua del país y su potencial agropecuario y minero-energético, por lo tanto, su ubicación estratégica eleva su potencial y competitividad (MADR, 2013).

La zona está conformada principalmente por los departamentos de Meta, Casanare, Arauca y Vichada, y tiene una fuerte integración económica y cultural con los departamentos cercanos de Guaviare, Guainía y Vaupés, registrando una

población de 1.5 millones de habitantes, con una mayor participación del Meta con cerca de 900 mil habitantes, de la cual casi la mitad se concentra en su capital, Villavicencio (DNP, 2011).

Potencialidades

Posee suelos con aptitud forestal altamente productiva, siendo el epicentro de este desarrollo en el país, puesto que dispone de ocho millones de hectáreas para establecer árboles sin necesidad de desplazar ningún otro cultivo, ni intervenir bosques nativos, por lo tanto se hace atractiva para la inversión de proyectos de reforestación comercial de gran envergadura. Así mismo, la riqueza de recursos naturales, tales como agua, tierras planas, condiciones agroclimáticas excepcionales de pluviosidad, luminosidad y brillo solar, que permiten una importante diversidad de actividades productivas (MADR, 2013). Es la región de interés para desarrollar megaproyectos agroindustriales, sociales y ambientales, cuya topografía posibilita la mecanización de todas las actividades de siembra, manejo y cosecha, además hay riqueza petrolera e ingresos provenientes de las regalías.

Restricciones

La región tiene una estacionalidad en la oferta de agua, lo cual impone limitaciones ambientales, debido a la fragilidad de sus ecosistemas. Por otro lado, no se puede negar que falta mayor acervo tecnológico, hay escasa formalización de la propiedad y unidades de agricultura familiar con tamaños no adecuados para grandes emprendimientos (MADR, 2013). De manera similar, falta claridad sobre el derecho de propiedad de la tierra, encontrándose el Catastro desactualizado, donde hay tierra titulada pero no registrada, tierras baldías ocupadas y desocupadas, o que son trabajadas por terceros con los de resguardos indígenas, deficiente infraestructura productiva (riego, almacenamiento) y de transporte, agravándose la situación por una insuficiente atención social en lo relacionado con salud, educación, saneamiento básico y vivienda.

Producción pecuaria

La región ha desarrollado tradicionalmente una ganadería extensiva de carne, donde el inventario ganadero asciende aproximadamente a 4.6 millones de cabezas de ganado, y la orientación del hato es: 50% carne, 39% doble propósito, y 10% leche (MADR, 2003).

Lineamientos estratégicos para impulsar el desarrollo rural

Debe ser un punto clave la restitución de tierras, y consecuentemente su titulación, poniendo énfasis en la vivienda de interés social rural. Así mismo, es necesaria una fuerte inversión en ciencia y tecnología, brindando asistencia subsidiada a los pequeños y productores. Además de los incentivos financieros que lo pueden apoyar mediante el Incentivo a la Capitalización Rural (ICR), Línea Especial de Crédito (LEC), Certificado al Incentivo Forestal (CIF), es importante la firma de convenios con el CIAT, (2011 y 2012) para innovación, desarrollo y validación tecnológica (modelos de sistemas de producción ganadera, agrícola y forestal y manejo integral del suelo, entre otros), identificándose especies promisorias como: eucalipto, acacia, pino flora, nativas y materiales forrajeros), para la elaboración de modelos productivos con enfoque territorial. La investigación y el desarrollo tecnológico en la altillanura llevan más de tres décadas, con el aporte de entidades nacionales e internacionales como ICA, CORPOICA, CIMMYT, CIAT, Fedearroz, Gaviotas, Universidad de Los Llanos, Universidad Nacional, Yamato y Embrapa.

UNIDAD DE RESTITUCIÓN DE TIERRAS

Más de 22 mil hectáreas se han restituido a cerca de 400 personas víctimas de abandono y despojo forzado de tierras en el Meta, son en total 39 zonas de intervención ubicadas en 18 de los 29 municipios que integran este departamento, en donde la Unidad de Restitución de Tierras ha liderado su labor para lograr que las familias recuperen los predios que creían perdidos por la incidencia de los grupos armados al margen de la ley. A la fecha, esta política ha llegado a los municipios de: Puerto Gaitán, Puerto López, Acacias, El Castillo, El Dorado,

Mapiripán, Cabuyaro, Villavicencio, Restrepo, San Carlos de Guaroa, Lejanías, Puerto Lleras, Castilla la Nueva, Fuente de Oro, Cumaral, Guamal, Barranca de Upía y Cubaral; obteniendo como resultado más de 348 demandas puestas en manos de los jueces y magistrados designados (URT, 2015).

Son en total 55 sentencias las que se han proferido sobre predios ubicados en las jurisdicciones de Acacías, Cumaral, El Dorado, Granada, Puerto Gaitán, Puerto López, Restrepo y Villavicencio. Tierras en las que se han invertido más 574 millones de pesos para emprender proyectos productivos, brindando herramientas de reparación integral a quienes fueron víctimas de la violencia (URT, 2015).

En esta parte del país la Corporación Colombia Internacional (CCI) viene impulsando la formalización y el fortalecimiento de organizaciones rurales, para generar empleo e ingresos estables a los pobladores del campo. Es así como bajo diferentes programas y estrategias se han beneficiado más de 5.200 familias en esta región.

Igualmente el Ministerio de Agricultura y la CCI, vienen fomentando la creación de microempresas en el campo, a través del Programa Oportunidades Rurales se capacitaron a 320 familias de 14 organizaciones Mypes, ubicadas en los departamentos de Arauca, Guainía, Meta, Guaviare, Casanare y Vaupés. Estos beneficiarios recibieron recursos por \$560 millones de pesos para respaldar sus iniciativas productivas y planes de inversión (MADR, 2014).

CONCLUSIONES

En Colombia la producción pecuaria se desarrolla en torno a poblaciones de bovinos, porcinos, caprinos, aves, ovinos, búfalos y equinos, de ellos la bovina es por mucho la más representativa según el número de individuos, solo superado por las aves, que dado su tamaño corporal y condiciones de manejo confinado no requieren de grandes extensiones de tierra. En cuanto a la caracterización de la ganadería, el 57% de la producción bovina corresponde carne, el 4% a leche y el 39% doble propósito.

Los pequeños productores juegan un papel predominante en la agricultura colombiana, los hogares de la economía campesina constituyen el 12% del total de Colombia, representan la mayoría en el sector agrícola y conforman el 90% de la mano de obra agrícola, cosechan la mitad del área sembrada en cultivos, y tienen considerables partes de la ganadería, siendo los departamentos más productores: Antioquia, Cundinamarca, Santander, Valle del Cauca, Córdoba, Magdalena, Meta, Casanare, sobresaliendo en la ovinocultura La Guajira.

El sector ganadero en Colombia es especialmente importante puesto que puede participar activamente en la mitigación del cambio climático principalmente porque el 44.9% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del país provienen de la agricultura, y el 8.9% se generan por variaciones en el uso de la tierra y forestería, es de anotar que ambos valores han crecido en más del 10% en los últimos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baena LJ, Montoya LM. Determinantes del precio al consumidor de la carne bovina en la ciudad de Medellín, Antioquia: 1998-2008. Trabajo de grado, Economista. Universidad EAFIT. 39 p. 2010.
2. BID (Banco Interamericano de Desarrollo), CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe). Valoración de daños y pérdidas, Ola invernal en Colombia 2010-2011. 240 p. 2012.
3. Baribbi A, Spijkers P. Campesinos tierra y desarrollo rural. Reflexiones desde la experiencia del Tercer Laboratorio de Paz. Acción Social y Unión Europea. 28 p. 2011.
4. Berrío M. Antioquia Porcícola. 2012. Disponible En: http://www.elmundo.com/portal/noticias/economia/antioquia_porcicola.php#.VUp5rl5_NBc
5. Contexto Ganadero. La Guajira quiere modernizar y fortalecer la producción ovina. 2013. Disponible En: <http://contextoganadero.com/regiones/la-guajira-quiere-modernizar-y-fortalecer-la-produccion-ovina>
6. DDRS (Dirección de Desarrollo Rural Sostenible), FINAGRO (Fondo para el Financiamiento de Sector Agropecuario). Misión para la transformación del campo. Sistema nacional de crédito agropecuario, Propuesta de reforma, 63 p. 2014.
7. DNP (Departamento Nacional de Planeación). Plan nacional de Desarrollo 2010-2014. 541 p. 2011. Disponible En: <https://sinergia.dnp.gov.co/SISMEG/Archivos/PND2010-2014%20Tomo%20I%20CD.pdf>

8. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Ganadería mundial 2011 – La ganadería en la seguridad alimentaria, Roma. 2012.
9. FEDEGAN (Federación Nacional de Ganaderos), FNG (Fondo Nacional – ganadero). Análisis del inventario ganadero colombiano. Comportamientos y Variables explicativas, 22 p. 2013.
10. FEDEGAN (Federación Nacional de Ganaderos). Plan Estratégico de la ganadería colombiana 2019. 272 p. 2006.
11. FEDESARROLLO (Fundación para educación superior y el desarrollo), SAC (Sociedad de Agricultores de Colombia), INCODER (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural), FINAGRO (Fondo para el financiamiento del sector agropecuario), Banco Agrario. Políticas para el desarrollo de la agricultura en Colombia. Sociedad de Agricultores de Colombia. La Imprenta Editores S.A. 234 p. 2013.
12. FINAGRO (Fondo para el Financiamiento de Sector Agropecuario). Perspectivas del sector agropecuario. 27 p. 2014. Disponible En: https://www.finagro.com.co/sites/default/files/2014_09_09_perspectivas_agrop_equarias.pdf
13. FINAGRO (Fondo para el Financiamiento de Sector Agropecuario). Financiamiento del sector agropecuario se fortalece. 2014. Disponible En: <https://www.finagro.com.co/noticias/financiamiento-del-sector-agrario-se-fortalece>
14. FINAGRO (Fondo para el Financiamiento de Sector Agropecuario). 2014. Sistemas de garantías para el agro se fortalece. Disponible En: <https://www.finagro.com.co/noticias/sistema-de-garant%C3%ADas-para-el-agro-se-fortalece>
15. ICA (Instituto colombiano agropecuario ICA). 2013. Censo Nacional Agropecuario. 2013. Disponible En: <http://www.ica.gov.co>
16. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2001. Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Bogotá. 305 pp.
17. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) y CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2001. Panorama sobre el uso y ocupación actual de las tierras en Colombia. Bogotá. 136 p.
18. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia / El Instituto. -- Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia, 540 p. 2012.
19. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). Clasificación del uso actual de las tierras. Subdirección de Agrología, Bogotá D.C. Metodología. 54 p. 1998.
20. García J. Las políticas económicas y el sector ganadero en Colombia: 1950-1977. Cuadernos de Historia Económica y Empresarial. Cartagena. Banco de la República. 91 p. 2006.
21. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Llanos orientales, retos y oportunidades. Política para el sector agropecuario y desarrollo rural regional, 24 p. 2014. Disponible En: <http://www.asorinoquia.org/malocas2013/Dia2.4.pdf>

22. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Anuario estadístico del sector agropecuario 2012: resultados evaluaciones agropecuarias municipales. Evaluaciones Agropecuarias Municipales. Bogotá. 2013.
23. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Plan país maíz, cadenas productivas. 18 p. 2011. Disponible En: http://www.fenalce.org/archivos/Plan_P_M.pdf
24. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Encuesta Nacional Agropecuaria 2009. Bogotá. 2009.
25. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural), MHCP (Ministerio de Hacienda y Crédito Público). Concepto favorable a la nación para contratar un empréstito externo con el fondo internacional de desarrollo agrícola (FIDA) por un valor de hasta US \$20 millones o su equivalente en otras monedas, para financiar parcialmente el programa “desarrollo de las oportunidades de inversión y capitalización de los activos de las microempresas rurales. Documento Conpes, 15 p. 2006.
26. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural). Situación de los recursos zoogenéticos en Colombia. 120 p. 2003. Disponible En: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a1250f/annexes/CountryReports/Colombia.pdf>
27. Nieto PR, Rey P. Las autodefensas y el paramilitarismo en Colombia (1964-2006). Revista Confines, 4 (7): 43-52. 2008.
28. Parra R. Desarrollo rural, clave para la paz en Colombia. CIAT. 2013. Disponibles En: <http://dapa.ciat.cgiar.org/politicas-de-desarrollo-rural-claves-para-la-paz-en-colombia/>
29. PNUD (Programa de la Naciones Unidas para el Desarrollo). Documento de discusión nacional acerca de los asuntos claves en el análisis del sector agricultura (Mitigación). 2012. Disponible En: <http://www.pnud.org.co/>
30. URT (Unidad de Restitución de Tierras). Informe final de gestión – Plan de acción a 31 de Diciembre de 2015. 53 p. 2015. Disponible En: <https://www.restituciondetierras.gov.co/documents/10184/447616/GI-FO-08+INFORME+DE+GESTION+TRIMESTRAL+V2.1.pdf/70384f74-b8ea-4301-9d51-40b935d2d4ca>

Captura de Carbono en sistemas pastoriles establecidos en Colombia

Carbon sequestration in pastoral systems established in Colombia

Latriglia Castro Leslie Xiomara¹ y Vera Oyola César²

¹I.A. Universidad de los Llanos y

²I.A. Docente Universidad de los Llanos

cvera@unillanos.edu.co

Recibido 12 de Diciembre 2013, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

En la zona de la altillanura Colombiana se ha observado un alto potencial para la recuperación de áreas degradadas, captura y almacenamiento de carbono (C), puesto que existen grandes extensiones de sistemas pastoriles, por tanto se podría implementar proyectos que conlleven a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), particularmente de dióxido de carbono (CO₂), lo cual podría ser similar al de algunos ecosistemas de bosque nativo secundario. Su difusión tiene como fin contribuir a la reflexión sobre los riesgos ambientales en que se podría incurrir al transformar un ecosistema natural de pastizales como los Llanos Orientales de Colombia. Inicialmente se realiza una descripción generalizada de lo que es la captura de carbono, ciclo de carbono, el cambio climático y gases de efecto invernadero, protocolo de Kyoto, sistema pastoriles con sumidero de carbono, parámetros que se determinan en la captura de carbono, producción primaria neta aérea y subterránea, la retención y acumulación de C en suelos bajo pastos de gramíneas introducidas. También se realiza una identificación de las condiciones agroecológicas y socioeconómicas más relevantes de la altillanura colombiana, que aporten la mayor cantidad de elementos sobre la oferta que le brinda esta subregión a la captura de carbono, en factores como suelos, clima, infraestructuras y recursos humanos, realizando un análisis comparativo entre los requerimientos agroclimatológicos y la captura de carbono como sistema productivo, donde se establecen las principales oportunidades y fortalezas del tema. Se concluye que la generación de forrajes

adaptados a suelos marginales es clave para maximizar los beneficios de las pasturas mejoradas, además de incrementar el secuestro de carbono las pasturas pueden ser parte sistemas agrosilvopastoriles, con efectos positivos en el rendimiento de los cultivos y la mitigación del efecto invernadero.

Palabras clave: Captura de carbono, gases de efecto invernadero, cambio climático.

ABSTRACT

In the area of the Colombian high plains it has witnessed a high potential for recovery of degraded areas, carbon capture and storage (C), since there are large tracts of grazing systems therefore could implement projects that lead to reduction emissions of greenhouse gases (GHG), particularly carbon dioxide (CO₂), which may be similar to some secondary native forest ecosystems. Dissemination is to contribute to the reflection on the environmental risks that might be incurred to transform a natural grassland ecosystem and the eastern plains of Colombia. Initially a general description of what is carbon sequestration, the carbon cycle, climate change and greenhouse gases, Kyoto protocol, pastoral system with carbon sink parameters determined in carbon sequestration, production takes place Aerial and ground net primary, retention and accumulation of C in soils under pastures of introduced grasses. Identification of the most important agro-ecological and socio-economic conditions of the Colombian high plains, which provide the largest number of items on offer that gives you the subregion to carbon sequestration in poor soils, climate, infrastructure and human resources is also made, performing a comparative analysis between the agroclimatological requirements and carbon capture and production system, where the main opportunities and strengths of the issue are set. It is concluded that the generation of fodder adapted to marginal soils is key to maximizing the benefits of improved pastures, and increase carbon sequestration pastures can be part agroforestry systems, with positive effects on crop yields and mitigation greenhouse effect.

Keywords: Carbon capture, greenhouse gases, climate change.

RESUMO

Na área das altas planícies colombianas que tem testemunhado um grande potencial para recuperação de áreas degradadas, de captura e armazenamento de carbono (C), uma vez que existem grandes extensões de sistemas de pastejo, portanto, poderia implementar projetos que levam à redução as emissões de gases de efeito estufa (GEE), em particular o dióxido de carbono (CO₂), que pode ser semelhante a alguns ecossistemas de florestas nativas secundárias. Divulgação é contribuir para a reflexão sobre os riscos ambientais que possam ser incorridos para transformar um ecossistema pastagem natural e as planícies orientais da Colômbia. Inicialmente uma descrição geral do que é o seqüestro de carbono, o ciclo do carbono, as alterações climáticas e gases de efeito estufa, o protocolo de Kyoto, sistema pastoral com os parâmetros de sumidouros de carbono determinadas no sequestro de carbono, a produção tem lugar aérea e terrestre rede primária, retenção e acúmulo de C em solos sob pastagens de gramíneas introduzidas. Identificação das condições agro-ecológicas e socio-económicas mais importantes das altas planícies colombianas, que fornecem o maior número de itens em oferta que lhe dá a sub-região para o sequestro de carbono em solos pobres, clima, infra-estrutura e recursos humanos também é feito , realizando uma análise comparativa entre os requisitos agroclimatológicas e captura de carbono e sistema de produção, onde as principais oportunidades e pontos fortes do problema estão definidos. Conclui-se que a geração de forrageiras adaptadas a solos marginais é fundamental para maximizar os benefícios de pastagens melhoradas, e aumentar pastagens de seqüestro de carbono pode ser sistemas agroflorestais parte, com efeitos positivos sobre a produtividade das culturas e mitigação efeito estufa.

Palavras-chave: captura de carbono, gases de efeito estufa, mudança climática.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial existe preocupación por el calentamiento de la tierra, debido a las emisiones de gases causantes del efecto invernadero, donde el dióxido de

carbono (CO₂) es el que más contribuye y el 64% de este gas es generado por el hombre, lo que demuestra su gran responsabilidad en el calentamiento global. En los últimos 150 años la concentración de CO₂ ha subido un 30% y se estima que la mayoría del aumento de las concentraciones atmosféricas proviene del uso de combustible fósiles, mientras que el 20-25% se da por el cambio del uso de la tierra (IPPC, 2000).

En América Latina durante las últimas décadas del siglo XX, los ecosistemas forestales fueron talados en alta proporción, para promover el pastoreo de ganado. A escala global desde 1950, 200 millones de hectáreas de bosque húmedo y su biodiversidad asociada se han perdido, aparentemente teniendo como causa principal, la expansión de la ganadería (FAO, 2001; Szott *et al.*, 2000). Ciesla (1996) manifiesta que estos sistemas con pasturas tradicionales mal manejadas son grandes aportantes de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) a la atmósfera.

Los sistemas agroforestales y entre ellos los silvopastoriles, son una opción apropiada para enfrentar la problemática, porque tienen el potencial de conservar los recursos naturales y la biodiversidad controlando la erosión de los suelos; por ejemplo, el carbono puede acumularse en pastos en rotación o en sistemas pastoriles (Thornley *et al.*, 1991). Las praderas naturales son un importante reservorio para el carbono, porque los gases contribuyen a la acumulación de materia orgánica del suelo (MOS) (Martínez *et al.*, 2008). Se ha demostrado que a diferencia de las gramíneas nativas, las especies africanas introducidas en las sabanas de Sudamérica incrementan la MOS y acumulan carbono en el suelo (Fisher *et al.*, 1998). Además, la mayoría de las praderas nativas o sabanas en el trópico son frecuentemente quemadas (anualmente) y poco fertilizadas. Hay autores que sugirieron que el nivel actual del carbono en el suelo puede incrementarse si cesan las quemadas y se aplica algún fertilizante, es posible que con estas simples opciones de manejo, estos pastizales tropicales, sean un reservorio mayor de carbono que lo que actualmente se pronostica (Mendieta y Rocha, 2007).

Casanova *et al.*, (2011) indican que varios factores favorecen la retención del carbono en el suelo y permiten mayores tasas de recambio y tiempos de residencia, estos incluyen, distribución por debajo de la superficie del suelo, asimilados con bajo contenido de nutrimentos, materiales ricos en lignina y ceras, inundación, bajas temperaturas, texturas arcillosas, alta saturación de bases, agregación y superficies de cargas variables. La magnitud con la cual el suelo puede ser un sumidero de carbono depende del balance entre las tasas de los procesos de adquisición y la tasa de rotura tanto de carbono residente como de carbono adquirido (FAO, 2000).

Un buen sistema agropecuario es el que secuestra más carbono del que emite (Mora, 2001), las pasturas con base en gramíneas mejoradas lo secuestran en mayor cantidad en partes profundas del perfil del suelo, generalmente debajo de la capa arable (10-15 cm), esta característica hace que el carbono esté menos expuesto a los procesos de oxidación y por lo tanto reducir su pérdida como gas invernadero (Fisher *et al.*, 1998).

EL CICLO DEL CARBONO

El carbono, elemento principal de las biomoléculas, se encuentra presente en la atmósfera en forma de CO₂, en la hidrosfera como bicarbonato y como ion carbonato, y en la litosfera en forma de rocas carbonatadas, carbón mineral o petróleo. Mediante la fotosíntesis o la quimiosíntesis, los productores primarios incorporan el carbono de la atmósfera y la hidrosfera en forma de CO₂ y lo integran en sus tejidos. A través de la cadena trófica marina y terrestre, los consumidores se alimentan de los productores y el carbono pasa a formar parte de todos los organismos vivos, que lo devuelven a la atmósfera con su respiración, o al subsuelo en forma de excrementos, o, tras su descomposición, generando rocas carbonatadas. La actividad volcánica y la utilización por el hombre de combustibles fósiles, como petróleo o carbón, devuelven también una gran cantidad de CO₂ a la atmósfera (Arana, 2001).

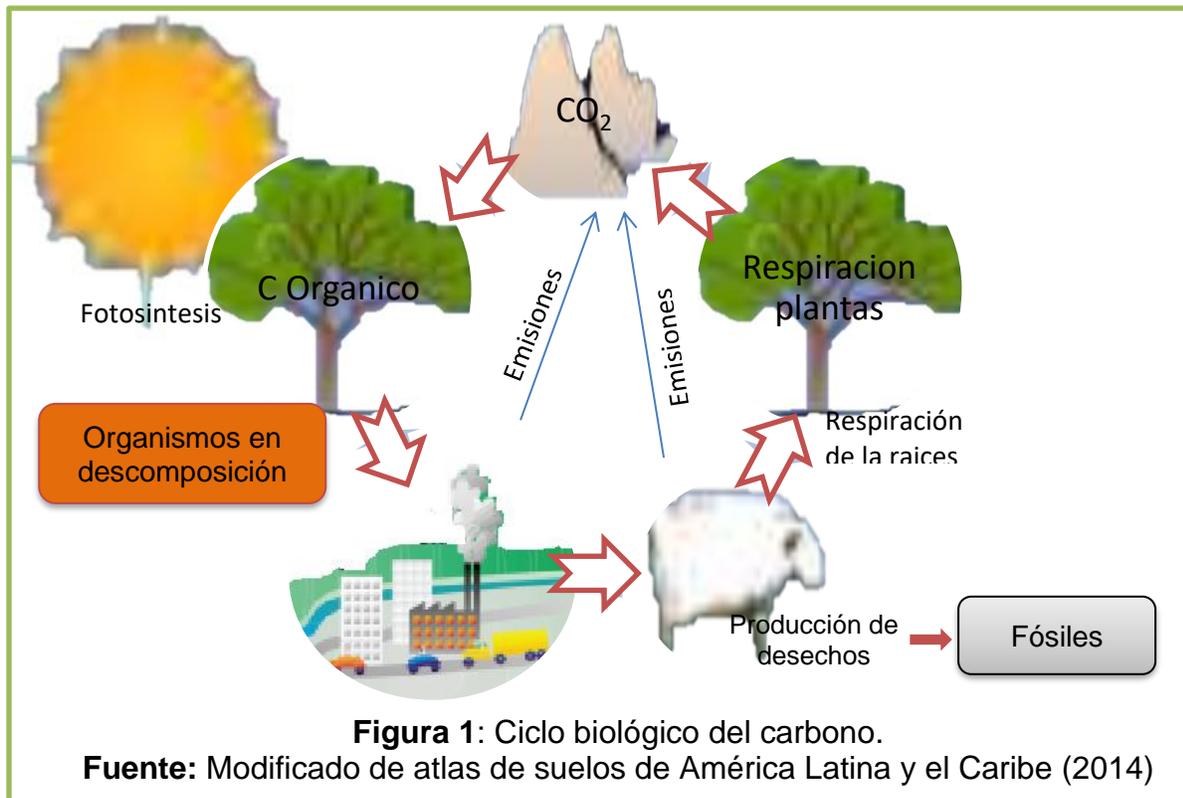
El ciclo biológico del carbono (Figura 1) es relativamente rápido: se estima que la renovación atmosférica ocurre cada 20 años. En ausencia de la influencia antropogénica, en el ciclo biológico existen tres depósitos o "stocks": terrestre (20000 Gigatonnes (Gt = 1×10^9 toneladas)), en atmósfera (750 Gt) y océanos (40000 Gt). Este ciclo desempeña un papel importante en los flujos de carbono entre los diversos depósitos, a través de los procesos de fotosíntesis y respiración, mediante el primer proceso, las plantas absorben la energía solar y el CO_2 de la atmósfera, produciendo oxígeno e hidratos de carbono, que sirven de base para su crecimiento. Los animales y vegetales utilizan los carbohidratos en el proceso de respiración, usando su energía para diferentes reacciones metabólicas para su nutrición que genera CO_2 , que junto con la descomposición orgánica que es la forma de respiración de las bacterias y hongos, devuelven el carbono, biológicamente fijado en los reservorios terrestres que son: tejidos de biota, permafrost del suelo y turba, a la atmósfera (Gallardo y Merino, 2007). Las ecuaciones químicas que rigen estos dos procesos son:

- Fotosíntesis: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 + \text{energía (luz solar)} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$
- Respiración: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (materia orgánica) + $6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 + \text{energía}$

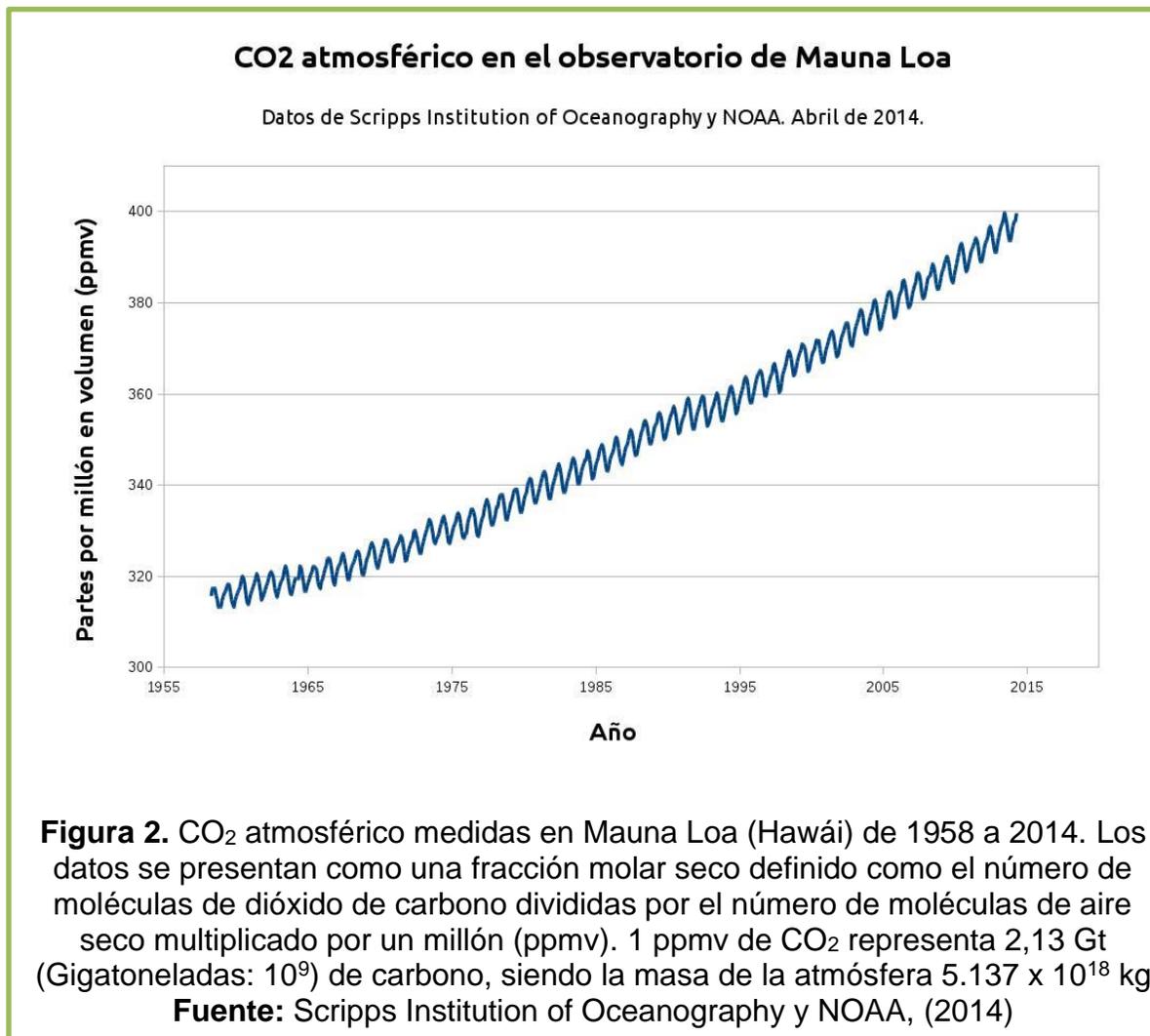
Es posible verificar que el mayor cambio entre el depósito terrestre y el atmosférico resulta de los procesos de fotosíntesis y respiración. Los días de primavera y verano, las plantas absorben luz solar y CO_2 de la atmósfera y, paralelamente, los animales, plantas y microorganismos, a través de la respiración, devuelven el CO_2 . Cuando la temperatura o la humedad son bastante bajas, por ejemplo en invierno o en los desiertos, la fotosíntesis y la respiración se reducen o cesa, así como el flujo de carbono entre la superficie terrestre y la atmósfera.

Debido a la declinación de la tierra y a la desigual distribución de la vegetación en los hemisferios, existe una flotación a lo largo del año que es visible en los diversos gráficos de variación de concentración anual del CO_2 . En 1958, el científico Charles David Keeling (oceanógrafo del Scripps Institute of Oceanography), puso en marcha una serie de experiencias en el monte Mauna

Loa, Hawaii, que le permitieron medir, con bastante precisión, la concentración de CO_2 en la atmósfera.



A pesar de que el reservorio atmosférico de carbono es el menor, cerca de 750 Gt, en comparación a los otros dos (océanos y terrestre), este depósito influye en el clima terrestre (Figura 2). Además, los flujos anuales entre la reserva atmosférica y las otras dos reservas mencionadas anteriormente, son muy sensibles a los cambios, siendo mayores los depósitos en los océanos, cincuenta veces mayor que la reversa atmosférica, además existen traspasos entre estos dos últimos stocks que a través de procesos químicos establecen un equilibrio de las concentraciones de CO_2 entre las capas superficiales de los océanos y las del aire, dependiendo su absorción de la temperatura y la cantidad de CO_2 , cuando la superficie del océano tiene bajas temperaturas potencian su absorción atmosférica, mientras que las cálidas pueden causar la emisión de CO_2 (Keeling, 1978; Lefèvre *et al.*, 2004).



El flujo de carbono entre su depósito y liberación, sin la intervención del hombre, es similar pero con una lenta variación hacia el primero, se estima que en estas condiciones cada 20 años hay una renovación total del carbono atmosférico (Bravo, 2011), donde la vida en los océanos consume grandes cantidades de CO₂, pero el ciclo entre la fotosíntesis y la respiración se desarrolla a una velocidad mayor. El *fitoplancton* es consumido por el *zooplancton* en sólo algunos días, y pequeñas cantidades de carbono son acumuladas en el fondo del mar, lo cual sucede cuando las conchas del *zooplancton*, compuestas de carbonato de calcio, se depositan en el fondo tras su muerte, se estima que el *fitoplancton* marino fija 45 Gt de C orgánico al año, de las cuales 16 son exportadas al interior del océano

(Falkowski *et al.*, 1998); otro proceso intermedio del ciclo biológico que provoca su remoción, ocurre cuando la fotosíntesis excede la respiración y, lentamente, la materia orgánica forma depósitos de sedimentos que, en ausencia de oxígeno y después de millones de años, se transforman en combustibles fósiles. Por último, los incendios son otro elemento del ciclo rápido que añaden CO₂ a la atmósfera al consumir la biomasa y materia orgánica, y al provocar la muerte de plantas que acaban por descomponerse y formar también CO₂ (Arana, 2001).

EL CARBONO EN ECOSISTEMAS

El CO₂ atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis, donde participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que la planta pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco), es por esto que los agroecosistemas acumulan carbono en cuatro grandes componentes: biomasa aérea (sobre el suelo), hojarasca, sistema radical y carbono orgánico del suelo. Durante el tiempo en que el CO₂ se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es enviado nuevamente al suelo o a la atmósfera, se considera almacenado. En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa) el CO₂ fluye para regresar al ciclo del carbono (Ortiz y Riascos, 2006).

Entre los métodos empleados para determinar la cantidad de CO₂, se encuentra el factor de conversión o fracción de carbono que al multiplicarlo por la biomasa total involucra la relación entre el peso de la molécula de CO₂ y el peso del átomo de carbono. Este factor generalmente tiene un valor de 0.5 gr de C con respecto a 1 gr de biomasa (Ortiz y Riascos, 2006).

Carbono almacenado (Ca): Hace referencia a la cantidad de carbono que se encuentra en un ecosistema vegetal, en un determinado momento, tiene en cuenta criterios como tipo de bosque o vegetación, densidad de la madera, factores de ajuste que se basan en datos de biomasa calculada a partir de volúmenes por hectárea de inventarios forestales. Generalmente, este tipo de carbono almacenado se expresa en toneladas por hectárea (ton/ha), y se paga por

conservación de bosques y no puede ser liberado a la atmosfera, si se accede a un pago por servicios ambientales (Ortiz y Riascos, 2006)

Carbono fijado (Cf): Se refiere al flujo de carbono dentro de una unidad de área cubierta con vegetación en un lapso de tiempo. Su cuantificación permite predecir el comportamiento del carbono en cualquier momento durante el crecimiento de la población, lo que depende de las características de la especie, la tasa de crecimiento y la longevidad, así como de las condiciones del sitio: clima y rotación. Se expresa en toneladas de C por hectárea al año (ton C/ha/año) (Ortiz y Riascos, 2006).

CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

El calentamiento global, es un proceso de origen antrópico, que resulta de la aceleración de un efecto natural del planeta (García, 2003), su importancia radica en las consecuencias catastróficas que está generando en todo el mundo, como el descongelamiento de los polos, incremento del nivel de mar, sequías, huracanes, tormentas, desplazamiento de áreas agrícolas, migración de enfermedades, extinción de especies, entre otras (SEMARNAT, 2009).

El efecto invernadero, es un fenómeno natural que ha permitido mantener la temperatura de la tierra en niveles constantes y apropiados, el cual ocurre, cuando la radiación solar visible penetra hasta la superficie de la tierra y la calienta, y ésta a su vez emite radiación térmica, parte de la cual es retenida por los denominados gases de efecto invernadero (GEI) entre los que se destacan: el dióxido de carbono, el metano, los clorofluorocarbonos y el óxido nitroso (Davila, 2011).

Un sistema climático es estable cuando la radiación solar absorbida está en equilibrio con la emitida por la tierra hacia el espacio, pero cuando la concentración de GEI en la atmósfera aumenta, esta armonía se rompe provocando un aumento artificial en la temperatura media global del planeta. Se estima que el GEI que más influye en el calentamiento climático mundial, es el dióxido de carbono (CO₂) y que la mayor parte de su incremento en las concentraciones atmosféricas, provienen del uso de combustibles fósiles, mientras

que el 20-25% es generado por la agricultura, explotación comercial de bosques y aumento de la oxidación de materia orgánica en los suelos (Davila, 2011).

Entre los países desarrollados que contribuyen con la mayor parte con la emisión de gases de efecto invernadero, se encuentran: Estados Unidos (EE.UU.) con un 33% del total mundial y Rusia con un 17.4%, también producen altos índices Brasil, China, India, Japón, Alemania, Reino Unido, Indonesia y Francia (Ortiz y Riascos, 2006).

Según el tercer informe del grupo I del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC sus siglas en ingles), desde finales del siglo XIX la temperatura media de la superficie terrestre ha aumentado 0.6°C y las temperaturas mínimas tienden a duplicarse por década en comparación con las máximas (0.2 y 0.1°C, respectivamente). La superficie de los hielos en el hemisferio norte desde finales de los años 60, se ha reducido entre un 10-15%, así como también se ha observado un aumento ligero (uno a dos centímetros por década) del nivel del mar a lo largo del siglo XX (IPCC, 2002).

PROTOCOLO DE KYOTO Y MERCADO DE CARBONO

El Protocolo de Kyoto (PK) es el instrumento legal a través del cual se regulan límites y reducciones de emisiones de GEI, vinculadas a los países industrializados con obligaciones ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC sus siglas en inglés). Los países industrializados se comprometieron en Kyoto a reducir sus emisiones de GEI en al menos un 5.2% con respecto al nivel de emisiones de 1990 y a evaluar resultados durante el período 2008-2013. En el PK también se establecieron los mecanismos que facilitarían el cumplimiento de las reducciones de emisiones de GEI en los países industrializados de un modo costo-efectivo propuesto por la ONU, (1998): 1) Comercio de emisiones (CE), 2) Implementación conjunta (IC) y 3) Mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

Comercio de emisiones (CE): Este mecanismo permite la transferencia de reducciones de carbono “no usadas”, entre países industrializados que tengan sus

derechos de emisión por debajo de los límites permitidos, con aquellos que han excedido sus niveles en un período de cumplimiento dado, las unidades de venta se denominan Assigned Amount Units (AAU sus siglas en inglés) (Rojas, 2011).

Implementación conjunta (IC): Como su nombre lo indica, este mecanismo permite la disminución de gases de carbono de manera conjunta entre los países participantes. En este caso, se acreditan unidades de reducción de emisiones a favor del o los países que financian proyectos de mitigación de cambio climático, sus unidades de venta se denominan Emission Reduction Units (ERU sus siglas en inglés). Un país desarrollado que tenga emisiones que superen los límites previstos por el Protocolo, puede asociarse con otro desarrollado para que en ese período cuente con emisiones por debajo de los límites, no superando los niveles sumados de ambos países (ONU, 1998).

Mecanismo de desarrollo limpio (MDL): Permite que proyectos encaminados a fijar, reducir o evitar emisiones de gases de efecto invernadero en países en desarrollo, obtengan beneficios económicos adicionales a través de la venta de Certificados de Emisiones Reducidas (CER's). Este es el único de los tres mecanismos al que pueden acceder estos países, entre ellos, los de América Latina. Este Protocolo entró en vigencia en Febrero de 2005, después de la ratificación de Rusia en Septiembre de 2004, con un total de 127 países que suman el 61.6% de la emisión global. Con la aprobación del PK, en la tercera conferencia de las partes en 1997, se sentaron las bases para desarrollar el mercado del carbono a nivel internacional (Rojas, 2011).

Este mercado, es un conjunto de transacciones donde se intercambian cantidades de reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero. Según Eguren, (2004) América Latina se ha convertido en la región de países en desarrollo más activa en este mercado emergente, con alrededor de US\$210.6 millones de créditos de carbono en negociación en el marco del MDL, basada en la convicción de que puede significar una herramienta útil para promover el desarrollo sostenible de la región. Aunque el valor de estos certificados aún no es claro en este mercado, se pueden distinguir dos grandes escenarios en donde se están

negociando, uno definido por las transacciones de carbono que buscan cumplir con el marco establecido por el Protocolo de Kyoto y otro, por las iniciativas paralelas de comercio fuera del protocolo, como son las iniciativas voluntarias de restricción de emisiones y las decisiones federales y estatales de EE.UU. para mitigar GEI, país que no hace parte del Protocolo de Kyoto (Eguren, 2004).

SISTEMAS PASTORILES SUMIDERO DE CARBONO

Las zonas de pastoreo están incluidas en el Artículo 3.4 del protocolo de Kyoto y, como los bosques, juegan un papel importante en el secuestro de carbono, en primer lugar, según la FAO, (2002) ocupan 3.200 millones de hectáreas y almacenan entre 200 y 420 ton de carbono en el ecosistema total, gran parte debajo de la superficie y en un estado relativamente estable. El carbono del suelo en pastizales es estimado en 70 ton/ha, cifra similar al de suelos forestales. Se debe tener en cuenta que muchas áreas de pastoreo en las zonas tropicales y áridas son mal manejadas y están degradadas; y por lo tanto, ofrecen varias posibilidades de secuestro de carbono tanto en la incorporación a la estructura química de la biomasa aérea, como en la hojarasca, o en el sistema radicular y materia orgánica del suelo (Céspedes *et al.*, 2012).

DIFERENCIAS ENTRE LAS ESPECIES DE GRAMÍNEAS TROPICALES

Pastos *Brachiaria decumbens* cerca a Brasilia han mostrado poca o ninguna acumulación de carbono, mientras que *B. decumbens* solo y en asociación con la leguminosa *Pueraria phaseoloides* en Carimagua han almacenado adicionalmente 25.6 y 34.1 ton/ha de carbono respectivamente (Fisher *et al.*, 1998). Especulando sobre el porqué de las diferencias, Thomas y Asakawa, (1993) sugieren que la calidad de la hojarasca que afecta las tasas y patrones de descomposición podría ser la responsable esto. El material de *B. decumbens* tiene una proporción de C:N de 88 comparado con 130, 126 y 117 de *A. gayanus*, *B. dictyoneura* y *B. humidicola*, respectivamente. Por otro lado, esta proporción en las raíces varía entre 159 y 224, además las interacciones entre el clima y el suelo también pueden ser otros factores que influye en estas diferencias.

ZONAS DE CULTIVO

El desarrollo de la agricultura ha implicado una gran pérdida de materia orgánica del suelo, hay diferentes prácticas de manejo que pueden ser usadas para aumentar el contenido de la materia orgánica del suelo tales como: incremento de productividad y biomasa, variedades, fertilización e irrigación. Las fuentes de materia orgánica también incluyen residuos, compost y cultivos de cobertura. Las principales formas de obtener un incremento de materia orgánica en suelo, son las que están asociadas a la agricultura de conservación, labranza mínima o cero y el uso de una cobertura vegetal continua y protectora formada por materiales vegetales vivos o muertos sobre la superficie del suelo (FAO, 2002).

Las praderas ocupan alrededor de un quinto del área terrestre mundial, cerca de 3.4 billones de hectáreas (B ha) (FAO, 1993), principalmente están en áreas que han sido clasificadas en términos del potencial para el uso del suelo entre bajo o cero, cerca de 1.5 B ha o 44% de las praderas están en el trópico y cerca de la mitad (0.7 B ha) se consideran praderas mejorables (PNUMA, 2012).

Houghton, (1995) estimó que el contenido de carbono en la vegetación y el suelo en las praderas tropicales era de 16 y 48 ton/ha respectivamente, mientras que Fisher *et al.*, (1998) consideraron que los valores de Houghton, (1995) eran 1.5 y 5 veces menos que las cantidades de carbono que ellos midieron en el suelo a un metro de profundidad, en los Llanos Orientales de Colombia.

Las sabanas, los bosques y las praderas tropicales ocupan al menos un 11.5% de la superficie terrestre total, la fijación neta de carbono gramínea-árbol es cerca de 7.6 petagramos al año (Pg/año; 1 Pg = mil millones de toneladas), aproximadamente la mitad de la acumulada anualmente en bosques, lo que es principalmente controlado por la disponibilidad de agua, nutrientes, composición y estructura de la vegetación (PNUMA, 2012). El almacenamiento total en las praderas, sabanas y bosques tropicales es cerca de 135 Pg, del cual el 80% está en el suelo (Amézquita *et al.*, 2013).

AUMENTO DEL SECUESTRO DE CARBONO

Existen varias formas para implementar el secuestro de carbono, en las que se considera los componentes del suelo, planta y los sistemas de manejo; entre otras alternativas a continuación se relaciona cinco opciones:

1. Introducción de leguminosas forrajeras para mejorar el suministro de nitrógeno.

Fisher *et al.*, (1998) indicaron que la cantidad de carbono acumulado en pastos de gramíneas solas era marcadamente constante en 3 ton ha/año y sugirieron que el proceso era limitado en su tasa de incremento, como la adición de un componente leguminoso al pasto la elevaba de 2.5 hasta casi 5 veces, concluyeron que el proceso se limitaba por deficiencia de nitrógeno, sin embargo, si hay un valor de equilibrio para la máxima cantidad de carbono que un suelo puede secuestrar (Davidson *et al.*, 1995), significa que para aumentar la tasa de acumulación de carbono, este valor se debe alcanzar rápidamente, pero aún no se sabe cuál podría ser esa cifra, ni qué mecanismos controla el proceso de aumento en el almacenamiento de carbono. Los mismos argumentos podrían ser ciertos para otras opciones que aumenten el suministro de nitrógeno en los pastos puros de gramíneas, como por ejemplo, modestas aplicaciones de fertilizantes nitrogenados o la búsqueda de medios para incrementar la fijación asociativa de nitrógeno (Fisher *et al.*, 1998).

2. Suelos mal drenados

Los suelos en estas condiciones tienen un alto contenido de materia orgánica en comparación con los bien drenados, existen grandes áreas de este tipo de suelos en las sabanas de Colombia y Venezuela, pero no hay posibilidades económicas para mejorar sus drenajes, puesto que son inundados durante gran parte de la estación lluviosa. Si se logran encontrar gramíneas y leguminosas tropicales que puedan adaptarse al exceso de humedad, la productividad neta de estos suelos podría aumentar, como también contribuir sustancialmente al secuestro de carbono (FAO, 2000; CORPOICA, 2014).

3. Macrofauna del suelo

Los pastos usualmente tienen mayor población de invertebrados comparados con otras formas de uso del suelo (Lavelle *et al.*, 1994). En la altillanura colombiana, los pastos introducidos de gramíneas en monocultivo y en asociación con leguminosas tienen cinco y diez veces más peso vivo, proveniente de la macrofauna del suelo, hasta 60 g/m², (Decaens *et al.*, 1995) que la sabana nativa. Las lombrices de tierra dominan la fauna del suelo y pueden ingerir diariamente diez veces el peso de su cuerpo. A partir de esto, Fisher *et al.*, (1998) concluyeron que en tres años una masa de 60 g m² tiene el potencial para pasar el volumen total de suelo en 0.5 m de profundidad.

Las poblaciones de lombrices de tierra deben tener un considerable impacto en los procesos de movimiento de carbono desde la superficie hasta mayores profundidades, aunque no se sabe si ellas son el principal vehículo o si existen otros procesos involucrados, se sabe que los excrementos de las lombrices de tierra tienen propiedades diferentes a las del suelo, como mayor estabilidad de agregados debido a la cementación de las partículas (Gugenberger *et al.*, 1996). Tampoco se conoce el costo de carbono para mantener una población grande de macrofauna, ni los beneficios que ellas traen en términos de mejoramiento del suelo.

4. Manejo del pastoreo

Los datos sobre la influencia del manejo del pastoreo sobre la acumulación del carbono orgánico del suelo (COS) son inconsistentes (Manley *et al.*, 1995), puesto que hay pocos datos porque la mayoría de los estudios de pastoreo se han enfocado en la producción de forraje y uso en la alimentación animal, con poca atención en el impacto sobre el recurso suelo (Fisher *et al.*, 1998). Es claro que las prácticas de manejo que conllevan a una degradación del pasto reducen el COS, por lo tanto se necesita indicadores para integrar los factores involucrados en la respuesta de la materia orgánica del suelo (MOS) al pastoreo: tipo de suelo, estado fisiológico del pasto y nivel de nutrientes, un buen ejemplo de esto pasto

desarrollado puede mejorar el crecimiento, productividad y senescencia en términos de una simple medición de altura en el pasto (Hodgson, 1990). Para optimizar la acumulación neta de COS la determinación del estado fisiológico del pasto puede unirse al concepto de Spain *et al.*, (1995) que definen manejo de los forrajes debe darse en un "pastoreo flexible" porque puede asegurar la sostenibilidad de la producción, ya se están dando los primeros en pastos tropicales lo que requiere de mucha más investigación (Fisher *et al.*, 1998).

5. Manejo de fertilizantes

Aunque fuera factible la aplicación de fertilizantes nitrogenados a los pastos tropicales para asegurar su sostenibilidad, existe un costo de carbono en la elaboración de la mayoría de ellos, si bien el uso de estos en pastos establecidos en las sabanas neotropicales es muy limitado, en sistemas agropastoriles mixtos las gramíneas hacen uso del fertilizante residual aplicado a los cultivos, los cuales necesitan mayores niveles de fertilidad (Faria, 2006). En contexto, es el cultivo -no el pasto- el que financia el costo económico y ambiental, por lo tanto, en sistemas agropastoriles, el uso de fertilizantes para aumentar la producción agrícola y la acumulación de carbono puede ser económicamente viable y constituir una situación de doble ganancia.

LA RETENCIÓN DE CARBONO EN EL SUELO

Los tiempos largos de recambio de carbono en el suelo son favorecidos por materiales deficientes en nutrientes y ricos en lignina y ceras, inundaciones, bajas temperaturas, texturas arcillosas, alto nivel de bases, agregación y superficies de cargas variables. Los tiempos cortos de recambio son favorecidos por materiales ricos en nutrientes y carbohidratos, aireación, altas temperaturas, texturas arenosas, acidez y superficies de cargas bajas (Zapata, 2006). La magnitud con la cual un suelo puede ser un reservorio continuo de carbono depende del balance entre las tasas de los procesos de adquisición y de degradación, tanto del carbono residente como del recientemente adquirido, poco se conoce acerca de estos

procesos, especialmente en los suelos ácidos de las sabanas tropicales (Fisher *et al.*, 1998).

Fisher *et al.*, (1994) reportaron que las gramíneas africanas introducidas en las sabanas de Colombia acumulan carbono orgánico en el suelo, esto fue obtenido en pastos de *Andropogon gayanus* (Ag), *Brachiaria humidicola* (Bh) y *Brachiaria dictyoneura* (Bd) en dos sitios de la altillanura colombiana y fueron comparados con sabanas nativas adyacentes. La distribución de carbono en el suelo a diferentes profundidades en los tres pastos introducidos, de los cuales uno tenía la leguminosa forrajera *Arachis pintoii* en asociación, donde fueron medidas grandes de carbono (17.9 kg C/m²) en comparación con las gramíneas introducidas y sabana nativa, las cuales adicionaron una cantidad total de COS, entre 0 y 80 cm de profundidad, de 12.6 y 14.7 kg C/m² respectivamente. Es importante indicar que más del 75% del carbono adicional fue encontrado por debajo de la capa arable a 20 cm de profundidad, por lo tanto, Fisher *et al.*, (1994) concluyeron que este carbono debería ser menos propenso a la oxidación y a la pérdida durante cualquier fase de cultivo que se llevara a cabo en sistemas integrados de cultivos y pastos, puesto que deberían ser capaces de soportar rotaciones con cultivos anuales (Figura 3).

El carbono acumulado en el suelo debe originarse del carbono fijado por el pasto, es decir, debe venir de la productividad primaria neta (PPN) del pasto. Por lo tanto, es apropiado determinar la PPN de los pastos de la altillanura Colombiana, que a diferencia de los cultivos anuales de ciclo corto que tienen un desarrollo sincronizado y pasan por etapas de crecimiento bien definidas, mientras los forrajes tienen un ciclo de iniciación continuo, crecimiento y muerte de unidades individuales (vástagos en gramíneas y ramas en leguminosas). A medida que el volumen acumulado del forraje en un pasto aumenta, la tasa de senescencia y mortalidad de las unidades más viejas aumenta hasta que finalmente se igualan con las tasas de iniciación de las nuevas unidades, lo que comúnmente se conoce como producción máxima.

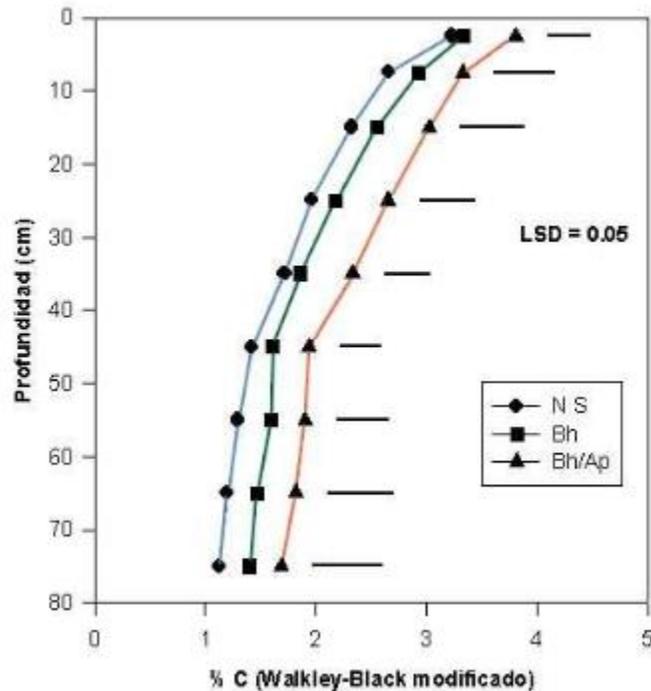


Figura 3. La distribución de C orgánico en el suelo por profundidad por forrajes introducidos de la gramínea *Brachiaria humidicola* monocultivo (Bh) y asociada con la leguminosa *Arachis pintoi* (Bh/Ap) contrastado con la sabana nativa (NS) en el los llanos orientales de Colombia.

Fuente: Fisher *et al.*, (1994)

Fisher *et al.*, (1998) calcularon que la PPN aérea de *Andropogon gayanus* en Santander de Quilichao, Colombia, era de 17 g/m²/d la cual continúa durante los 250 días de la etapa de crecimiento en Carimagua (precipitación anual 2.140 mm y altas temperaturas todo el año) la PPN de *A. gayanus* debería ser de 4.3 kg/m. En relación con la medición de la producción y longitud de raíces de pastos bajo pastoreo Rao *et al.*, (1996) demostraron que el recambio de esta parte tiene la misma tasa que la del material aéreo, y aplicaron esto, para la máxima medida de producción de raíces. Además, Fisher *et al.*, (1998) calcularon la cantidad anual de hojarasca y excrementos que retornan al suelo en 3.35-4.05 kg/m², dependiendo del nivel de utilización (usualmente no sobrepasa un 20 o 30%) que equivale a 1.3-1.6 kg C/m/año, asumiendo que la materia seca tiene un 40% de carbono. También afirmaron que si la PPN de las raíces es la misma que la de la parte aérea, las entradas de carbono total en una gramínea o leguminosa bajo pastoreo están entre 2.6 a 3.2 kg C/m²/año.

ANÁLISIS

Las gramíneas responsables del secuestro de carbono medido por Fisher *et al.*, (1994) son tan solo dos (*A. gayanus* y *B. humidicola*), sin embargo, están representadas por pocos gramos de semilla y un número pequeño de plantas individuales, por esta razón es importante la estimación directa de su potencial para el secuestro del carbono en los suelos, pero, ¿cuáles serían los criterios para seleccionar plantas con la capacidad para secuestrar carbono?, ¿sería satisfactorio seleccionar especies con una alta PPN y al mismo tiempo con proporciones amplias de C:N en la hojarasca aérea y en las raíces?. No se puede afirmar nada con certeza hasta que no se conozca más acerca de los procesos.

Se podría pensar que en los pastos introducidos en las praderas tropicales generará un nuevo equilibrio de la MOS en 20 años, si esto es así, ¿cuál es el nuevo equilibrio y qué lo controlará?, ¿cuál será el efecto de las altas proporciones de C:N que Fisher *et al.*, (1994) midieron en los pastos introducidos en las sabanas de Sudamérica?.

La razón por la que los pastos naturales son quemados es para que el forraje joven esté disponible más rápidamente para los animales en pastoreo. Aunque hay evidencias de que la ventaja es más aparente que real, ¿se podría convencer a los agricultores para que cambien sus prácticas tradicionales de manejo?, si se demostrara a los gobiernos que esto es cierto, ¿ayudaría a que sus compromisos en el marco de trabajo de la Convención sobre el Cambio Climático se logre?, ¿cuáles son las posibilidades para la negociación de servicios internacionales ecológicos y para que los agricultores sean subsidiados para adoptar prácticas de manejo que aumenten el secuestro de carbono en el suelo?

La PPN de los forrajes tropicales ha sido subestimada, al igual que el potencial de los pastos establecidos en el trópico para secuestrar carbono en el suelo, se ha identificado un número de problemas no resueltos que necesitan una mayor investigación. Además, hay problemas más amplios que requieren debatirse y pensarse mejor, por ejemplo, si los países no adscritos al protocolo de Kyoto

quieren beneficiarse de los reservorios como el carbono del suelo, deberán presionar tan fuerte como sea posible para cambiar las definiciones del MDL en el Artículo 12 del PK.

Por lo anterior, con base en las revisiones realizadas y los análisis respectivos, se realizó una matriz DOFA, con el fin de identificar acciones viables que determinen la posibilidad de la captura de carbono en forrajes como una alternativa productiva para la altillanura colombiana en el departamento del Meta (Tabla 1).

Tabla 1. Matriz DOFA, de la captura de carbono en forrajes como una alternativa productiva para la altillanura colombiana en el departamento del Meta

Debilidades	Oportunidades
Se tiene poco conocimiento en el Departamento sobre la captura de carbono como una alternativa productiva.	Las condiciones agroecológicas y socioeconómicas favorables de las pasturas en la captura de carbono.
Falta de conocimiento en el comportamiento del carbono en las condiciones de la altillanura.	Las pasturas pueden ser un gran sumidero de CO ₂ a través de la acumulación de C en la MO y en la biomasa viva de las plantas.
Poco apoyo económico por parte del estado a la investigación e incentivos de nuevas alternativas productivas.	Constante generación de empleo durante el establecimiento de las pasturas y su estimación de carbono.
Ausencia de industria en la región capaz de procesar la semilla sin deteriorar su calidad o características organolépticas.	Las distintas industrias interesadas en la captura de carbono como alternativa a la mitigación del cambio climático
Fortalezas	Amenazas
Sus características físico-químicas y contenidos materia orgánica inigualables por las pasturas.	El apoyo del gobierno a especies con potencial para la elaboración de biocombustibles y no a incentivar la implementación de alternativas que contribuyan a la mitigación del cambio climático.
El establecimiento de las praderas, lo que genera constantes ingresos para los ganaderos	Poca industria en la región capaz de transformar y dar un valor agregado a las pasturas establecidas sin deteriorar su calidad.
La alta producción ganadera con que se cuenta en el departamento, permitiendo utilizar las praderas como reservorios de carbono.	Poca aceptación de por parte de la comunidad de la altillanura debido al desconocimiento del manejo, rentabilidad, beneficios, usos y demanda de la captura de carbono a nivel nacional y mundial

CONCLUSIONES

En sistemas pastoriles mixtos los pastos hacen uso del fertilizante residual aplicado a los cultivos, los cuales necesitan mayores niveles de fertilidad que los pastos, por lo tanto es el cultivo, no el pasto el que paga el costo económico y ambiental, en consecuencia los sistemas agropastoriles, que usan fertilizantes para aumentar la producción agrícola y la acumulación de carbono podrían ser económicamente viables al constituir una situación de doble ganancia.

La generación de forrajes adaptados a suelos marginales es clave para maximizar los beneficios de las pasturas mejoradas, además de incrementar el secuestro de carbono las pasturas pueden ser parte de sistemas de labranza mínima y de sistemas agrosilvopastoriles, con efectos positivos en el rendimiento de los cultivos y la mitigación del efecto invernadero. Existen vacíos de conocimiento sobre el mecanismo de captura a largo plazo de carbono especialmente en las capas profundas del suelo, además la introducción de árboles puede mejorar aún más el secuestro de carbono.

Las pasturas bien manejadas pueden acumular carbono de forma similar a los bosques especialmente cuando se incluyen árboles, por lo tanto las mejores oportunidades de mitigación están en la recuperación de las pasturas degradadas y el manejo de los suelos orgánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amézquita E, Rao I, Rivera M, Corrales I, Bernal J (eds). Sistemas Agropastoriles: Un enfoque integrado para el manejo sostenible de oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) de Colombia y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Cali, Colombia, 288 p. 2013.
2. Arana, F. El mundo de la ecología. Editorial Océano. España. 2001.
3. Bravo, E. El sol bajo las patas de los caballos. Derechos de la naturaleza y geoingeniería, 2 p. 2011. Disponible En: <http://www.grain.org/es/article/entries/4336-el-sol-bajo-las-patas-de-los-caballos-derechos-de-la-naturaleza-y-geoingenieria>
4. Buringh P, Dudal R. Agricultural land use in space and time. En: M.G. Wolman and F.G.A. Fournier (eds) Land transformations in agriculture. Scope 32, J. Wiley & Sons Inc. Inglaterra. 1987.
5. Cárdenas E, Bustamante A, Espitia F, Páez A. Productividad en materia seca y captura de carbono en un sistema silvopastoril y un sistema tradicional en cinco

- fincas ganaderas de piedemonte en el departamento de Casanare. *Red Med Vet*, 24: 51-57. 2012.
6. Casanova F, Petit J, Solorio J. Los sistemas agroforestales como alternativa de la captura de carbono en el trópico mexicano. *Rev. Chapingo*, 17 (1): 133-143. 2011.
 7. Céspedes F, Fernández J, Gobbi J, Bernardis A. Reservorio de carbono en suelo y raíces de un pastizal y una pradera bajo pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35 (1): 79-86. 2012.
 8. Ciesla WM. Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. *Estudio FAO Montes N. 126*. 147 p. 1996.
 9. CORPOICA. Sistema de apoyo a la toma de decisiones para la selección de especies forrajeras (STDF), Versión 4.0. 19 p. 2014.
 10. Davidson EA, Nepstad DC, Klink C, Trumbore SE. Pasture soils as carbon sink. *Revista Nature*, 376 (6540): 472-473. 1995.
 11. Davila HA. Estimación de la cantidad de carbono almacenado en los sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) en los departamentos de Suchitepquez y Retalhuleu del suroccidente de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 90 p. 2011.
 12. Decaens T, Lavelle P, Jean J, Escobar G, Rippstein G. Impact of land management on soil macrofauna in the Oriental Llanos of Colombia. *Rev Eur J Soil Biol.* 30: 157-168. 1994.
 13. Euguren L. El mercado del carbono en América y el Caribe: balance y perspectivas. Naciones Unidas, CEPAL, División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile, 83 p. 2004.
 14. Falkowski PG, Baber RT, Smetacek. Biochemical controls and feedbacks on ocean primary production, *Science magazine*, 281: 200. 1998. Disponible En: <http://academic.engr.arizona.edu/HWR/Brooks/GC572-2004/readings/falkowski.pdf>
 15. FAO (Food Agricultural Organization). FAO yearbook-production. FAO Statistics Series Vol. 46, N. 112. Italia. 1993.
 16. FAO (Food Agricultural Organization, Roma). Sistema de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂. *Informes sobre recursos mundiales de los suelos*. 98 p. 2000.
 17. FAO (Food Agricultural Organization, EMBRAPA). Protección de los recursos naturales en sistemas ganaderos: Los sistemas agroforestales pecuarios en América Latina. Consulta de expertos FAO. (18-22 septiembre de 2000. Juiz de Flora, MG, Brasil). 2001.
 18. FAO (Food Agricultural Organization). Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. *Informes sobre recursos mundiales de suelos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Vol. 96. 70 p. 2002.
 19. Faría J. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería doble propósito. X Seminario de pastos y forrajes, Maracaibo, Venezuela. 9 p. 2006.
 20. Fisher MJ, Rao IM, Ayarza MA, Lascano CE, Sanz JI, Thomas RJ, Vera RR. Carbon storage by introduced deep-rooted grasses in the South American savannas. *Revista Nature*. 371: 236-238. 1994.
 21. Fisher MJ, Thomas RJ, Rao IM. Management of tropical pastures in acid-soil savannas of South America for carbon sequestration in the soil. *En: Management of Carbon Sequestration in Soil. Advances in Soil Science Series*. Boca Raton, Florida, Estados Unidos, CRC Press, p. 405-420. 1998.
 22. Gallardo JF, Merino A. El ciclo del carbono y la dinámica de los sistemas forestales. En: El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. p 43-64. 2007.

23. García J. Análisis del potencial de emisión de dióxido de carbono del páramo de Chingaza y lineamientos para su conservación en el contexto del mecanismo de desarrollo limpio. Tesis de Grado Ecólogo, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Estudios Ambientales y Rurales, 110 p. 2003.
24. Greenland DJ. Land use and soil carbon in different agroecological zones. En: Soil management and greenhouse effect. Advances in Soil Science Series. Lewis Pubs. Estados Unidos. p 9-24. 1995.
25. Guggenberger G, Thomas RJ, Zech W. Soil organic matter within earthworm casts of an anecic-endogeic tropical pasture community. Publicación de Appl. Soil Ecol. 1996.
26. Hodgson J. Grazing Management: Science into Practice. Longman Scientific & Technical. Inglaterra. 1990.
27. Houghton RA. Changes in the storage of terrestrial carbon since 1850. En: Soils and global change. Advances in Soil Science series. Lewis Pubs. Estados Unidos. 1995.
28. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC). Land use, land-use change, and forestry special report. Cambridge University Press, 377 p. 2000.
29. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPPC). Cambio climático y biodiversidad. Documento técnico V del IPCC, 85 p. 1995.
30. Keeling, C D. The influence of mauna loa observatory on the development of atmospheric CO₂ research". In Mauna Loa Observatory: A 20th Anniversary Report. National Oceanic and Atmospheric Administration Special Report, September 1978, edited by John Miller, p 36-54. Boulder, CO: NOAA Environmental Research Laboratories. 1978.
31. Lavelle P, Gilot C, Fragoso C, Pashanasi B. Soil fauna and sustainable land use in the humid tropics. En: Soil resilience and sustainable land use. CAB International, Wallingford. 1994.
32. Lefèvre N, Watson A, Olsen A, Rios AF, Pérez F, Johannessen T. A decrease in the sink for atmospheric CO₂ in the North Atlantic, Geophysical Research Letters., 31, L07306, 2004. doi:10.1029/2003GL018957.
33. Long SP, Jones MB, Roberts MJ. Primary Productivity of Grass Ecosystems of the Tropics and Sub-tropics. Chapman and Hall. Estados Unidos. 1992.
34. Manley J.T., G.E. Schuman, J.D. Reeder, Hart R.H. Rangeland soil carbon and nitrogen responses to grazing. Revista J. Soil and Water Cons., 50: 294-298. 1995.
35. Martínez E, Fuentes JP, Acevedo EH. Carbono orgánico y propiedades del suelo. R.C. Cuelo Nutr. Veg., 8 (1): 68-96. 2008.
36. Mendieta M, Rocha LR. Sistemas Agroforestales. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 115 p. 2007.
37. Mora, V. Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 92 p. 2001.
38. Pearson CJ, Ison R. Agronomy of grassland systems. Cambridge University Press. Inglaterra. 1987.
39. PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. GEO 5, Perspectivas de medio ambiente mundial. Editora Novo Art SA, Panama, 528 p. 2012.
40. Oades JM. The retention of organic matter in soils. Revista Biogeochem. 5: 35 -70. 1998.
41. Organización de Naciones Unidas. Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. 24 p. 1998.
42. Ortiz AG, Riascos LD. Almacenamiento y fijación de carbono del sistema agroforestal cacao Theobroma cacao L y Laurel Cordia alliodora (Ruiz & Pavón) oken en la reserva indígena de Talamanca, Costa Rica. Trabajo de grado Ingeniero Agroforestal,

- Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agroforestal, 111 p. 2006.
43. Rao IM, Ayarza MA, Herrera P. Root distribution and production in native and introduced pastures in the South American savannas. En: Proceedings of the 5th Symposium of International Society of Root Research. Kluwer Academic Publishers. Holanda. 1996.
 44. Rojas JP. La compensación de emisiones y los mercados de carbono. Éxito empresarial, 145: 1-4. 2011. Disponible En: http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_145_140411_es.pdf
 45. Scholes RJ, Hall DO. The carbon budget of tropical savannas, woodlands and grasslands. En: Global change: effect of coniferous forests and grasslands. SCOPE, 56: 69-100. 1995.
 46. Scripps Institution of Oceanography y National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Monthly mean atmospheric carbon dioxide at Mauna Loa Observatory, Hawaii. 2014.
 47. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México, 81 p. 2009.
 48. Spain J, Pereira JM, Gualdrón R. A flexible grazing management system proposed for the advanced evaluation of associations of tropical grasses and legumes. Proc. 15th Int. Grassl. Cong., Kyoto. Japón, 1995.
 49. Szott L.; Ibrahim M.; Beer J. The hamburger connection hangover: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE. 71 p. 2000.
 50. Thomas RJ Asakawa NM. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. *Rev Soil Biol. Biochem*, 25: 1351-1361. 1993.
 51. Thomas RJ, Fisher MJ, Ayarza MA, Sanz JI. The role of forage grasses and legumes in maintaining the productivity of acid soils in Latin America. En: Soil Management: Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality. Advances in Soil Science Series. Lewis Pubs. Estados Unidos. 1995.
 52. Thornely JHM, Fowler D., Cannell MGR. Terrestrial carbon storage resulting from CO₂ and nitrogen fertilization in temperate grasslands. *Rev Pl. Cell Environ*, 14 (9): 1007-1011. 1991.
 53. Villanueva C, Ibrahim M, Torres K, Torres M. Planificación agroecológica de fincas ganaderas: La experiencia de la subcuenca Copán, Honduras. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica, 36 p. 2008.
 54. Zapata R. Química de los procesos pedogenéticos. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 358 p. 2006.

Uso de *Cratylia argentea* en la zona tropical de Colombia

Use of *Cratylia argentea* in the tropical zone of Colombia

Plazas Borrero Camilo Hernando¹

¹MVZ. Esp. MSc. Docente Universidad de los Llanos

cplazasb@unillanos.edu.co

Recibido 08 de Septiembre 2014, Aceptado 10 de Abril 2015

RESUMEN

La alimentación de vacas lecheras en sistemas doble propósito en los Llanos orientales de Colombia, se basa principalmente en pasturas de *Brachiaria*, las cuales se encuentran en diferentes estados de degradación. Una limitación tanto en época de lluvia como sequía es el bajo contenido de proteína en el forraje lo cual determina la baja producción de leche y necesidad de suplementar durante la época seca con concentrado si se quiere mantener la producción, en consecuencia, la eficiencia biológica y económica de estos sistemas es baja, lo cual afecta negativamente los ingresos y competitividad de los productores de carne y leche. Para contribuir a mejorar los recursos alimenticios en pequeñas fincas lecheras, se ha llevado a cabo varios proyectos para validar y promover el uso de *Cratylia argentea* (veranera). En un primer proyecto se seleccionaron 14 fincas cuya actividad principal era la producción de leche, con la participación activa de los productores se establecieron 11.8 ha, de las cuales 6.5 fueron destinadas para corte y acarreo, 3 para ramoneo y 2.26 para producción de semillas. En forma paralela, se realizaron trabajos de uso de *Cratylia* en el “Centro de Investigaciones La libertad”; Colonia penal de Acacias, además se establecieron 2 ha en la finca Santana situada en la altillanura plana, 20 ha en ocho colegios agropecuarios de la región y varios lotes de producción de semillas con destino al fomento de la veranera entre productores. Además, se realizó el ejercicio de la creación de la Red Nacional de Productores de *Cratylia*, que tuvo sus ensayos en diferentes zonas agroecológicas del país. Tanto en las fincas como en los colegios, los productores aportaron la mano de obra necesaria para el

establecimiento y el mantenimiento del cultivo. En la época lluviosa la producción de veranera en las fincas fue, en promedio, de 3.34 ton/ha de materia seca (MS) con un 66% de hoja y una altura de planta de 137 cm. Durante el periodo seco la producción fue de 0.59 ton/ha de MS con 52% de hoja y una altura de 112 cm. El contenido de proteína cruda (PC) de veranera durante la época seca fue, en promedio 21.67%, mientras que en la gramínea acompañante fue de 6.52%. Los rendimientos de semillas limpia en lotes establecidos en siete fincas fueron menores a lo inicialmente esperado; en la primera época seca se produjeron únicamente de 33 kg/ha, equivalente a 47 g/planta, siendo significativamente inferiores a los rendimientos obtenidos en Costa Rica con esta misma leguminosa. Los resultados han mostrado que es una excelente alternativa para aumentar la productividad animal en los Llanos Orientales y permite incrementar la producción de carne por hectárea y por año, en comparación con el sistema tradicional de solo pastura.

Palabras clave: Arbustiva forrajera, suplementación, leguminosa, alimentación.

ABSTRACT

Feeding dairy cows in dual purpose systems in the eastern plains of Colombia, it is mainly based on *Brachiaria* pastures, which are in different stages of degradation. A limitation in both rainy and drought is the low protein content in the forage which determines the low production of milk and need to supplement during the dry season to concentrate if we want to maintain production therefore biological efficiency and economic of these systems is low, which negatively affects revenues and competitiveness of producers of meat and milk. To help improve food resources in small dairy farms, it has carried out several projects to validate and promote the use of *Cratylia* (veranera). In a first project 14 farms were selected whose main activity was the production of milk, with the active participation of producers 11.8 ha were established, of which 6.5 were designed to cut and carry, 3 for browsing and 2.26 for seed production. In parallel, we work *Cratylia* use the "Research Center La Libertad" were performed; Acacias penal colony also was established 2 ha in the Santana farm in the flat altillanura, 20 has in eight

agricultural schools in the region and several batches of seed production destined to the promotion of bougainvillea between producers. Hence the exercise of the creation of the National Network *Cratylia* Producers, which had its trials in different agro-ecological zones of the country was conducted. Both on farms and in schools, the producers supplied the labor required for the establishment and maintenance of crops. In the rainy season *Cratylia* production on farms it was on average 3.34 ton/ha of dry matter (DM) with 66% leaf and plant height of 137 cm. During the dry season production was 0.59 ton/ha of DM with 52% leaf and a height of 112 cm. The crude protein content (PC) of *Cratylia* during the dry season averaged 21.67%, while the companion grass was 6.52%. Yields of clean seeds in batches established in seven farms were lower than initially expected; in the first dry season there were only 33 kg/ha, equivalent to 47 g/plant, being significantly lower than the yields obtained in Costa Rica with the same legume. The results have shown that it is an excellent alternative for increasing productivity in the Eastern Plains and allows to increase meat production per hectare per year, compared with the traditional system of pasture alone.

Keywords: Shrubby forage, supplementation, legume, feeding.

RESUMO

Alimentação de vacas leiteiras em sistemas de duplo propósito nas planícies orientais da Colômbia, é baseado principalmente em pastagens de *Brachiaria*, que estão em diferentes estágios de degradação. Uma limitação em ambos chuvosa e seca é o baixo teor de proteína na forragem que determina a baixa produção de leite e precisam complementar durante a estação seca para se concentrar se queremos manter a produção biológica e, portanto, a eficiência económico destes sistemas é baixa, o que afeta negativamente a receita e competitividade dos produtores de carne e leite. Para ajudar a melhorar os recursos alimentares em pequenas explorações leiteiras, tem realizado vários projectos para validar e promover o uso de *Cratylia* (buganvílias). Em um primeiro projeto de 14 fazendas foram selecionados cuja actividade principal era a produção de leite, com a participação ativa dos produtores de 11.8 ha foram estabelecidos, dos quais 6.5

foram projetados para corte e transporte, 3 para a navegação e 2.26 para produção de sementes. Em paralelo, trabalhamos *Cratylia* usar o "Centro de Pesquisa Liberdade" foi executada; Acacias colônia penal também estabeleceu 2 ha na fazenda Santana no apartamento altillanura, 20 ha em oito escolas agrícolas da região e vários lotes de produção de sementes destinadas à promoção da buganvília entre os produtores. Por isso, o exercício da criação da rede *Cratylia* Produtores nacionais, que tiveram seus ensaios em diferentes zonas agroecológicas do país foi conduzido. Tanto nas explorações agrícolas e nas escolas, os produtores forneceram a mão de obra necessária para o estabelecimento e manutenção de culturas. Na estação chuvosa Veranera produção nas fazendas era, em média, 3.34 ton/ha de matéria seca (MS), com 66% de folhas e altura de planta de 137 cm. Durante a estação seca a produção foi de 0.59 ton/ha de MS com 52% de folhas e uma altura de 112 cm. O teor de proteína bruta (PC) de Veranera durante a estação seca em média 2.67%, enquanto a grama companheiro era 6.52%. Os rendimentos de sementes limpas em lotes estabelecidos em sete fazendas foram menores do que o inicialmente esperado; na primeira estação seca, havia apenas 33 kg/ha, o equivalente a 47 g/planta, sendo significativamente inferior aos rendimentos obtidos em Costa Rica com o mesmo legume. Os resultados têm mostrado que é uma excelente alternativa para o aumento da produtividade nas planícies orientais e permite aumentar a produção de carne por hectare por ano, em comparação com o sistema tradicional de pasto sozinho.

Palavras-chave: Forragem arbustiva, suplementação, legume, alimentação.

INTRODUCCIÓN

El sistema de producción con bovinos doble propósito tiene por objetivo producir tanto leche como carne (Cortés *et al.*, 2012). En Colombia el 93% del inventario ganadero se encuentra bajo este sistema (MADR y CCI, 2009), el cual aporta el 50% de la producción láctea, proveniente de sistemas doble propósito localizadas a menos de 1000 m.s.n.m (CCI y MADR, 2010). En los Llanos Orientales la productividad es baja: entre 2 y 4 L/vaca por día, natalidad de 40 a 50% y un peso

vivo animal desteto entre 100 a 120 kg (FEDEGAN, 2006). Esta baja productividad se debe a la deficiente calidad nutritiva de las pasturas, principalmente durante la época seca. Una alternativa comúnmente utilizada por los productores para hacer frente a esta situación es el suministro de concentrados comerciales de alto costo (Valencia *et al.*, 2010).

En los Llanos Orientales de Colombia predominan las especies de *Brachiaria* en sistemas de producción doble propósito las cuales, en alta proporción, se encuentran en diferentes estados de degradación y consecuentemente su calidad nutritiva y consumo por los animales son muy bajos. Una alternativa para suplementar proteína a los animales es la introducción de leguminosas forrajeras (Valencia *et.*, 2010). Los estudios previos mostraron que algunas de ellas, como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, no se adaptan a los suelos ácidos de baja fertilidad comunes en esta zona, no obstante, el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT después de evaluar 22 especies arbustivas y arbóreas identificó a *Cratylia argentea* (veranera) como una de las especies mejor adaptadas en fincas con sistemas doble propósito bajo las condiciones del Piedemonte (Lascano *et al.*, 2002).

El objetivo del trabajo fue fomentar el uso de veranera entre productores con el fin de contribuir a aumentar sus ingresos y a una mayor competitividad del sector lechero de los Llanos Orientales de Colombia. También se quiso determinar las ventajas biológicas y económicas del uso esta leguminosa como suplemento para vacas lecheras y establecer metodologías de transferencia de esta tecnología entre productores de la región.

Los trabajos fueron parte de un proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura de Colombia y el Centro Internacional de Agricultura Tropical y fueron realizados en las veredas La Llanerita, El Hachón y Santa Helena, en la vía Villavicencio-Puerto López, departamento del Meta, Colombia. Los sitios de los ensayos se encuentran a 305 m.s.n.m., con una temperatura de 27°C y 3650 mm de precipitación anual, una humedad relativa del 75% y un brillo solar de 1467 horas luz por año. Los suelos están constituidos principalmente por terrazas altas y

bajas, donde las primeras se caracterizan por ser arcillosos ácidos con alto contenido de aluminio y poca fertilidad natural, y han sido intervenidos por el hombre para el establecimiento de pasturas y cultivos comerciales (Plazas y Lascano, 2005).

Uso del suelo y sistemas de producción

En las fincas donde se realizaron los trabajos predomina la ganadería doble propósito en 7300 ha de *Brachiaria decumbens* y *humidicola*. Los cultivos permanentes comprenden 213 y perennes 182 ha, los bosques de galería se encuentran en 180 ha. El número de fincas en las veredas del estudio es de 106 y el 57% de ellas tienen entre 1 y 20 ha. La ganadería en el área de estudio se basa en la producción de leche y carne, incluyendo la cría, el levante y la ceba de bovinos. Las explotaciones son extensivas en sabanas bien drenadas de *Trachypogon sp.*, *Axonopus purpusi*, *Paspalum contractum* y *Andropogon gayanus*, especies nativas de baja producción y calidad que son sometidas a quemadas frecuentes. En las explotaciones lecheras se hace un ordeño diario en las horas de la mañana, la leche así como los terneros machos, los novillos cebados y las vacas de descarte son vendidos en el mercado local.

METODOLOGÍA

En una encuesta previa se identificaron las necesidades y las posibilidades de adopción de nuevas tecnologías basadas en el uso de leguminosas forrajeras semiarborescentes. No obstante la baja aceptación inicial del cv. Veranera, fue posible seleccionar 14 productores con hatos destinados a la producción en sistema doble propósito que estaban dispuestos a ensayarlo en sus fincas. En total fueron establecidas 11.8 ha, 6.5 para corte y acarreo, 3 para ramoneo y 2.26 para producción de semillas. En forma paralela con los trabajos en las fincas, en ocho colegios agropecuarios de la región, se establecieron lotes de producción de semillas con destino al fomento de la veranera entre los ganaderos. En fincas y colegios, los productores aportaron la mano de obra necesaria para el establecimiento y el mantenimiento del cultivo. En los lotes destinados a corte y

acarreo la siembra se hizo a 'chuzo' a una distancia de 1 m entre plantas y entre surcos. Cuando los lotes se destinaron a la producción de semillas, la siembra se hizo a 1.5 m y una vez germinaron se procedió a la resiembra en aquellos sitios donde la población de plántulas fue baja. Para el control de malezas en posemergencia se utilizó glifosato y fertilizando en cada planta 15 g de urea y una mezcla de superfosfato triple (10 g), KCl (10 g), cal dolomítica (14 g), sulfato de magnesio (8 g), flor de azufre (1 g), de acuerdo con los resultados del análisis de suelo. Una vez que los lotes se sembraron, los productores en cada sitio fueron responsables de su mantenimiento y utilización. Como parte del programa de asesoramiento, los técnicos de las instituciones involucradas en el proyecto realizaron visitas periódicas para hacer observaciones y evaluar conjuntamente con los ganaderos el comportamiento del cultivo de la veranera.

Establecimiento

El establecimiento en franjas de *C. argentea* fue difícil debido a la alta competencia con la gramínea y malezas, por tanto, en los sistemas de ramoneo es recomendable sembrar primero la leguminosa y posteriormente la gramínea. El comportamiento de la veranera en los lotes para corte y acarreo y en los semilleros fue exitoso (Figura 1), aunque en algunos de ellos se presentaron problemas de malezas, encharcamientos y plagas, que fueron fácilmente controlados. La siembra por trasplante representó un alto costo por el mayor uso de mano de obra, además de un daño radicular a las plántulas que retardó su desarrollo.



Figura 1. Establecimiento *Cratylia argentea* en época seca y de lluvia

PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y ALTURA DE PLANTA

El primer corte se realizó 6 meses después de la siembra a una altura entre 20 y 30 cm sobre el nivel del suelo, se obtuvo en promedio de producción 2.01 ton/ha de MS con una relación hoja: tallo de 2:1 y una altura de planta de 121 cm. El segundo corte fue realizado 70 días más tarde, alcanzándose una producción promedio por finca, de 1.96 ton/ha de MS y una altura de 122 cm. En la época lluviosa la MS obtenida en las fincas fue 3.34 ton/ha con un 66% de hoja y una altura de 137 cm, siendo la producción en el periodo seco de 0.59 ton/ha de MS con 52% de hoja y una altura de 112 cm. A pesar de la alta diferencia entre los resultados de las dos épocas, fue posible observar un buen rebrote y persistencia de las plantas en el periodo seco.

CALIDAD NUTRITIVA

El contenido de proteína cruda (PC) de veranera durante la época seca fue, en promedio 21.67%, mientras que la gramínea presentó tan solo 6.52%. El mayor contenido de PC de esta leguminosa es una de las características sobresalientes que justifica su inclusión como una alternativa de suplementación para reemplazar el uso de concentrados durante la época seca en sistemas doble propósito de la región. Es importante mencionar que el contenido de PC puede llegar hasta 10% en ensilado de maíz con veranera Vs 7% con solo maíz.

SISTEMAS DE USO

Inicialmente los productores utilizaron corte y acarreo para proporcionar el forraje picado en canoas al momento del ordeño. Posteriormente, y debido a los altos costos de este sistema, los mismos productores cosecharon el forraje y lo dejaron sobre las pasturas a libre disposición de los animales después del ordeño. Finalmente, decidieron que la mejor forma de suministrar la veranera era mediante el pastoreo directo en forma de ramoneo (Figura 2), con este último sistema han logrado reducir los costos de mano de obra y hacer un uso más racional de la leguminosa. No obstante, cuando las plantas no se cortan uniformemente después del ramoneo presentan una baja proporción de material aprovechable como hojas

(29%) en el siguiente período de uso vs. plantas cosechadas a 20 cm sobre el suelo, que presentan 54% de hojas.

PRODUCCIÓN DE LECHE

Aunque el aumento en la producción de leche durante la época seca debido al suministro de veranera no fue tan significativo, los productores coincidieron en que su suministro les permitió mantener el nivel de producción y la venta de leche en el mercado local, así como la reducción en la compra de concentrados comerciales, lo cual no era posible antes de la introducción de este nuevo recurso forrajero. Además de las ventajas en el sostenimiento de la producción de leche durante la época seca, los productores reconocieron el mejor desarrollo y comportamiento reproductivo de las vacas suplementadas con esta leguminosa.



Figura 2. Ramoneo directo de *Cratilia argentea* en época seca

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Los rendimientos de semillas limpia en lotes establecidos en siete fincas fueron más bajos que lo inicialmente esperado; en la primera época seca se produjeron únicamente 33 kg/ha, equivalente a 47 g/planta, siendo significativamente inferior a los rendimientos obtenidos en Costa Rica con esta misma leguminosa (Argel *et al.*, 2002).

En el período Junio-Julio del segundo año del cultivo se hizo un corte de uniformización y se aplicaron 70 g/planta de un fertilizante completo, el cual floreció en Diciembre y la recolección de las semillas maduras se hizo en Febrero del año siguiente. Aunque inicialmente la calidad de las semillas era buena (90% de germinación) posteriormente, en Abril, al comienzo de la época de lluvias, este se redujo drásticamente alcanzando un valor de 40%. Los resultados de estos trabajos confirman nuevamente las desventajas de los Llanos Orientales de Colombia como región adecuada para la producción comercial de semillas de veranera. Entre los factores responsables de los bajos rendimientos se pueden citar la baja polinización natural, la ocurrencia ocasional de lluvias durante la época seca que favorece una mayor humedad relativa, vientos fuertes que provocan defoliación y caída de flores y el alto costo de la mano de obra para realizar estas labores.

LECCIONES APRENDIDAS

La participación activa de los productores permitió identificar formas de cultivo y de uso de veranera, diferentes a aquellos inicialmente propuestos en estos trabajos. El sistema de corte y acarreo resultó ser costoso debido a la alta demanda de mano de obra, por tanto, los productores prefieren utilizar el suministro del forraje directamente en el campo, ramoneo y ensilaje. Fue interesante observar que los productores establecen el veranera intercalado con cultivos de maíz u hortalizas, lo que les permite reducir costos en esta fase del cultivo. Inicialmente se propuso que la veranera fuera una fuente para la alimentación en épocas secas de vacas en producción, no obstante, los productores encontraron ventajas en el uso de esta leguminosa para: (1) la alimentación de vacas en épocas lluviosas cuando el exceso de humedad no permite el pastoreo de los animales; (2) reemplazar parte de los concentrados comerciales que suministran a las vacas lactantes; (3) mantener la producción de leche del hato durante las épocas secas y de exceso de humedad; (4) el mantenimiento de las condiciones corporales y reproductivas de los animales. Experiencias de campo en la Colonia Agrícola donde el primer corte se realizó entre los 6 y 8 meses a una altura de 1 metro sobre el suelo, los

aportes en tallos y hojas estuvieron alrededor de 0.7 a 0.9 kg forraje verde/planta, de esta manera el forraje ofertado en el primer corte esta alrededor de 0.7 a 0.9 kg forraje verde/planta. Los cortes posteriores se realizan entre 50 y 90 días a una altura de 50 cm. En la Colonia agrícola en plantas con rebrotes de 55 días se obtuvieron de 1 a 1.2 kg forraje verde/planta y en rebrotes de 90 días el rendimiento fue de 2 kg. En época en la que escasea el alimento se ha ensilado *Cratylia* con una participación del 30%, el 70% corresponde a el uso de gramíneas de corte y el 2% con melaza; esto con el fin de proporcionar carbohidratos solubles que le permitan al proceso de fermentación ser más eficiente. Se asume que una planta en términos generales bien desarrollada produce entre 0.6 a 1 kg de material aprovechable cada 60 o 90 días; el consumo diario por vaca en ordeño varía entre 6 y 10 kg de forraje fresco, más 10 a 15 kg de pastos de corte; es decir, que la mezcla de la ración puede contener 60% de pastos de corte y 40% de *Cratylia*. De lo anterior se deduce que es necesario cosechar diariamente entre 6 y 10 plantas del arbusto para alimentar una vaca, por lo tanto esta leguminosa también se puede utilizar para fabricar ensilajes con gramíneas o una fuente de energía como caña de azúcar.

Investigadores en nutrición animal de Corpoica, han realizado trabajos donde se ha utilizado hasta un 50% *Cratylia* y 50% caña de azúcar, logrando un buen ensilaje. Lo más recomendable para no correr riesgos es utilizar 30% *Cratylia* y 70% caña de azúcar o cualquier otra gramínea. En el Centro de Investigaciones La Libertad, se encontró que la suplementación de 25% de *Cratylia* más 75% de caña a novillos jóvenes Cebú puro y cruzado con Sanmartinero en pasturas de *B. decumbens* resulto en una mayor producción de carne por ha/año en comparación con animales únicamente en pastoreo. Animales sin suplementación, la carga fue 2.5 animales/ha, ganancia animal/día de 545 g en los Cebú y 696 g en los Cebú x Sanmartinero, logrando un total de kg/ha/año de 498 kg y 635 kg de carne respectivamente. En los lotes de animales suplementados, se logró subir la carga a 5 animales/ha, con ganancia animal/día de 679 g en los Cebú y 624 g en los cruzados, arrojando un total de kg/ha/año de 1239 kg y 1139 kg de carne respectivamente (Lascano *et al*, 2002).

En la Finca Santana se elaboró un ensilaje con 30% *Cratylia* y 70% Pasto maralfalfa (*Pennisetum ssp*). Las 20 ha de esta leguminosa sembradas en esta finca fueron utilizadas para ensilajes con caña y pasto maralfalfa teniendo como finalidad suministrar este alimento a animales en confinamiento. La adopción de *C. argentea* en los Llanos Orientales de Colombia es un proceso continuo que está siendo promovido por los técnicos en extensión de instituciones nacionales capacitadas para esta labor y por productores entusiastas que han reconocido los beneficios de la leguminosa en sus fincas. Sin embargo, la adopción de este cultivar en varias regiones de Colombia es un proceso lento debido principalmente a la falta de semilla comercial.

CONCLUSIONES

Aunque el aumento en la producción de leche durante la época seca debido al suministro de veranera no fue significativo, los ganaderos coincidieron en que si les permitió mantener el nivel de producción y la venta de leche en el mercado local, así como la reducción en la compra de concentrados comerciales, lo cual no era posible antes de la introducción de este nuevo recurso forrajero.

Además de las ventajas en el sostenimiento de la producción de leche durante la época seca, los productores reconocieron la buena condición corporal y su efecto positivo en la reproducción (presentación de calores más rápidos en época seca, disminución de vacas repetidoras de calor). La posibilidad de tener un forraje de alta calidad durante la estación lluviosa, cuando se dificulta pastorear debido a la alta humedad en los suelos, en forma de: corte y acarreo, ensilaje, henolaje, pastoreo directo con el uso de cercas eléctricas acompañadas de gramíneas, reemplazo de concentrados utilizados en la estación seca, con las implicaciones de disminuir costos, y posibilidad de ordeñar las consiguiendo un precio superior para la leche vendida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argel P, Lobo M, Hidalgo C, González J, Jiménez C. *Cratylia argentea* cultivar Veraniega: Una leguminosa arbustiva para la ganadería del trópico de América Latina. Boletín de Divulgación. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG),

- Escuela Centroamericana de Ganadería (ECAG), Universidad de Costa Rica y Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). San José, Costa Rica. 20 p. 2001.
2. Argel P, Giraldo G, Peters M, Lascano CE. Producción artesanal de semillas de cratylia (*Cratylia argétea*) accesiones CIAT 18516 y 186668. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ); Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), 12 p. 2002.
 3. CCI (Corporación Colombia Internacional), y MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia). Caracterización de la producción de leche en Colombia. 1ª ed. Bogotá, Colombia. 2010.
 4. Cortés JA, Cortés A, Cotes JM. Características estructurales del sistema de producción con bovinos doble propósito en el trópico húmedo colombiano. *Rev Col Cien Pec.*, 25 (2): 229-239. 2012.
 5. FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos). Plan estratégico de la ganadería colombiana 2019. Por una ganadería moderna y solidaria. Bogotá, Colombia, 294 p. 2006.
 6. Holmann F, Lascano C. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Un proyecto ejecutado por el Consorcio Tropileche. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 2001.
 7. Lascano C. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro E y Coradin L (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Memorias del taller de trabajo sobre *Cratylia*. EMBRAPA, CENARGEN, CPAC, y CIAT. Brasilia, Brasil. 1995.
 8. Lascano C, Rincón A, Plazas C, Avila P, Bueno G, Argel PJ. Cultivar Veranera (*Cratylia argétea* (Desvaux) O. Kuntze), Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con períodos prolongados de sequía en Colombia: Villavicencio, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia. 28 p. 2002.
 9. MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia) y CCI (Corporación Colombia Internacional). Oferta agropecuaria: Encuesta Nacional Agropecuaria. Bogotá, Colombia. 2009.
 10. Plazas CH, Lascano CE. Utilidad de *Cratylia argentea* en ganaderías de doble propósito del piedemonte de los llanos orientales de Colombia. *Pasturas Trop* 27 (2): 65-72. 2005.
 11. Valencia L, Restrepo J, Cerón D, Herrera W. Determinación de la digestibilidad in vivo en ovinos utilizando dietas a base de forrajes tropicales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1 (1): 25-29. 2010.