

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
ECAPMA**

Ingeniería Agroforestal

**EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL PASTOREO BOVINO EN UN
MONOCULTIVO CON GRAMINEAS Y UN ARREGLO SILVOPASTORIL CON
YOPO (*Anadenanthera peregrina*) EN EL PIEDEMONTE DEL META**

**POR
GUSTAVO ALFONSO QUIJANO CAICEDO**

**VILLAVICENCIO, COLOMBIA
2013**

Resumen

Dada la importancia socioeconómica de la ganadería en las comunidades rurales es necesaria la implementación de tecnologías que permitan generar sistemas competitivos y sostenibles; una estrategia para lograr lo anterior es la implementación de arreglos silvopastoriles, ya que permiten generar sistemas económicamente productivos (diversificación y aumento de la producción) y sostenibles (interacción forraje – árbol – animal). Para evaluar las bondades de los sistemas silvopastoriles se llevó a cabo un estudio en el Centro de Investigación La Libertad, ubicado en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia) que corresponde a la región de bosque húmedo tropical de la Orinoquia Colombiana, con suelos representativos del piedemonte del Meta; en donde fueron dispuestas dos hectáreas en un arreglo silvopastoril con árboles dispersos de yopo (*Anadenanthera peregrina*) de 4 años de establecidos con pradera de pasto *Brachiaria decumbens* y dos hectáreas de un sistema de pastoreo tradicional con el mismo pasto; evaluando el efecto que tienen estos sistemas de pastoreo sobre la calidad del forraje, del suelo y la ganancia de peso animal. Los resultados obtenidos evidencian que el sistema silvopastoril presenta suelos menos ácidos con un alto contenido de nutrientes dado la asociación de gramíneas, leguminosas y especies arbustivas, lo que mejora el potencial de captura de carbono; en cuanto a la disponibilidad del forraje, esta fue similar en los sistemas evaluados, con tendencia a ser mayor en el sistema silvopastoril, indicando que la menor penetración de luz, no afecta la disponibilidad de forraje; para la calidad nutricional del forraje, se encontraron valores similares, con una tendencia a ser mayor la proteína cruda en el sistema silvopastoril, causado por una mejor calidad del suelo; la temperatura micro climática en el sistema silvopastoril fue menor (1,9 °C) dado la especie arbórea, ya que estas absorben parte de los rayos solares. Algunas características del yopo (*Anadenanthera peregrina*) adulto son: altura total de 7,0 metros, diámetro de la copa de 7,6 m² y un porcentaje de oclusión del 28,9%, siendo esta oclusión, óptima para el desarrollo de la cobertura vegetal; en cuanto al componente animal, fue mayor la ganancia diaria de peso en los animales dispuestos en el arreglo silvopastoril durante el periodo de evaluación (691,4 g/día/animal en el sistema tradicional y 1.072,6 g/día/animal en el sistema silvopastoril).

1. Introducción.....	1
2. Objetivos	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos.....	2
3. Planteamiento del problema.....	3
4. Justificación	4
5. Marco teórico.....	5
6. Metodología	10
7. Resultados y discusión	12
7.1. Calidad físico-química del suelo	12
7.2. Calidad nutricional del forraje	15
7.3. Condiciones de climáticas	12
7.4. Dasometría del yopo (<i>Anadenanthera peregrina</i>)	12
7.5. Desarrollo corporal bovino	16
8. Conclusiones.....	19
9. Recomendaciones.....	21
10. Referencias bibliográficas	22

1. Introducción

La ganadería es una actividad que se desarrolla en todas las regiones del país, siendo reconocida como un renglón socioeconómico de vital importancia para el desarrollo de las comunidades rurales.

No obstante lo anterior, esta actividad es cuestionada dado su “bajo nivel productivo” frente a otras actividades pecuarias y su “impacto ambiental” por problemas de degradación del suelo y cambio climático; por lo que se deben incorporar en estos sistemas productivos, tecnologías que permitan generar procesos competitivos y sostenibles.

Una estrategia para lograr lo anterior es la implementación de arreglos silvopastoriles ya que permiten generar sistemas económicamente productivos (diversificación y aumento de la producción) y sostenibles dado la interacción forraje – árbol – animal.

Por lo anterior, surge la presente investigación “Evaluación Comparativa del Pastoreo Bovino en un Monocultivo con Gramíneas y un Arreglo Silvopastoril con Yopo (*Anadenanthera peregrina*) en el Piedemonte del Meta” como una estrategia para masificar esta tecnología en el sector productivo ganadero del país.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Comparar el efecto del pastoreo bovino en un monocultivo con gramíneas y un arreglo silvopastoril con Yopo (*Anadenanthera peregrina*) en cuanto a la calidad del suelo, la oferta y calidad nutricional del forraje, las condiciones del microclima y la ganancia de peso bovino en el piedemonte del Meta.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar el microclima de un monocultivo con gramíneas respecto a un arreglo silvopastoril.
- Describir dasométricamente el yopo (*Anadenanthera peregrina*) de cuatro años de sembrado en un sistema silvopastoril.
- Evaluar la calidad físico-química del suelo de un monocultivo con gramíneas y de un arreglo silvopastoril.
- Describir la calidad nutricional del forraje de un monocultivo con gramíneas y un arreglo silvopastoril.
- Comparar la ganancia de peso bovino de un monocultivo con gramíneas respecto a un silvopastoril con el fin de determinar su utilidad en los sistemas ganaderos.

3. Planteamiento del problema

La ganadería en Colombia es una de las formas de producción que más ha incidido en el proceso de establecimiento y desarrollo del sector rural; dicho proceso ha sido enmarcado por varios autores como una actividad negativa para las comunidades en donde se estableció este sistema dado sus principales problemas tales como la degradación del suelo (Pezo et al., 1992), baja disponibilidad de forraje, cambio climático y del paisaje y bajos niveles de producción; no obstante lo anterior autores como Ausdal (2008) han indicado que la ganadería es una “actividad racional con bases sociales diversas y fuente de progreso económico”.

Para el año 2008 en el Meta, la ganadería usó el 88,7% del área agrícola disponible (5,3 millones de ha), con una capacidad de carga de menos de 0,5 UGG por hectárea (DANE, 2011), aportando un 15,9% del PIB de la región (DNP, 2011) y una generación escasa de empleos (aproximadamente unos 66.000 empleos equivalentes a unos 2,5 empleos por cada 100 animales); no obstante, esta zona posee un gran potencial para el desarrollo de una ganadería altamente productiva y competitiva.

En este contexto, se hace necesario desarrollar sistemas ganaderos competitivos y sostenibles, los cuales pueden ser apoyados a través de la incorporación de sistemas agroforestales, razón de ser del siguiente trabajo de investigación.

4. Justificación

Como parte de las estrategias para el fortalecimiento de la producción ganadera en el departamento del Meta, la visión del Consejo Nacional de la Cadena Cárnica Bovina – CCCB en el año 2004 indico la necesidad de trabajar en genética, manejo y nutrición, ya que estas juegan un papel determinante para el mejoramiento de la producción; pero además de esto es fundamental tener en cuenta es el uso de sistemas agroforestales ya que estos mejoran, no solamente el nivel nutricional de las praderas, si no que brindan unas mejores condiciones de microclima para los animales.

El objetivo de esta investigación es el de Comparar el efecto del pastoreo bovino en un monocultivo con gramíneas y un arreglo silvopastoril con Yopo (*Anadenanthera peregrina*) en cuanto a la calidad del suelo, la oferta y calidad nutricional del forraje, las condiciones del microclima y la ganancia de peso bovino como una estrategia para el mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del sistema de producción ganadero en el piedemonte en el departamento del Meta.

5. Marco teórico

El sistema ganadero colombiano

Según datos del DANE en el año 2005, la frontera agrícola fue estimada en 51,1 millones de hectáreas (el 44,8% del territorio nacional) de las cuales son destinadas a la ganadería el 76% (38,8 millones de hectáreas) y tan sólo el 49,7% se encuentran adecuadamente asignadas (19,3 millones de hectáreas), las restantes deberían estar dedicadas al sector forestal y a la agricultura (10 y 9 millones de hectáreas, respectivamente), lo que evidencia las grandes ineficiencias del sistema de producción agrícola nacional.

El eslabón primario de la cadena cárnica genera cerca de un empleo por cada sesenta y un hectáreas (Viloria, 2009), equivalentes a tres empleos por cada cien animales; esta generación escasa de empleos directos, es el resultado, no solo del tipo de suelos en donde se desarrolla esta actividad, sino también del ciclo ganadero¹, el cual *“se ve afectado no sólo por las decisiones económicas de los productores e intermediarios, sino además por las características biológicas de los animales”* (Viloria, 2009).

El sistema ganadero extensivo es una de las pocas formas de explotación comercial en algunas regiones del país, ya que *“por su escaso nivel de especialización implica bajos montos de inversión en infraestructura y equipos”* (Viloria, 2009) y se clasifican, según Santana y col. (2009) “de bajo nivel” ya que: i)

¹ “El ciclo comienza desde el momento de la gestación, a partir del cual los agentes inician el proceso de generación de expectativas de la rentabilidad futura [...] factores como el sexo y la tecnología disponible para la crianza y el levante del animal, son de gran importancia” (Pérez, 2004), es así que el ganadero “toma la decisión de criar un animal incentivado por los precios actuales de los animales destetados, esperando que el precio futuro de venta del animal sea igual o superior a los precios actuales. Para tal fin, dedicará un mayor número de hembras para la crianza, lo cual lleva a que en el futuro se aumente la oferta de ganado cebado, presionando los precios a la baja, lo que hace que se reduzcan los incentivos para la crianza [...] el bajo nivel de precios reduce las utilidades del ganadero, el cual tendrá que optar, muchas veces, por vender hembras cebadas para sacrificio” (FADEGAN, 1980) y por último, los ganaderos invierten en el ganado cuando el mercado muestra una baja oferta y precios altos.

en la alimentación y nutrición no existen pastos mejorados, no se usan otros forrajes como fuente suplementación estratégica, no se aplica algún tipo de riego y/o mecanización a las praderas y no se realiza rotación programada de las mismas; ii) en cuanto al material genético, no se manejan animales que presenten comportamientos reproductivos y productivos altos y además no se tiene en cuenta las exigencias del consumidor y por último, iii) no se manejan registros técnicos, reproductivos, productivos y contables, los cuales son de gran importancia para la toma de decisiones.

Estos sistemas presentan una capacidad de carga de menos de 0,4 UGG por hectárea, con ganancias diarias de peso por animal de menos de 350 gramos por día, intervalos entre partos de más de 2,5 años y edades al sacrificio por encima de los 42 meses, lo cual genera tasas de extracción del 16% (Jiménez y col., 2008) por lo que producen menos de 100 kilogramos de carne por animal por año (40 kg por hectárea) y tal como se indico anteriormente, generan cerca de un empleo por cada sesenta y un hectáreas.

Por otra parte, sistemas productivos con un nivel tecnológico alto o ganaderías intensivas, presentan una capacidad de carga de más de 1,5 UGG por hectárea, con ganancias diarias de peso por animal de más de 500 gramos por día, intervalos entre partos no mayores a 2,5 años y edades al sacrificio entre los 24 a 30 meses, con lo que se lograrían tasas de extracción del 25% (Jiménez , 2008) y producciones de más de 180 kilogramos de carne por animal por año (270 kg por hectárea), con una mayor generación de empleos directos y se logra pasar de un empleo por cada 61 hectáreas a uno por cada 20 hectáreas, el cual en su gran mayoría debe ser calificado.

Además, al desarrollar sistemas productivos de alto nivel tecnológico

“se colmarían las exigencias de los consumidores, ya que este producto contaría con características organolépticas adecuadas, tales como el color,

contenido de grasa visible y olor [...] ternura, jugosidad y sabor [...], las que hacen que este alimento sea palatable e induzcan al consumidor a volver a adquirir este producto” (Vásquez et al., 2005)

Por lo que este producto podría llegar a los mercados de cortes finos con un mayor valor agregado y se lograría colmar las necesidades de carne para los mercados de consumo masivo y de carnes industriales, manteniendo la autonomía nacional de este producto de vital importancia en la canasta familiar.

En cuanto al impacto medio ambiental de la ganadería extensiva, Jiménez (2008) indica que este se logra disminuir por el desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles los cuales permiten el “*sostenimiento a largo plazo de los recursos naturales*”.

Sistemas Tradicional o Extensivo: El modelo tradicional de producción ganadera que se viene utilizando en Colombia se caracteriza por el uso generalizado de potreros limpios de malezas, no arborizados y sin cercas vivas, y por el uso de pastoreo continuo a baja altura.

El Sistema de pastoreo extensivo tradicional se caracteriza por la incorporación de prácticas culturales de manejo, tanto de la pradera como de los animales, dirigidas a preservar y, a veces, potenciar las capacidades productivas del agroecosistema ganadero; la base fundamental de la producción es la pradera natural o introducida de baja productividad. Los indicadores de desarrollo social de estas regiones reflejan condiciones de pobreza asociada a la concentración de los recursos productivos y los ingresos o a la precaria presencia del Estado (Arias y col., 1990).

En este tipo de sistema de producción la alimentación depende exclusivamente de la pradera, la cual con un buen manejo de pastoreo y una adecuada fertilización pueden alcanzar niveles productivos que satisfagan las necesidades nutricionales de los animales de tal manera que estos tengan niveles de producción

competentes.

En cuanto al sistema extractivo está basado en la capacidad productiva del medio natural para generar biomasa, con mínima influencia humana sobre estos procesos. Este tipo de ganadería se desarrolla en regiones apartadas de los Llanos Orientales, caracterizadas por la pobreza del suelo, praderas naturales que soportan cargas muy bajas y variables, con alta dependencia del régimen climático y de los recursos disponibles (Arias y col., 1990).

Sistemas Silvopastoriles: Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las especies leñosas perennes (árboles o arbustos) e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996), tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema en el largo plazo (Somarriba, 1992).

Para que se den las interacciones, no necesariamente todos los componentes deben compartir el mismo espacio; así por ejemplo, aún se puede hablar de sistema silvopastoril cuando se tienen leñosas perennes sembradas en áreas de ladera y manejadas bajo un esquema de corte, en el cual el follaje cosechado es ofrecido a animales estabulados, pero la interacción será más intensa si las excretas de los animales son utilizadas para fertilizar las áreas donde crecen las especies arbóreas o arbustivas.

De la definición anterior, queda claro que no sólo son sistemas silvopastoriles aquellos en los que las leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio para los animales, sino que las interacciones de las leñosas perennes con los animales y los otros componentes del sistema pueden manifestarse de maneras diversas. En dicho sistema las leñosas perennes no sólo producen follaje o frutos para los animales, sino que les pueden proveer sombra para contrarrestar el estrés calórico. También puede haber una interacción indirecta, a través de las especies

herbáceas (pasto), pues por medio de sus sistemas radicales generalmente profundos, las leñosas perennes son capaces de explorar perfiles más profundos del suelo y “bombear los nutrientes” para hacerlos eventualmente disponibles a los pastos a través de la mineralización de las hojas, ramas y raíces superficiales del árbol que alcanzan la fase de senescencia.

Las leñosas perennes que forman parte de los sistemas silvopastoriles son especies multipropósito, ya que las mismas pueden cumplir diversas funciones dentro del sistema (Pezo y col., 1990; Preston y Murgueitio, 1992), a saber:

- Producen frutos y madera.
- Proveen de follajes ricos en proteína, minerales y vitaminas para la alimentación animal.
- Proveen de sombra, creando un microclima bajo su copa. Muchas de ellas son capaces de fijar nitrógeno (N_2) atmosférico.
- Varias de ellas poseen sistemas radicales profundos que les permiten absorber nutrientes de sectores del perfil del suelo generalmente no explorados por las especies herbáceas, además que les da una mayor habilidad para tolerar la sequía.
- Se pueden utilizar para diversos propósitos (cercas, cortinas rompevientos, soporte o guía de cultivos sembrados en asocio).
- Son buenos reservorios de CO_2 y constituyen una fuente renovable de energía.
- Protegen el suelo contra la erosión y estimulan el reciclaje de nutrientes.

6. Metodología

El presente estudio de tipo explicativo, pretendió determinar si los indicadores agroforestales, climáticos y zootécnicos en un sistema de producción de ganado de carne bajo sistemas de pastoreo en monocultivo con gramíneas respecto a un arreglo silvopastoril con yopo (*Anadenanthera peregrina*) presentaron un comportamiento similar; por lo anterior se estableció la siguiente metodología.

Área de estudio

El proyecto se desarrolló en el Centro de Investigación La Libertad, kilómetro 17 vía a Puerto López, ubicado en el municipio de Villavicencio (Meta, Colombia) localizado a 9° 6' de latitud norte y 73° 34' de longitud oeste, a 330 msnm; la precipitación anual promedia ha sido de 2987mm, el promedio de temperatura es de 26°C y la humedad relativa del 85% en temporada lluviosa y del 65% en temporada seca; ubicada en la región de bosque húmedo tropical en la Orinoquia Colombiana; con suelos representativos del piedemonte del Meta.

Descripción del área experimental

Las praderas en donde se desarrolló el experimento presentaron un área total de cuatro hectáreas, distribuidas en dos hectáreas de un sistema silvopastoril establecido con árboles dispersos de yopo (*Anadenanthera peregrina*) con pradera de pasto *Brachiaria decumbens* y dos hectáreas de un sistema de pastoreo en monocultivo con el mismo tipo de pasto.

Proceso Experimental

El proceso experimental se dividió en tres componentes, así:

1. Componente climático – El cual fue evaluado antes del ingreso de los animales y durante todo el proceso de evaluación del desarrollo corporal para ambos sistemas (tradicional y silvopastoril).
2. Componente agroforestal – En donde fueron evaluados las condiciones del suelo (características físico-químicas), forraje (cantidad y calidad nutricional) y árbol (dasometría) antes del ingreso de los animales.
3. Componente animal – El cual fue evaluado mediante el pesaje de 10 unidades experimentales (5 en cada sistema) en diferentes momentos del experimento durante 104 días, iniciando el día 16 de febrero y finalizando el 31 de mayo de 2013.

Análisis estadístico

Para evaluar el efecto del sistema de pastoreo sobre las variables climáticas, dasométricas y zootécnicas, se utilizó el procedimiento GLM (General Lineal Model) del paquete estadístico SAS® (versión 9.0) y como prueba de comparación de medias el procedimiento Tukey, mediante un diseño completamente al azar, bajo el siguiente modelo (Montgomery, 1991):

$$Y_i = \mu + S_i + \varepsilon\varepsilon_i$$

Donde:

- Y_i variables respuesta del i-ésimo sistema de pastoreo
 μ es el promedio poblacional de las variables respuesta
 S_i es el efecto del sistema de pastoreo “i”, con $i = 1$ y 2 ($1 =$ SSP (sistema silvopastoril), $2 =$ SPMG (Sistema de pastoreo en monocultivo con gramíneas)
 $\varepsilon\varepsilon_i$ es el error experimental asociado i-ésimo sistema de pastoreo

Se comprobaron los supuestos del modelo: i) material experimental homogéneo y ii) el error experimental es una VAI $\sim N(0; \sigma^2)$ (Shapiro y Wilk, 1965).

7. Resultados y discusión

7.1. Dasometría del yopo (*Anadenanthera peregrina*)

En 60 árboles de yopo (*Anadenanthera peregrina*) los valores promedio de la altura total del árbol fue de 7,0 metros, con un diámetro promedio de la copa de 7,6 m² y un bajo porcentaje de oclusión del 28,9% (tabla 1); este porcentaje de oclusión es el que permite la disminución en la temperatura del micro clima repercutiendo en un mayor confort de los animales, pero genera optimas condiciones para el desarrollo de la cobertura vegetal (Andrade y col., 2010).

Tabla 1. Valores dasometricos del yopo (*Anadenanthera peregrina*) evaluado en el estudio.

Altura total del árbol (m)	7,0 ± 1,2
Diámetro promedio de la copa (m ²)	7,6 ± 1,4
Porcentaje de oclusión (%)	28,9 ± 7,9

7.2. Condiciones de climáticas

Las condiciones micro climáticas durante el periodo de estudio indican mayores temperaturas máximas en el SPMG respecto al SSP, ya que las especies arbóreas absorben parte de los rayos solares, lo cual repercute en una disminución de la temperatura de 1,9 °C en el sistema SSP, siendo similares a lo reportado por Ribazki y Menezes (2002); por otra parte, fueron menores las temperaturas mínimas en el sistema SSP respecto al SPMG dado que la

incidencia de rayos solares durante el día fue menor en el sistema SSP; en cuanto a la humedad relativa, esta fue similar en los sistema evaluados (tabla 2).

Tabla 2. Valores de micro clima en los sistemas de pastoreo evaluados en el estudio.

Sistema	Variables	Máxima	Mínima
SPMG	Temperatura máxima (°C)	35,8	23,6
SSP		33,9	21,9
SPMG	Temperatura media (°C)	29,9	22,3
SSP		31,7	20,9
SPMG	Temperatura mínima (°C)	26,0	19,8
SSP		27,0	18,8
SPMG	Humedad relativa (%)	100,0	51,3
SSP		100,0	53,4

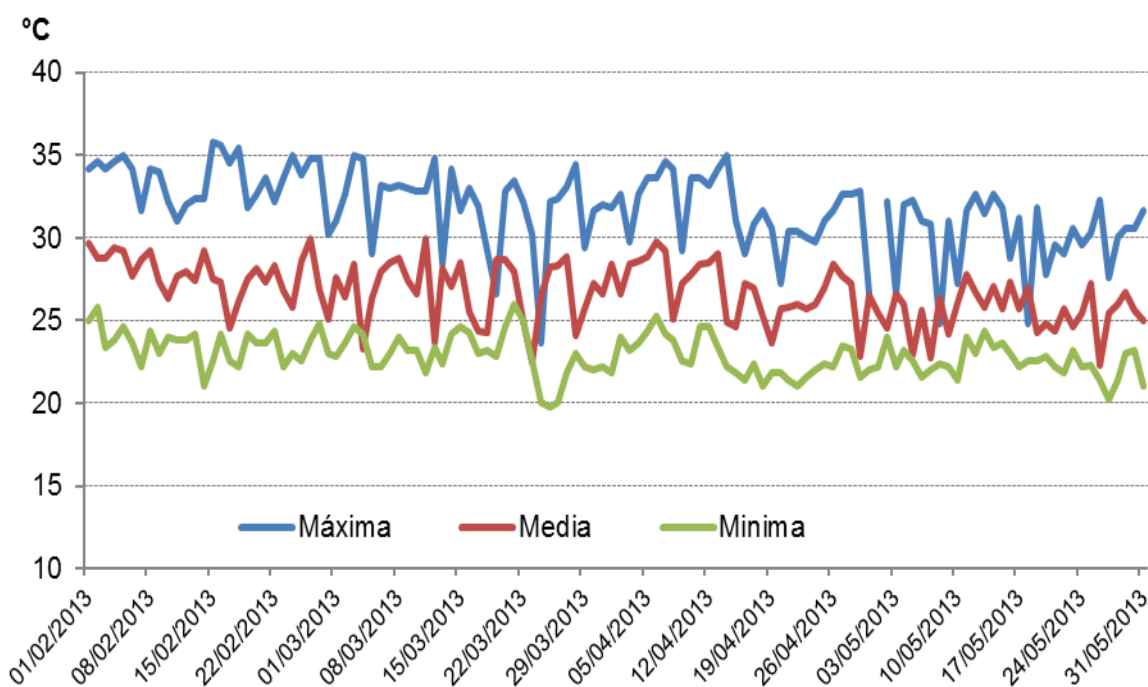


Figura 1. Valores promedio de temperatura durante el periodo de estudio.

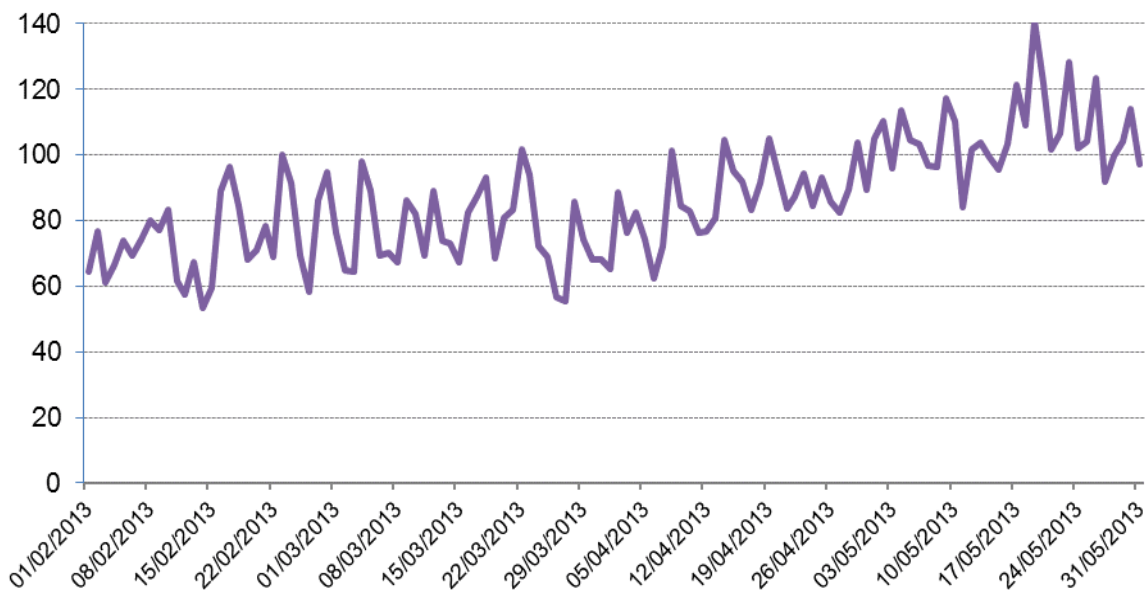


Figura 2. Valores promedio de humedad relativa durante el periodo de estudio.

7.3. Calidad físico-química del suelo

El suelo en los sistemas de pastoreo evaluados presentaron un pH extremadamente ácido pero con una tendencia a ser menor en el SPMG; además presentan un alto contenido de nutrientes (materia orgánica superior al 3%) siendo estas características acordes a las condiciones de Altillanura (Rincón, 2004) pero al igual que en el pH, la materia orgánica presentó una tendencia a ser mayor en el SSP y esto se debe a que las praderas que se encuentran asociadas (gramíneas, leguminosas y especies arbustivas) el potencial de captura de carbono resulta en incrementos de la actividad biológica, lo que mejora la fertilidad del suelo y algunas propiedades físicas del mismo (Thomas, 1995).

En cuanto al contenido de minerales, estos fueron similares para los dos sistemas, pero en general son niveles bajos (tabla 3).

Tabla 3. Valores físico-químicos de los suelos en los sistemas de pastoreo evaluados durante el estudio.

Variables	SPMG	SSP
pH	4,95	4,98
Materia orgánica (%)	3,08	3,69
Fosforo (mg/kg)	3,49	3,21
Azufre (mg/kg)	5,18	5,36
Aluminio (Cmol(+)/kg)	0,90	0,95
Calcio (Cmol(+)/kg)	1,22	1,14
Magnesio (Cmol(+)/kg)	0,49	0,65
Potasio (Cmol(+)/kg)	0,20	0,30
Sodio (Cmol(+)/kg)	0,07	0,06
Cobre (mg/kg)	3,12	3,20
Zinc (mg/kg)	4,40	3,68
Boro (mg/kg)	0,11	0,11

Fuente: Laboratorio de Suelos, Corpoica.

7.4. Disponibilidad y calidad nutricional del forraje.

En cuanto a la disponibilidad y calidad nutricional del forraje en los sistemas evaluados, se encontró que la disponibilidad de forraje verde fue similar con tendencia a ser mayor en el SSP respecto al SPMG, lo que indica que la menor penetración de luz, dado el efecto de las especies arbóreas, no afecta la disponibilidad de forraje; así mismo, el forraje seco fue similar en los sistemas de pastoreo evaluados.

En cuanto a la calidad nutricional se encontraron valores similares para los sistemas de pastoreo, pero con una tendencia a ser mayor la proteína cruda en el SSP respecto al SPMG (tabla 4), causado, probablemente por una mejor calidad del suelo.

Tabla 4. Valores de calidad nutricional del forraje en los sistemas de pastoreo evaluados durante el estudio.

Variables	SSP	SPMG	Total general
Forraje verde (kg/ha)	9392,7 ^a ± 3174,5	7707,3 ^a ± 205,5	8550,0 ± 2078,5
	Pr>F 0,5318; R ² 0,2192		
Forraje seco (kg/ha)	2126,1 ^a ± 553,7	2158,7 ^a ± 98,7	2142,4 ± 325,3
	Pr>F 0,9421; R ² 0,0034		
Materia seca (%)	23,0 ^a ± 1,9	28,0 ^a ± 2,0	25,5 ± 3,3
	Pr>F 0,1206; R ² 0,7734		
Proteína cruda (%)	9,0 ^a ± 2,8	6,8 ^a ± 0,3	7,9 ± 2,1
	Pr>F 0,3845; R ² 0,3788		
FDN (%)	73,0 ^a ± 1,4	73,8 ^a ± 2,5	73,4 ± 1,7
	Pr>F 0,7351; R ² 0,0702		
FDA (%)	35,4 ^a ± 3,7	37,9 ^a ± 1,8	36,7 ± 2,8
	Pr>F 0,4804; R ² 0,2700		
EE (%)	1,7 ^a ± 0,4	1,5 ^a ± 0,7	1,6 ± 0,5
	Pr>F 0,6985; R ² 0,0910		
Ceniza (%)	6,6 ^a ± 0,1	6,2 ^a ± 0,5	6,4 ± 0,4
	Pr>F 0,4377; R ² 0,3162		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada variable (alfa <,05).

7.5. Desarrollo corporal bovino

En cuanto al desarrollo corporal bovino los resultados obtenidos indican un mayor peso acumulado de los animales dispuestos en el SSP respecto al SPMG, presentando 40,6 kg más de peso al día 104 de iniciado el estudio; esta tendencia a ser mayor el peso de los animales en el SSP se presentó durante todo el periodo de evaluación (tabla 5).

Lo anterior indica ganancias de peso de 691,4 g/día/animal en el SPMG durante el periodo de estudio y de 1.072,6 g/día/animal en el SSP (figura 3), siendo mayor esta última respecto al SPMG (tabla 6).

Tabla 5. Crecimiento acumulado ajustado a 450 kilos en las unidades experimentales en los sistemas de pastoreo evaluados durante el estudio (kg).

Día	SPMG	SSP	General
14	456,8 ^a ± 4,4	462,4 ^a ± 15,3	459,6 ± 11,0
	Pr>F 0,4749; R ² 0,0656		
35	456,7 ^a ± 15,0	480,9 ^a ± 22,5	470,5 ± 22,3
	Pr>F 0,1703; R ² 0,3388		
49	486,3 ^b ± 6,1	503,7 ^a ± 17,5	494,1 ± 14,7
	Pr>F 0,0732; R ² 0,3878		
70	495,8 ^b ± 14,1	524,8 ^a ± 12,5	510,3 ± 19,8
	Pr>F 0,0093; R ² 0,5916		
104	517,6 ^b ± 12,8	558,2 ^a ± 17,9	537,9 ± 25,9
	Pr>F 0,0035; R ² 0,6761		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada variable (Pr>|t| <,1).

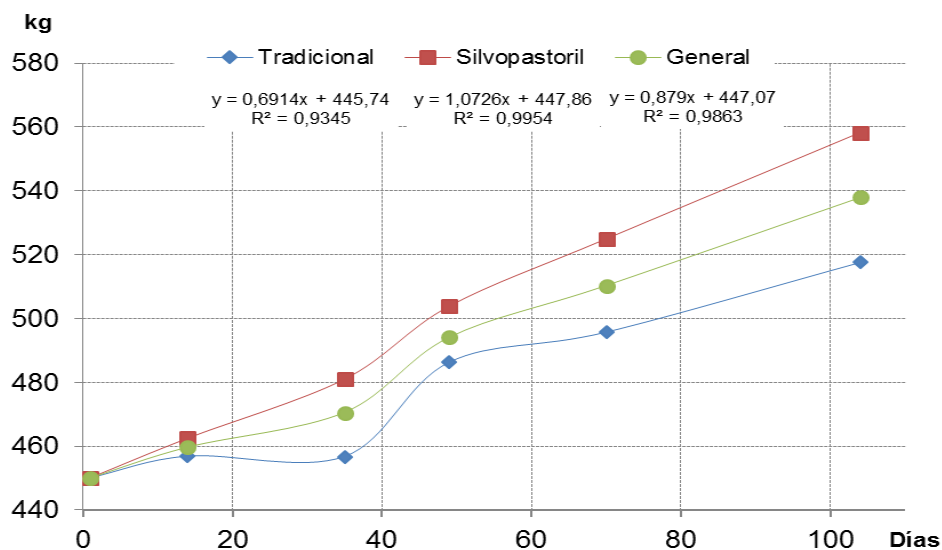


Figura 3. Ganancias diarias de peso animal promedio obtenidas en los sistemas de pastoreo evaluados durante el estudio.

Tabla 6. Ganancias de peso promedio ajustado a 450 kilos en las unidades experimentales en los sistemas de pastoreo evaluados durante el estudio (g/día).

Rango	SPMG	SSP	General
35 a 1	0,190 ^a ± 0,429	0,883 ^a ± 0,643	0,586 ± 0,636
	Pr>F 0,1711; R ² 0,3379		
70 a 35	0,596 ^a ± 0,040	0,580 ^a ± 0,197	0,587 ± 0,141
	Pr>F 0,8990; R ² 0,0036		
104 a 70	0,210 ^b ± 0,075	0,320 ^a ± 0,084	0,265 ± 0,095
	Pr>F 0,0612; R ² 0,3719		
104 a 1	0,650 ^b ± 0,123	1,040 ^a ± 0,172	0,845 ± 0,249
	Pr>F 0,0034; R ² 0,6790		

Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre sistemas de pastoreo para cada variable (Pr>|t| <,1).

8. Conclusiones

En su etapa adulta el yopo (*Anadenanthera peregrina*) presenta una altura total de 7,0 metros, diámetro de la copa de 7,6 m² y un porcentaje de oclusión del 28,9%; dichos porcentajes permiten disminuir la temperatura del micro clima, lo que repercute en un mayor confort de los animales y genera condiciones óptimas para el desarrollo de la cobertura vegetal.

La temperatura micro climática en el SSP fue menor (1.9 °C) ya que las especies arbóreas absorben parte de los rayos solares; no obstante la humedad relativa fue similar; lo anterior permite disminuir los efectos del estrés climático sobre los animales lo que mejora su productividad.

En el SSP se observaron suelos menos ácidos con un alto contenido de nutrientes dado la asociación de gramíneas, leguminosas y especies arbustivas; esta asociación permite reducir el uso de productos agroquímicos con lo que se mejora su potencial productivo en el largo plazo; adicionalmente se mejora el potencial de captura de carbono ya que los arreglos silvopastoriles logran almacenar mayores cantidades de carbono que los monocultivos.

La disponibilidad del forraje fue similar en los sistemas evaluados, con tendencia a ser mayor en el SSP, indicando que la menor penetración de luz no afecta esta variable; en cuanto a su calidad nutricional, se encontraron valores similares para los sistemas de pastoreo evaluados, con una tendencia a ser mayor la proteína cruda en el SSP, probablemente causado por una mejor calidad del suelo.

El desarrollo corporal bovino fue mayor en los animales dispuestos en el SSP durante todo el periodo de evaluación dado la mejor calidad del suelo, lo que repercute en una mejor calidad nutricional del forraje y por un mejor confort de los animales debido a las temperaturas del micro clima más bajas.

La divulgación de los resultados obtenidos podría incentivar el cultivo del yopo bajo arreglos silvopastoriles con lo que se lograría mejorar, no solamente indicadores de tipo productivo (ganancia de peso bovino), sino que además disminuiría la sobreexplotación de esta especie nativa de la cuenca del Orinoco, ya que su madera es la preferida para la preparación de la mamona (plato típico del Llano).

9. Recomendaciones

Se requiere continuar con estos tipos de investigación durante un mayor periodo de tiempo y con diferentes especies arbóreas para determinar cuáles son las más apropiadas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el piedemonte del Meta.

Las bondades de la implementación de sistemas silvopastoriles deben ser difundidas a nivel de los productores primarios (cría, levante, ceba, leche) con el fin de la pronta aceptación de esta tecnología.

10. Referencias bibliográficas

- Andrade, H.; Serrano, R. y Pinzón, M. 2010. Estructura, composición florística y características de copa del dosel de sombra en un sistema silvopastoril de árboles dispersos en potreros del Valle Cálido del Magdalena, Tolima, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, Vol. 3, No. 1.
- Arias J.; Balcázar A.; Hurtado R. 1990. Caracterización de los sistemas de producción de la ganadería bovina en Colombia. *Revista Coyuntura agropecuaria* 24: 83-105.
- Ausdal, S. 2008. II. Un mosaico cambiante: notas sobre una geografía histórica de la ganadería en Colombia, 1850 – 1950. En: *El poder de la carne*. Editorial Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. pp. 48-117.
- Departamento Nacional de Estadística. 2011. Datos DANE usos del suelo. Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). 2011. Sistema de Indicadores de Competitividad Regional. Recuperado el 13 de abril de 2013 en: <http://sicompito.dnp.gov.co/>.
- Jiménez, M. 2008. Conflicto, Ruralidad, Desarrollo y Reforestación. En revista: *Muebles y Madera*. Edición No. 3.
- Pérez, J. 2004. Los ciclos ganaderos en Colombia, 1950-2001. En: Documento de trabajo sobre economía regional. N° 44. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales – CEER. Cartagena – Colombia.
- Pezo, D e Ibrahim, M. 1996. Sistemas Silvopastoriles: Una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In: 1er. Foro Internacional sobre Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales. Veracruz, México. FIRA, Banco de México, Morelia, México. 39 p.
- Pezo, D.; Kass, M.; Benavides, J.; Romero, F.; Chávez, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: Devendra C. (ed). *Shrubs and tree fodders for farm animals*. Proceedings Workshop held in Denpasar, Indonesia IRDC. Ottawa, Canada. Pág. 163-165.
- Pezo, D.; Romero, F. e Ibrahim, M. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. In: Fernández-Baca, S. (ed.). *Avances en la producción de leche y carne en el Trópico Americano*. FAO, Santiago, Chile. Pág. 47-98.
- Preston, T. y Murgueitio, E. 1992. Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) y Swedish Agency for Research Cooperation (SAREC). CONDRIT, Cali, Colombia. Pág. 89.

- Ribazki, J. y Menezes, A. 2002. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi-árida Brasileña. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 9, N° 33-34.
- Rincón, A. 2004. Implementación de sistemas agropastoriles para mejorar la productividad de la Orinoquia colombiana. Primera Reunión de la Red Temática de Recursos Forrajeros. Corpoica.
- Santana, D.; Camacho, C.; Estévez, L.; Gutiérrez, J.; Gómez, M.; García, G.; Rozo, M. y Ballesteros, H. 2009. Competir e Innovar, La ruta de la industria bovina. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena cárnica bovina en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá – Colombia.
- Shapiro, S. and Wilk, M. 1965. An Analysis of Variance Test for Normality (complete samples). *Biometrika*, 52, pp 591 - 611.
- Somarriba, E. 1992. Revisiting the past: an essay on the agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19: 233-240.
- Thomas, R. Mechanistic understanding and models of soil chemical, physical and biological processes in agropastoral and sequential crops productions systems. In: CIAT. Annual Report. Cali: CIAT. 1995. P. 60.
- Vásquez, R.; Ballesteros, H.; Nivia, A.; Muñoz, C.; Barrera, G.; Pulido, J.; Sánchez, L.; Rodríguez, G. y Martínez, R. 2005. Patrones tecnológicos y calidad de la carne bovina en el Caribe colombiano. Ed. Produmedios. Bogotá – Colombia.
- Viloria, J. 2009. Geografía económica de la Orinoquia. En: Documento de trabajo sobre economía regional. N° 113. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales – CEER. Cartagena – Colombia.