

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Effect of the renewal technology pasture of *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus on meat production in the North Coast of Colombia

Efecto sobre la producción de carne de la aplicación de tecnologías de renovación de praderas de *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus en la Costa Norte Colombiana

Yasmín Socorro Cajas-Girón¹, Wilson Andrés Barragán Hernández¹, Luis Carlos Arreaza-Tavera¹, Jorge Argüelles-Cárdenas¹, Edgar Amézquita-Collazos², Yesid Abuabara-Pérez¹, Blas Panza-Tapia¹, Carlos Lascano-Aguilar²

ABSTRACT

One of the factors that significantly limits the competitiveness and sustainability of the livestock sector in the Caribbean region is the degradation of soils and pastures. The objective of this study was to assess, on farms engaged in the production of meat in the Atlántico department, the effect of pasture renewal technologies, such as mechanical intervention with vertical tillage, establishment of a new grass, application of a fertilization plan and grazing rotation, on meat production. Three farms were selected in which a baseline was established in 2007 and subsequently, in 2008 and 2009, the effect of the renovation on the production of forage and meat was evaluated. Forage availability was determined in both the renewed and non-renewed pastures; and each month, the weight of the animals was recorded. The data were analyzed using a randomized block design with factorial arrangement. There was a significant effect of the applied technology on pasture production in both the wet season and the dry season ($P < 0.05$). The effect was greater in the wet season than in the dry season ($P < 0.05$). The recovered pasture had 1.5 times more forage in comparison with the control pasture (21.9 vs. 8.9 t DM ha⁻¹). In the dry season, the applied technology decreased the detrimental effect of water stress, producing twice the amount of forage than the control pasture in the same period (5.2 vs. 2.5 t DM ha⁻¹). The recovered pasture in the dry and wet seasons also positively affected total beef production. Meat production was higher in the rainy season than during the dry season (353 kg vs. 171 kg ha⁻¹). The overall average indicated that meat production per unit area was 4 times higher in the recovered pasture than in the control pasture (859 kg vs. 171 kg ha⁻¹). The results showed that pasture renewal technologies on farms in the Atlántico department provide significant improvements for forage and meat production per unit area that could have effects on the farmers incomes.

Key words: tillage, degradation, fertilization, rotational grazing

Fecha de recepción: 14/04/2012
Fecha de aceptación: 16/11/2012

¹ Centro de Investigación Turipaná, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Cereté (Colombia). ycajas@corpoica.org.co

² Física de Suelos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Palmira (Colombia).

RESUMEN

Uno de los factores que limitan de manera importante la competitividad y sostenibilidad del sector ganadero de la región Caribe es la degradación de suelos y praderas. El objetivo del estudio fue evaluar en fincas del departamento del Atlántico y dedicadas a la de producción de carne, el efecto de las tecnologías de renovación de praderas como la intervención mecánica con labranza vertical, establecimiento de una nueva gramínea, aplicación de un plan de fertilización y pastoreo rotacional, sobre la producción de carne. Se seleccionaron tres fincas en las cuales se estableció una línea base en el año 2007 y posteriormente en los años 2008 y 2009 se evaluó el efecto de la renovación sobre la producción de forraje y carne. Se determinó la disponibilidad de forraje tanto en la pradera renovada como en la pradera sin renovación y cada mes se registró el peso de los animales. Los datos se analizaron empleando un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial. Los resultados mostraron un efecto significativo de la renovación de praderas en la producción de forraje, tanto en época seca como lluviosa ($P < 0.05$). El efecto fue mayor en la época lluviosa que en la época seca ($P < 0.05$). Las praderas renovadas tuvieron en promedio 1,5 veces más forraje que la pradera testigo (21,9 vs. 8,9 t de MS ha⁻¹). Durante el período seco, la tecnología de renovación disminuyó el efecto negativo del estrés hídrico, manteniendo una producción promedio de forraje que duplicó la registrada durante el mismo período en la pradera sin intervención (5,2 vs. 2,5 t de MS ha⁻¹). En la producción total de carne también se observó un efecto de renovación de praderas tanto en época seca como lluviosa. El efecto de la tecnología en producción de carne fue mayor en la época de lluvias que en la época seca (353 vs. 163 kg ha⁻¹). El promedio general indicó que la producción de carne por unidad de área fue 4 veces mayor en la pradera renovada que en la pradera testigo (859 vs. 171 kg ha⁻¹). Los resultados mostraron que la aplicación de tecnologías de renovación de praderas a nivel de finca en el departamento del Atlántico se logra aumentos significativos en producción de forraje y producción de carne por unidad de área lo cual tendría repercusiones en los ingresos de los productores.

Palabras clave: labranza, degradación, fertilización, pastoreo rotacional

INTRODUCCIÓN

En los sistemas ganaderos de la región Caribe colombiana, la alimentación de los bovinos depende casi exclusivamente del forraje producido en las praderas. Durante los largos períodos de sequía que cada año se presentan en la zona, la producción y calidad del forraje se reducen en forma dramática, constituyéndose en la principal causa de los bajos índices zootécnicos de la ganadería regional. Los sistemas ganaderos en la región Caribe presentan actualmente baja eficiencia biológica y económica, lo cual obedece en parte a la baja calidad nutricional y disponibilidad de las gramíneas nativas o introducidas principalmente durante la prolongada estación seca. El problema es más preocupante por el avanzado estado de degradación que es común en la mayoría de las áreas de pastoreo. Esta limitación conlleva a que los hatos ganaderos de la región presenten bajos índices zootécnicos, tales como producciones de carne menores a 300 kg ha⁻¹ - año y edad al sacrificio mayor a 3 años (Pérez-García *et al.*, 1998), baja producción de leche por lactancia (800-1,140 L/vaca) e intervalos largos entre partos (420-470 d). Esta baja productividad animal repercute negativamente en la generación de ingresos para los productores y en baja competitividad de la ganadería regional. La degradación del suelo y de pasturas también resulta en pérdida de biodiversidad, en pérdidas drásticas de materia orgánica y el consiguiente descenso en los almacenamientos totales de carbono y otros nutrientes del suelo (Cajas-Girón *et al.*, 2003).

La recuperación de suelos y praderas degradadas es en consecuencia, el punto de entrada de un proceso que tiene como objetivo, inducir cambios positivos en las condiciones de producción de los hatos de leche y/o de carne en la región Caribe para mejorar su rentabilidad y así su posición competitiva en los mercados externos dentro del contexto de nuevos escenarios de acuerdos internacionales de libre comercio, a la vez que se promueve una mayor provisión de servicios ambientales en la región.

El mejoramiento de la capacidad productiva del suelo y la pradera, se reflejara en incrementos productivos en la región. Esto se demostró en el Magdalena Medio, en donde se incrementó la producción de forraje en más del 50% mediante un sistema de renovación usando labranza vertical (Cuesta *et al.*, 2005a). Este mejoramiento en la producción de forraje en cantidad y calidad (incremento de la proteína cruda de 6,3% a 8,5%) significó una ganancia diaria por animal de 200 g más en relación a la pradera sin renovar (Cuesta *et al.*, 2005a). En las sabanas de Sucre, la rehabilitación de un área degradada mediante la renovación física y química de la pradera, resultó en incrementos en la oferta forrajera del orden del 214%, lo cual significó aumentos con tasas diarias de crecimiento

animal en 40% (Cajas-Girón *et al.*, 2004), lo que a su vez mejoró la rotación del capital invertido en los animales al sacrificarse en el 70% del tiempo.

La renovación de una pradera consiste en la restitución de su capacidad productiva por unidad de área, hasta alcanzar niveles biofísicos aceptables. El término renovación, supone que es necesario introducir especies forrajeras productivas para reemplazar especies en las praderas a intervenir que se degradaron por mal manejo. La compactación de los suelos en las praderas degradadas es un fenómeno muy frecuente; por ello es común recomendar un subsolador como parte del proceso de recuperación. En la mayoría de los casos de compactación del suelo, un trabajo de labranza de poca profundidad sería suficiente para crear las condiciones favorables del suelo que son necesarias para la rehabilitación de la pradera o para el establecimiento de nuevas plantas (Spain y Gualdrón, 1988). Estudios recientes de Corpoica (2010), indicaron que la renovación física (labranza vertical) y química (fertilización) de una pradera de *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus (colosuana), común en Córdoba y Sucre, redujo los valores de resistencia mecánica en el suelo de 3 a 1 MPa, un año después de la intervención y que está asociado con menores limitaciones al desarrollo radicular de las plantas. Paralelamente con las intervenciones, la infiltración de agua en el suelo mejoró significativamente pasando de un valor de 21 mm h⁻¹ antes de la intervención a 81 mm h⁻¹.

La gramínea colosuana prácticamente desaparece bajo condiciones de sequía, observándose reducciones de hasta 83% (Cajas-Girón *et al.*, 2004). Sin embargo, en praderas renovadas y fertilizadas se logra mantener una buena disponibilidad de forraje a través de la época seca (1000 - 1100 kg ha⁻¹ de materia seca (MS)), bajo condiciones de sabana. Aun así, su valor nutricional en términos de contenido de proteína cruda no sobrepasa del 7% y 6% en período lluvioso y seco, respectivamente (Cuadrado *et al.*, 1996). La recuperación de praderas degradadas y la implementación de tecnologías que logren dinamizar el sector primario de la cadena cárnica y por ende el sector de comercialización y transformación, redundará en mayor generación de empleo y especialmente de mejor calidad.

El objetivo de este estudio, fue evaluar los efectos de la renovación de praderas con la introducción de *Panicum maximum* cv. Tanzania, sobre la producción de carne en fincas con niveles severos de degradación de suelos en el departamento del Atlántico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de fincas, fertilización y establecimiento

En el departamento del Atlántico se seleccionaron tres fincas con niveles severos de degradación de suelos y praderas.

Se renovaron 10 ha en las fincas Ayacucho (Baranoa), La Floresta (Galapa) y Rancho Grande (Luruaco) en el año 2007, y se evaluó su productividad mediante la determinación del crecimiento animal durante los años 2008 y 2009. La tecnología de renovación consistió en la aplicación de un pase de rastra pesada, con la finalidad de romper los primeros 5 o 10 cm de suelo compactados, destruir e incorporar el material vegetal existente en la pradera, y lograr posteriormente una penetración del arado de cincel o del renovador de praderas entre 30 y 40 cm (los cuerpos del cincel fueron separados a 30 cm). Finalmente se realizaron entre uno y dos pases de rastrillo para pulir y ofrecer buenas condiciones de suelo para la germinación de la semilla.

Se utilizó la gramínea *Panicum maximum* cv. Tanzania, como nueva opción forrajera y se utilizaron entre 8 y 10 kg ha⁻¹ de semilla. La siembra se realizó de forma manual, utilizando una boleadora Lhaura con capacidad de 12 kg. Previo a la siembra de la gramínea se fertilizó el área de acuerdo al análisis de suelo, utilizando DAP, sulfato de amonio (SAM) y KCl, en dosis de 50, 100 y 50 kg ha⁻¹, respectivamente. A los 60 días después de la siembra (dds) se aplicó 50 kg ha⁻¹ de SAM.

Pastoreo y manejo

En las fincas intervenidas se implementó un sistema de pastoreo rotacional de 10 potreros con periodos de ocupación de 3 d y 27 d de descanso. Las divisiones para la rotación fueron de 1 ha, con cerca eléctrica. El pastoreo se inició en la época seca, 120 d después del establecimiento de la pradera.

Se utilizaron animales de levante para el caso de las fincas La Floresta y Rancho Grande, con el biotipo racial disponible en ese momento. Para el caso de la finca Ayacucho, se utilizaron novillas recién destetas, con un alto porcentaje de Pardo Suizo.

El pastoreo se manejó con el sistema de animales volantes (quitar y poner), de tal forma que la carga animal en las praderas renovadas se impuso con base en el forraje disponible de la pradera que se estimó con el método de frecuencia modificado por Hoyos *et al.* (1995). Se registró el peso vivo de los animales mensualmente utilizando una báscula portátil TRUE-TEST con capacidad para 3.000 kg, con el cual se obtuvo la ganancia de peso, parámetro que fue utilizado como indicador de productividad de la pradera intervenida.

Evaluación de pasturas renovadas con ganado para producción de carne

Con el fin de determinar la capacidad de carga y calidad de las praderas renovadas se tuvo en cuenta: a) llevar un regis-

tro de los días de ocupación y descanso de cada potrero (unidades experimentales) y b) medir la cantidad de la biomasa disponible mensualmente y c) medir la calidad bromatológica dos veces al año (época de lluvias y período seco). Se tomaron muestras de forraje de gramínea tanto en la pradera renovada como en la pradera testigo (colosuana sin renovar) para determinar digestibilidad *in vitro*, proteína cruda (PC9), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), fósforo (P) y calcio (Ca) (Mendoza y Lascano, 1986).

Análisis estadístico

Para determinar la eficiencia en producción de carne por unidad de superficie en las praderas renovadas, comparadas con las praderas bajo manejo del productor, se partió de la hipótesis nula de que no existía diferencia entre la producción de forraje (MSV) y la ganancia total de peso por hectárea (GTH) entre las praderas renovadas y las praderas testigo.

El análisis de los datos se realizó empleando un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial. Las fincas fueron tomadas como factor de bloqueo, y el tratamiento y la época del año como fuentes de variación. El análisis de varianza se realizó mediante el procedimiento GLM del programa estadístico SAS® (versión 9.2). Los promedios fueron comparados mediante la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). La prueba de normalidad y homocedasticidad sobre los residuales validaron el uso del test Kruskal-Wallis y Levene, respectivamente. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + T_j + E_k + T^*E_{jk} + e_{ijkl} \quad (1)$$

Y_{ijkl} = Variable aleatoria observada (kg ha⁻¹ de MS; Kg ha⁻¹ de PV)

μ = Media general.

B_i = Efecto de i-esimo bloque (finca)

T_j = Efecto del j-esimo tratamiento (renovado – no renovado)

E_k = Efecto de la k-esima época (lluvia – sequía)

T^*E_{jk} = Efecto de la interacción entre el j-esimo tratamiento y la k-esima época.

e_{ijkl} = error aleatorio; $N(0,1)$ varianza constante σ^2

Los datos correspondientes a la calidad bromatológica evaluada en el período seco y lluvioso fueron analizados utilizando estadísticas descriptivas.

RESULTADOS

Calidad nutricional de las praderas renovadas y no renovadas

En la Tabla 1, se presentan los resultados de calidad forrajera en las praderas renovadas y no renovadas,

durante la época de lluvia y sequía. Los resultados muestran como era de esperarse, que la calidad forrajera (DIVMS y PC), disminuyera al pasar del período lluvioso al seco. Sin embargo, la reducción en calidad del forraje en oferta fue más evidente en las praderas no renovadas, alcanzando valores de reducción del orden de 21% a 38% en DIVMS y 20% a 71% en PC a través de fincas evaluadas. En las praderas renovadas la reducción solo fue del 19% y 57%, para DIVMS y PC, respectivamente.

Tabla 1. Calidad nutricional del forraje en oferta (%) para las praderas renovadas y sus testigos en las fincas intervenidas del departamento del Atlántico

Finca	Época	Tratamiento	DIV-MS	PC	FDN	FDA	Cenizas	Ca	P
Ayacucho	Período lluvioso	Renovado	55,4	8,0	66,6	39,4	10,3	0,3	0,1
		Testigo	54,6	6,1	68,0	40,8	11,1	0,3	0,1
	Período seco	Renovado	47,3	4,8	79,4	49,1	9,9	0,5	0
		Testigo	42,9	3,9	79,2	47,9	11,1	0,4	0
Rancho grande	Período lluvioso	Renovado	57,1	9,3	74,2	40,5	8,6	0,3	0,1
		Testigo	55,3	10,9	65,3	42,1	11,3	0,4	0,2
	Período seco	Renovado	57,2	6,5	79,0	43,7	9,8	0,4	0,2
		Testigo	34,3	8,7	76,8	50,5	17,7	0,6	0,0
Floresta	Período lluvioso	Renovado	54,3	10,8	68,6	40,1	10,4	0,5	0,2
		Testigo	58,1	8,7	72,1	35,2	9,0	0,3	0,2
	Período seco	Renovado	43,7	4,6	73,0	45,8	11,6	0,4	0
		Testigo	41,9	2,5	77,3	53,5	13,1	0,4	0,1

Rendimientos de forraje y producción de carne

El efecto de renovación de las praderas en disponibilidad de forraje fue evidente ($P \leq 0,05$) tanto en época seca como lluviosa, pero el efecto fue mayor en época lluviosa (Figura 1). En la época lluviosa la disponibilidad de forraje fue en promedio 1,9 veces más alta que en el período seco. En promedio las praderas renovadas produjeron 1,5 veces más forraje ($21,9 \text{ t ha}^{-1}$) que la pradera sin intervención ($8,9 \text{ t ha}^{-1}$) durante el período de evaluación.

Los resultados de producción de carne por hectárea mostraron que en el tratamiento de renovación, la producción de carne fue de 860 kg ha^{-1} , superando ($P \leq 0,05$) cuatro veces lo registrado en la pradera sin intervención (171 kg ha^{-1}). Sin embargo, se encontró una interacción de tratamiento con época del año (Tabla 2). El efecto de intervención en producción de carne fue mayor en la época de lluvias que en la época seca (353 and 163 kg ha^{-1} , respectivamente).

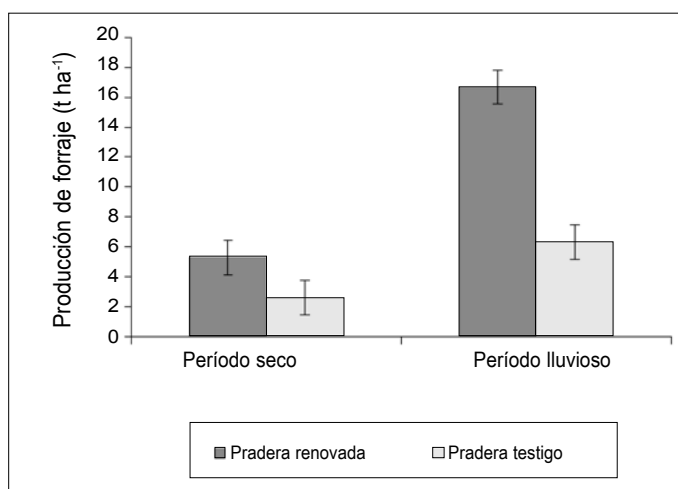


Figura 1. Producción de forraje en praderas renovadas y no renovadas en el departamento del Atlántico

Tabla 2. Producción de carne en praderas renovadas y no renovadas en el departamento del Atlántico

Tratamiento	Período seco	Período lluviosos	P-Valor tratamiento	p-Valor época	p-valor interacción
Pradera Renovada	279 aA	580 bB	0,0003	0,0033	0,0212
Pradera Testigo	46 aC	125 bC			

Letras iguales en minúscula indican diferencia significativa entre tratamientos y entre épocas con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Letras iguales en mayúscula indican diferencias entre tratamientos dentro de la misma época con la prueba Tukey ($P \leq 0,05$)

DISCUSIÓN

La calidad de forraje en términos de DIVMS siempre fue superior en las praderas renovadas, comparadas con las praderas testigo. Sin embargo, esta variable de calidad estuvo por debajo del 60% que es el valor establecido como óptimo en forrajes de buena calidad (Rinehart, 2008). En términos de PC, la calidad forrajera durante la época seca fue inferior al 7% que es el valor crítico por debajo del cual se afecta el consumo (Leng, 1992).

Los mayores valores de digestibilidad en la pradera renovada, comparados con la pradera testigo, pueden atribuirse al manejo rotacional impuesto, ya que mediante este manejo, se controló el crecimiento del forraje en oferta lo cual resultó en rebrotes de mejor calidad por la remoción periódica a intervalos cortos de tiempo. En un trabajo de Cuesta *et al.* (2005a) se encontró que en un sistema rotacional de pastoreo el forraje en oferta presentó mayores contenidos de proteína, concentraciones de calcio y fósforo, y menor contenido pared celular (FDA y FDN), comparado con el pastoreo alterno. En otros estudios se reportaron valores superiores de DIVMS y PC para 'Tanzania' cosechada entre los 28 y 30 d de edad con fertilización nitrogenada (França *et al.*, 2007; Euclides y Medeiro, 2003) y sin fertilización nitrogenada (Verdecia, *et al.*, 2008; Velázquez *et al.*, 2010; Sá *et al.*, 2010).

La pérdida en calidad forrajera al pasar de la época de lluvias al período seco encontradas en este trabajo, y específicamente en la calidad proteica de la gramínea, han sido ampliamente reportadas para la región del Caribe colombiano como consecuencia del severo estrés hídrico y avanzado estado de degradación de las praderas (Cajas-Girón *et al.*, 2008; Cajas-Girón *et al.*, 2005; Cajas-Girón 2002; Cuesta *et al.*, 2005; Cuadrado *et al.*, 2005; Cuadrado *et al.*, 2004; Montoya *et al.*, 2003). Sin embargo, cabe resaltar que los resultados obtenidos en el presente estudio indican que con la aplicación de prácticas de renovación de praderas aplicadas en las fincas del Atlántico, la reducción de PC en el forraje en oferta debido a época seca es menor que el encontrado en praderas no renovadas que puede ser de hasta un 50% (Cajas-Girón, 2002).

La producción de forraje (kg ha⁻¹ de MVS) fue significativamente superior en la pradera renovada comparada con la pradera testigo. Estos resultados indican que la intervención mecánica logra vencer los procesos de compactación del suelo y posibilita una mejor expresión fenotípica del recurso forrajero establecido. En otros estudios también se ha reportado resultados positivos con la aplicación de labranza vertical en la región del Caribe Colombiano. Por ejemplo, Cuesta *et al.* (2005a) y Cajas-Girón *et al.* (2005) encontraron que en praderas *B. pertusa* y *D. aristatum*, la producción de MS aumentó en más del 100% con prácticas de renovación. En los Llanos Orientales Rincón (2005), también encontró un efecto significativo debido a la renovación mecánica, la cual aumentó la producción de forraje en praderas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. En estudios llevados a cabo en Venezuela (Sanabria *et al.*, 2006) y en Brasil (Bomfin *et al.*, 2003; Doutra, 2010) en praderas con especies del género *Brachiaria* y *Panicum*, se demostró que la intervención mecánica y química, mediante el uso de labranza profunda, resultó en aumentos de producción de materia seca por unidad de superficie comparada con la praderas degradadas (sin mecanización). Estos resultados se sustentan en el hecho de que el mejoramiento físico del suelo que provee la labranza vertical, mejora la capacidad de infiltración del agua, la capacidad de aireación, la distribución de elementos nutritivos y la penetración de raíces (Amézquita, 2002).

Como era de esperarse, el estrés hídrico en las praderas durante el período de poca precipitación disminuyó significativamente la producción de forraje, siendo mayor el efecto de reducción (62%) en praderas renovadas que en praderas no renovadas como consecuencia del mayor volumen de producción. Sin embargo, cabe resaltar que se observó una mayor disponibilidad promedio de forraje en la pradera con renovación durante el período seco, posiblemente debido a una mejor distribución y

almacenamiento de agua en el suelo, y disminución en la resistencia mecánica a la penetración de raíces para explorar más y obtener recursos a mayor profundidad. Resultados en los que se ha evidenciado mejoras físicas del suelo en los procesos de renovación de praderas han sido publicados por Cuesta *et al.* (2005a), Cajas-Girón *et al.* (2008 y 2005) y Rincón (2005).

La producción de carne como resultado de la renovación de praderas fue mayor en las fincas evaluadas en comparación con la producción de carne en las praderas no intervenidas. La mayor producción de carne fue notoria durante la época seca, lográndose producir hasta cuatro veces más carne que en la pradera sin intervención. Estos resultados sugieren que las tecnologías implementadas logran disminuir el efecto negativo de la época seca en la producción de carne al reducir la estacionalidad de la producción de forraje, lo que representa un menor tiempo de permanencia de los animales en los procesos de levante y ceba. Estudios que muestran un efecto positivo de la renovación de praderas en la productividad animal también han sido reportados por Cajas-Girón *et al.* (2005) y Cuesta *et al.* (2005) para la región Caribe y valles interandinos y por Rincón (2005) para los Llanos Orientales de Colombia.

Es importante resaltar que pese a que en el período seco el forraje en oferta presentó niveles marginales de proteína en todas las fincas evaluadas, los animales ganaron peso en la pradera renovada posiblemente debido a que la mayor disponibilidad de forraje favoreció la capacidad de selección de los animales. Resultados similares a los obtenidos en este estudio en praderas de Tanzania, aunque estimados por diferentes métodos y con animales en estado fisiológico diferente, fueron reportados por Suárez *et al.* (2001), Brancio *et al.* (2003) y Neto *et al.* (2006).

CONCLUSIONES

La renovación de praderas degradadas mediante prácticas de labranza vertical de los suelos, fertilización, introducción de *P. maximum* cv. Tanzania y sistemas rotacionales de pastoreo, demostró ser una alternativa que favorece la producción de materia seca en la pradera, lo cual a su vez se traduce en mayor producción de carne por unidad de superficie. Por otra parte, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la tecnología de renovación utilizada logra mitigar el efecto negativo de la época seca sobre la estacionalidad de la producción de carne, permitiendo reducir el tiempo de permanencia de los animales en las fases de crecimiento en levante y ceba, lo cual contribuye a mejorar ingreso de productores y competitividad de los sistemas ganaderos en la región Caribe.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amézquita E. 2002. Desarrollo de una capa arable: un concepto esencial para aumentar la productividad y la sostenibilidad de suelos en los Llanos Orientales de Colombia. *Suelos Ecuat* 32:198-205.
- Bomfim E, Pinto J, Salvador N, Morais A, Andrade I, Almeida O. 2003. Efeito do tratamento físico associado a adubação em pastagem degradada de *Brachiaria*, nos teores de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. *Cienc Agrotec* 27(4):912-920.
- Brancio P, Nascimento Junior D, Euclides V, Fonseca D, Ailmeida R, Macedo M, Barbosa R. 2003. Avaliação de tres cultivares de *Panicum maximum* Jaq. Sob pastejo: composição da dieta, consumo de materia seca e ganho de peso animal. *R Bras Zootec* 32(5), 1037-1044.
- Cajas-Girón YS. 2002. Impacts of tree diversity on the productivity of silvopastoral systems in seasonally dry areas of Colombia [tesis de doctorado]. Bangor, UK: University of Wales.
- Cajas YS, Rondón M, J Ramírez, E Amézquita, M Rivera. 2003. Silvopastoral systems to improve cattle productivity and reduce greenhouse gas emissions. Annual report project PE6. Palmira, Colombia: CIAT. pp. 33-40.
- Cajas-Girón YS, Martínez J, Sánchez C, Panza BD. 2004. Desarrollo e implementación de estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y sostenibilidad de sistemas ganaderos de doble propósito en las Sabanas de Córdoba y Sucre. Documento de Trabajo No. 4. Montería, Colombia: Corpoica.
- Cajas-Girón YS, Panza B, Martínez J, Sánchez C, Bedoya A. 2008. Sistemas silvopastoriles. Montería, Colombia: Corpoica.
- Corpoica. 2010. Implementación y difusión de tecnologías para rehabilitación de praderas degradadas en el sistema de producción de carne en los departamentos de Córdoba, Sucre y Atlántico. Cereté, Colombia: CI Turipaná, Corpoica.
- Cuadrado H, Ballesteros J, Torregroza L. 1996. Producción, composición química y digestibilidad del pasto colosua (*Bothriochloa pertusa*) en diferentes épocas y edad de rebrote. *Proyección Investigativa* 4:89-95.
- Cuadrado H, Torregroza L, Jiménez N. 2004. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. *Rev MVZ* 9(2):438-443.
- Cuadrado H, Torregroza L, Garces J. 2005. Producción de carne con machos en ceba en pastoreo de pasto híbrido Mulato y *Brachiaria decumbens* en el Valle del Sinú. *Rev MVZ* 10(1):573-580.
- Cuesta MPA, Mateus EH, Barros HJ, Cajas GS, Martínez AJ, Sánchez VC. 2005a. Estrategias de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería en las regiones Caribe y valles interandinos. En: Cuesta PA, editor. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos. Bogotá. pp. 43-66.
- Cuesta P. 2005b. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería en el trópico colombiano. *Rev Corpoica* 6(2):5-13.
- Doutra J. 2010. Recuperação de pastagem degradada com tratamentos físicos-mecânicos associados aos tratamentos químicos. *Anuario da produção de iniciação científica discente* 12(14):371-383.
- Euclides V, Medeiros S. 2003. Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil. Campo Grande, Brasil: Embrapa.
- França A, Borja A, Oliveira E, Soarez T, Miyagi E, Souza V. 2007. Parâmetros nutricionais do capim-tanzânia sob doses crescentes de nitrogênio em diferentes idades de corte. *Ciênc Anim Bras* 8(4):695-703.
- Hoyos P, García O, Torres M. 1995. Manejo y utilización de pasturas en suelos ácidos de Colombia. Fascículo 4 de la Serie "Capacitación en Tecnología de Producción de Pastos". Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Leng RA, Bird SH, Klieve A, Choo BS, Ball FM, Asefa G, Brumby P, Mudgal VD, Chaudhry UB, Haryono SU, Hendratno N. 1992. The potential for tree forage supplements to manipulate rumen protozoa to enhance protein to energy ratios in ruminants fed on poor quality forages. En: Legumes trees and other trees as protein sources for livestock. Proceedings of the Food and Agriculture Organization Expert Consultation held at the Malaysian Agricultural Research and Development Institute (MARDI) in Kuala Lumpur, Malaysia. pp. 177-191.
- Mendoza P, Lascano C. 1986. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. En: Lascano C, Pizarro E, editores. Evaluación de pasturas con animales: alternativas metodológicas. Cali, Colombia: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT); CIAT. pp. 143-165.
- Montoya J, Torregroza L, Palomino M, Gonzáles M, Cuadrado H, Reza S, Gómez U. 2003. Análisis técnico y económico de un modelo de producción de carne en el Valle del Sinú. *Rev MVZ* 8(1):265-272.
- Neto M, Euclides V, Nascimento D, Miranda L, Fonseca D, Oliveira M. 2006. Consumo e tempo diário de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. *R. Bras. Zootec.* 35(1):60-66.
- Pérez-García J, Martínez G, Alvarado LY, Ossa G. 1998. Características productivas y reproductivas de fincas del sistema doble propósito en el departamento de Córdoba. Cereté. Colombia: Corpoica. pp. 21-27.
- Rincón A. 2005. Producción de carne bovina en praderas renovadas con *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en el Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia. *Rev. Corpoica* 6(2):28-36.
- Rinehart L. 2008. Ruminant nutrition for graziers. Publication No. IP318. En: ATTRA, <https://extension.usu.edu/rangelands/files/uploads/Ruminant%20Nutrition/Ruminant%20nutrition%20grazing.pdf>; consulta: octubre, 2012.
- Sá J, Pedreira M, Silva F, Bonomo P, Figueiredo M, Menezes D, Almeida T. 2010. Fraccionamento de carbohidratos e proteínas tropicais cortadas em tres idades. *Arq Bras Med Vet Zootec* 63(3):667-676.
- Sanabria D, Acuña R, Marcano M, Barrios R, Rivas E, Rodríguez I. 2006. Evaluación de tres sistemas de labranza en la recuperación de una pastura degradada de *Brachiaria humidicola*. *Zoot Trop* 24(4):417-433.
- SAS. 1992 User's guide: Statistics. Version 9.2. Cary, NC: SAS Institute.
- Suárez J, Salman A, Berchielli T, Aroeira L, Veneque R. 2001. Predição do consumo voluntário do Capim-Tanzania (*Panicum maximum* cv. Tanzania), sob pastejo, por vacas em lactação, a partir das características de degradação. *R Bras Zootec* 30(6S):2176-2182.
- Spain J, Gualdrón R. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. En: Lascano C, Spain J, editores. Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos experiencias y enfoques de investigación. Cali, Colombia: CIAT.
- Velásquez P, Barchielli T, Reis R, Rivera A, Dian P, Texeira I. 2010. Composição química, fracionamento de carbohidratos e proteínas e digestibilidade *in vitro* de forrageiras tropicais em diferentes idades de corte. *R Bras Zootec* 39(6):1206-1213.
- Verdecia D, Ramirez J, Leonard I, Pascual Y, López Y. 2008. Rendimiento y componentes del valor nutritivo del *Panicum maximum* cv. Tanzania. *REDVET* 9(5):1-8.