

2015-07-01

Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum maximum* cv. Massai en la hacienda Guachicono del Bordo, Patía (Cauca)

Freddy Leandro Ruíz Hernández
Fedegan, freddlhr@gmail.com

Edhi Giovana Rodríguez Caro
revistacienciaanimal@lasalle.edu.co

Jorge Pinzón
revistacienciaanimal@lasalle.edu.co

Héctor José Anzola Vásquez
Fedegan, hanzola@fedegan.org.co

Luis Fernando Castro
revistacienciaanimal@lasalle.edu.co

Follow this and additional works at: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ca>

Citación recomendada

Ruíz Hernández, Freddy Leandro; Rodríguez Caro, Edhi Giovana; Pinzón, Jorge; Anzola Vásquez, Héctor José; and Castro, Luis Fernando (2015) "Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum maximum* cv. Massai en la hacienda Guachicono del Bordo, Patía (Cauca)," *Revista Ciencia Animal*: No. 9 , Article 9. Disponible en:

This Artículo de Investigación is brought to you for free and open access by the Revistas descontinuadas at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Revista Ciencia Animal by an authorized editor of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum máximo cv. Massai* en la hacienda Guachicono del Bordo, Patía (Cauca)

Establishment and evaluation of Guinea grass Panicum maximum cv. Massai in the Guachicono del Bordo Farm, Patía (Cauca)

FREDDY LEANDRO RUIZ HERNÁNDEZ

Médico veterinario zootecnista, profesional Gerencia de Proyectos Estratégicos, Fedegan
freddlhr@gmail.com

EDHI GIOVANA RODRÍGUEZ CARO

Zootecnista, Esp., MSc.

JORGE PINZÓN

Médico veterinario, PhD.

HÉCTOR JOSÉ ANZOLA VÁSQUEZ

Médico veterinario zootecnista, MSc., PhD., coordinador de Investigación y Desarrollo, Fedegan-FNG
hanzola@fedegan.org.co

LUIS FERNANDO CASTRO

Ingeniero agrónomo

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la adaptación y producción del *Panicum máximo cv. Massai* en la región del Bordo (Cauca, Colombia). Para ello se contó con una hectárea disponible, se utilizó semilla importada de Brasil y se sembró una densidad de 5 kg/ha. Una vez establecida la pradera, se tomaron muestras y se midieron variables, lo que se llevó a cabo en tres etapas: a los treinta, a los sesenta y a los noventa días. Las variables que se midieron fueron producción por metro cuadrado, producción por hectárea, producción por año, altura de la planta y largo de la raíz. Por último, se tomaron muestras de forraje para realizar un análisis de la calidad nutricional, con el fin de poder evaluar el contenido de nutrientes en cada una de las edades y observar cuál es su tendencia. Productivamente, el pasto mostró congruencia con los datos

RECIBIDO: DICIEMBRE 2 DEL 2014. APROBADO: MARZO 12 DEL 2015

— Cómo citar este artículo: Ruiz Hernández, F. L., Rodríguez Caro, E. G., Pinzón, J., Anzola Vasquez, H. J. y Castro, L. F. (2015). Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum máximo cv. Massai* en la hacienda Guachicono del Bordo, Patía (Cauca). *Revista Ciencia Animal*, (9), 125-154.

reportados previamente, calculando una producción de materia seca por año de 24,16 t. Asimismo, el contenido nutricional del pasto también mostró congruencia en algunos datos como la materia seca al día 30, arrojando un contenido de 22,8%. La altura tuvo un promedio de 74,50 cm al día 90, coincidiendo con el rango de altura reportado para *Panicum máximum cv. Massai*, mientras que la proteína cruda fue el valor que más se alejó de lo reportado, puesto que el más cercano fue de 11,8 para el día 90. En conclusión, el pasto mostró buen comportamiento, desarrollo y resistencia a las condiciones del trópico bajo colombiano.

Palabras clave: gramíneas, forrajes, calidad nutricional, *Panicum máximum cv. Massai*.

ABSTRACT

The article aims to evaluate the adaptation and production of *Panicum maximum cv. Massai* in the region of Bordo (Cauca, Colombia). To the effect, seed imported from Brazil was planted in one hectare with a density of 5 kg/ha. Once the grassland was established, samples were collected and variables were measured in three stages: at 30, 60, and 90 days. The variables measured were: yield per square meter, production per hectare and per year, plant height, and root length. Finally, forage samples were collected for nutritional quality analysis, in order to assess the nutrient content in each of the ages, as well as to observe their tendencies. Regarding productivity, the grass was consistent with previously reported data, calculating a production of dry matter per year of 24.16 t. Similarly, the nutritional content of the grass also showed consistency in some data, such as dry matter on day 30, giving a content of 22.8%. The average height was of 74.50 cm at day 90, coinciding with the height range reported for *Panicum maximum cv. Massai*, while the crude protein value was the most distant from what has been reported, since the closest value was 11.8 at day 90. In conclusion, the grass showed good behavior, development, and resistance to conditions in the Colombian low tropics.

Keywords: Grasses, forages, nutritional quality, *Panicum maximum cv. Massai*.

Introducción

El pasto *Panicum máximum cv. Massai* es un forraje mejorado, liberado para el uso productivo en Brasil por la empresa de investigación agropecuaria brasilera Embrapa. En diversos estudios en ese país se ha demostrado que el pasto en mención tiene alta resistencia a los periodos de sequía, tiene buena producción de materia seca por año y compete de manera exitosa con plagas y arvenses indeseables.

El municipio de El Bordo, en Patía (Cauca) es una zona caracterizada por la economía de tipo agropecuario, en la cual la ganadería tiene gran participación, más del 50% del área de este municipio está dedicado a esta actividad. Los sistemas de ganadería que predominan en la región son de tipo extensivo, en los cuales se evidencia carencia en la utilización de materiales forrajeros mejorados, uso inadecuado de las pasturas (subpastoreo y sobrepastoreo) y desconocimiento

acerca de los indicadores de producción (Plan de Ordenamiento Territorial [POT] (Patía, 2006).

En El Bordo, el área de pastizales que se tiene actualmente para la alimentación del ganado es de 44 476,21 ha, clasificadas en pastizales manejados que representan el 9,83% del municipio (7481,18 ha), compuestas por pasturas altamente tecnificadas (0,26%) del municipio y medianamente tecnificadas (9,57%) del municipio; pastizales no manejados, que cubren un 45,58% del municipio (36 995,03 ha), compuestos por pastizales con pobre manejo que representan 18,23% del municipio, y pastizales sin ningún tipo de manejo que ocupan 30,34% del municipio (Gobernación Municipal de Patía, 2013).

Según la gobernación municipal de Patía (2013), del total de productores ganaderos, el 90% tienen un enfoque rudimentario basado en la economía tradicional, donde no hay utilización de tecnologías de ningún tipo. Las prácticas que se realizan en este tipo de sistemas productivos son inadecuadas, como lo son las quemadas utilizadas para renovar pasturas, las cuales a pesar de ser consideradas una solución a corto plazo, por la cantidad de forraje por producir en las siguientes dos a cuatro cosechas, a largo plazo son un gran problema, debido a que degradan el terreno y ocasionan que la producción forrajera descienda

significativamente; además, predisponen el suelo a la erosión.

El pasto *Panicum máximum cv. Massai*, es una gran opción para la ganadería, ya que ha demostrado buena adaptación al tropico colombiano, mejorando la producción de forraje verde por hectárea y por año, siendo una gramínea mejorada que debe ser tenida en cuenta en las explotaciones ganaderas como un nuevo recurso en el proceso de la tecnificación productiva de los sistemas ganaderos de tropico bajo.

Marco teórico

El tradicionalismo en las explotaciones ganaderas es un problema que se evidencia de manera marcada en la región de El Bordo. En este tipo de economía rudimentaria no se realizan prácticas tecnológicas, es decir, no se recurre a nuevas técnicas de pastoreo, nuevos materiales forrajeros, nuevos sistemas productivos como la semiestabulación o la estabulación completa. Estos factores ocasionan que las ganaderías del sector cada vez sean menos competentes en la actual economía de vertiginoso desarrollo y alta exigencia (Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana [PEGA], 2006).

La utilización de un material forrajero mejorado es una gran opción para tomar como un factor impulsador de los sistemas productivos ganaderos de la región

de El Bordo, dado que una de las principales falencias que se presentan en este municipio es la poca cantidad de terreno sembrado con pasturas mejoradas.

Con las exigencias actuales del mercado, se hace necesario apuntar a la eficiencia productiva, utilizando los recursos que se encuentran disponibles en el mercado; en este caso sería la evaluación del pasto *Panicum máximum cv. Massai*. Debido a que se quiere trabajar con un organismo biológico, se hace necesaria una fase de experimentación para poder observar el comportamiento del nuevo material en el medio ambiente propio de El Bordo, ya que actualmente no hay registros ni datos de pruebas hechas con este tipo de forraje, razón por la cual no ha sido difundido.

La introducción de germoplasma vegetal mejorado puede ser una gran opción para mejorar la productividad de las empresas ganaderas del trópico bajo colombiano, pero antes se debe comprobar el beneficio que trae la implementación del nuevo pasto, y, de ser así, que cualquier productor tenga acceso a la información resultante de este trabajo, para que pueda contemplar este nuevo material en sus planes productivos.

El *Panicum máximum cv. Massai*, según estudios realizados en Brasil por Embrapa en el 2001, es resistente a alto contenido de aluminio y bajo contenido de fósforo

en el suelo. Por ello, es necesario establecer parcelas demostrativas con este pasto para ser evaluadas posteriormente, con el objetivo de ampliar la variedad de especies forrajeras que los propietarios pueden usar según sus preferencias y condiciones individuales, creando conciencia en el ganadero al realizar todo el proceso de establecimiento con muestreo de suelo, fertilización y aforos. De esta manera, el propietario del terreno podrá evidenciar la importancia de la realización de estos procesos para adquirir información y así poder realizar una toma de decisiones acertada.

Objetivos

General

Establecer y evaluar parcelas demostrativas con pasto *Panicum maximum cv. Massai* en la hacienda Guachicono de la región de El Bordo, Patía (Cauca).

Específicos

- Evaluar las variables agronómicas (producción de biomasa, altura, largo de la raíz), en pasto *Panicum maximum cv. Massai*, a los treinta, sesenta y noventa días, en la hacienda Guachicono de la región de El Bordo, Patía (Cauca).
- Calcular el potencial productivo y analizar la calidad nutricional del pas-

to *Panicum máximum cv. Massai* a los treinta, sesenta y noventa días, en la hacienda Guachicono de la región de El Bordo, Patía (Cauca).

Estado del arte

Guinea; *Panicum máximum cv. Massai*

Es un forraje híbrido espontáneo entre *Panicum maximum* y *Panicum infestum*, originario de Tanzania (Reina, 2007), colectado en este lugar por primera vez por parte del Instituto Francés de Investigación Científica y Desarrollo. Es una planta que presenta un crecimiento agrupado en los tallos o macolladora (figura 1), con hojas frágiles no cerosas de un ancho de 9 mm. Las láminas presentan una densidad media de pelos cortos y duros, mientras que en la vaina los pelos se presentan en una densidad alta, siendo también cortos y duros. Presenta también tallos verdes y finos con inflorescencias de ramificaciones únicamente primarias. Las espiguetas son pilosas, con una superficie de color morado (Safrasul Sementes, 2002).

Este material forrajero presenta una buena producción (20-25 t MS/año), con una alta velocidad de rebrote, tolerancia promedio al frío, resistencia alta al fuego y alta tolerancia a la chicharrita o salivazo de los pastos (*Aeneolamia* spp). Como todas las variedades de *Panicum*,

Figura 1. Pasto *Panicum máximum cv. Massai* de treinta días de edad en la hacienda Guachicono



Fuente: Ruiz (2014).

es exigente en cuanto a la fertilidad del suelo, dando respuestas muy positivas a los planes de fertilización. Su producción de materia seca es muy similar a la del cultivar *Colonial*, pero con la diferencia de su porte bajo, y esto se debe a que la variedad *Panicum máximum cv. Massai* (tabla 1) en relación con el *Colonial* tiene una capacidad 30% mayor de producir hojas y 83% más de índice de rebrote después del corte (Embrapa, 2001; Valentim *et al.*, 2001; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] y Universidad Nacional de Colombia, 2013).

Según Safrasul Sementes, en comparación con los pastos *Panicum máximum cv. Tanzania* y *Panicum máximum cv. Mombaza*, el pasto *Panicum máximum cv. Massai* se diferencia en:

Tabla 1. **Clasificación taxonomica del pasto *Panicum máximum* cv. *Massai***

Reino	Plantae
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Liliopsida</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Subfamilia	<i>Panicoideae</i>
Tribu	<i>Paniceae</i>
Género	<i>Panicum máximum</i>
Especie	<i>Massai</i>

Fuente: Simon *et al.* (2009).

- Alta relación hoja-tallo (Brancio *et al.*, 2003; Euclides *et al.*, 2008).
- Mayor producción de materia seca con corte a los 35 días (4000 kg MS/ha) (Socorro *et al.*, 2002; Brancio *et al.*, 2003).
- Porte más bajo, variando de 60 a 80 cm (Embrapa y Mapa, 2002; Batista *et al.*, 2010).
- Mayor capacidad de carga animal (3,2 unidades de gran ganado [UGG] en la estación de lluvias y 1,1 en la estación seca).
- Mayor porcentaje de cobertura del suelo (83 %) con respecto a las variedades *Tanzania* y *Mombaza* (83 y 76 %, respectivamente) (Brancio *et al.*, 2003; Euclides *et al.*, 2008).
- Mayor precocidad debido a su porte más bajo.
- Sistema radicular más adaptado a suelos compactados, con altas cantidades de aluminio y déficit hídrico (Embrapa y Mapa, 2002; Safrasul Sementes, 2002).

CARACTERÍSTICAS

- Utilización: pastoreo y henificación.
- Palatabilidad y digestibilidad: buena palatabilidad y digestibilidad de 55 % en hojas y 49 % en tallos (Embrapa, 2002).
- Precipitación pluviométrica: superior a 1000 mm anuales.
- Proteína cruda: 14 %.
- Producción de forraje verde: 55 t ha/año.
- Producción de materia seca: 20-25 t ha/año (Embrapa, 2001; Reina, 2007).
- Ciclo vegetativo: perenne (Sembraex Sementes, 2002).
- pH: adaptado a suelos con pH de 5,5 (González, 2008).

RESISTENCIA A PLAGAS

Unas de las ventajas competitivas del *Panicum máximum cv. Massai* respecto a otros forrajes como el *P. Tanzania* y *P. Mombaza* es su alta resistencia a plagas, en este caso particular a la candelilla o salivazo (*Aeneolamia* spp), puesto que se comprobaron bajos niveles de supervivencia en adultos y prolongados periodos de ninfas (tabla 2), siendo catalogado como poco adecuado para el insecto (Batista *et al.*, 2008).

Tabla 2. Resistencia a plagas de las variedades *Tanzania*, *Mombaza* y *Massai*

Varietal	Supervivencia en adultos (%)	Periodos de ninfas (%)
<i>Panicum Máximum cv. Massai</i>	7,7	41
<i>Panicum Máximum cv. Tanzania</i>	10	32,5
<i>Panicum Máximum cv. Mombaza</i>	39	29,3

Fuente: Batista *et al.* (2008).

FLORECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE SEMILLAS

Es un pasto precoz y florece durante todo el año, aunque tiene su mayor concentración en mayo, cuando disminuyen un poco las lluvias. En trabajos experimentales de Campo Grande Brasil, en los dos primeros años de establecido, el cultivo produjo cuatro ciclos de floración entre marzo y junio de cada año. Sin embargo, posee gran variabilidad, debido al

clima, la edad del cultivo y la aplicación de nitrógeno de manera inmediata después de la cosecha de semillas (Embrapa, 2001; Safrasul Sementes, 2002).

La producción de semillas puras es de aproximadamente de 85 kg/ha, y si se calcula la cantidad de semillas de *Panicum máximum cv. Massai*, se encuentran en promedio 900 semillas en un gramo (Safrasul, 2002) (figura 2).

Figura 2. Semilla de pasto *Panicum máximum cv. Massai*



Fuente: Ruiz (2014).

PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

La variedad *Panicum máximum cv. Massai*, así como las otras variedades de *Panicum*, requiere niveles medios-altos de fertilidad en el suelo. Aunque el plan de fertilización es variable y depende del análisis del suelo donde se vaya a sembrar al cultivar, uno de los factores más importantes es recordar que este pasto tolera altos niveles de aluminio y bajos

niveles de fósforo en el suelo. Otros aspectos importantes son la aplicación de materia orgánica en buenas cantidades para garantizar un buen desarrollo plantular, y que el *Panicum máximum cv. Massai* es un pasto que se adapta bien a todos los tipos de suelo, comprobados sus mejores desempeños en suelos de textura media-arcillosa (Embrapa, 2002).

ESTABLECIMIENTO DE FORRAJE *PANICUM MAXIMUM CV. MASSAI*

Para el establecimiento se necesita una buena labranza y preparación del terreno. Lo primero que es preciso realizar es eliminar la vegetación existente, preferiblemente usando un herbicida a base de glifosato como el turbia rubia de 5 a 10 L/m². Después se debe labrar el suelo con dos pasadas de rastra y una de cincel (Leroymerlin, 2002; Franco *et al.*, 2007).

El clima es otro factor que debe tenerse en cuenta al momento de la siembra. Se recomienda realizar esta al inicio de la estación de lluvias, lo que beneficia el establecimiento del forraje en el suelo (Embrapa, 2002).

La densidad de siembra puede variar de acuerdo con las condiciones. Según Safrasul —empresa de semillas de Brasil— (2002) y Embrapa (2002), una densidad de siembra en condiciones óptimas de 2 a 2,5 kg/ha de semilla pura y en condiciones adversas sube la densidad de

3 a 4,5 kg/ha de semillas puras. Zago y Gall (2010) utilizaron 5 kg de semilla por hectárea.

La siembra puede ser al voleo o con un espaciado de 15 a 25 cm entre líneas y a una profundidad de 2,5 cm (Embrapa, 2002), y es preciso recordar que un poco de compactación en el suelo favorece la emergencia de las plántulas.

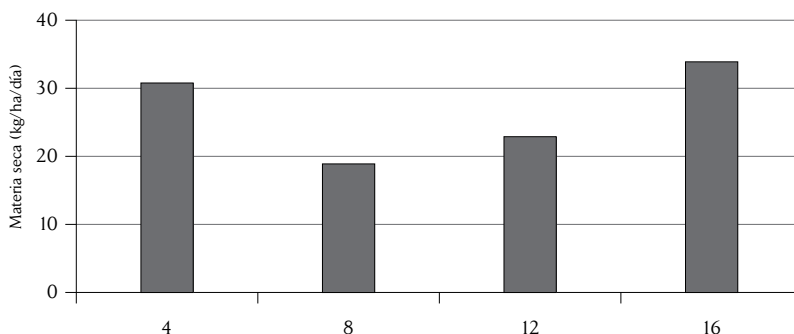
PRODUCCIÓN, CALIDAD Y MANEJO

La producción promedio del *Panicum máximum cv. Massai* es de 25 t/ha de materia seca al año (Baldomero, 2008). Es de resaltar que el 70% de esta producción se da en la época de lluvias, es decir, en esta temporada se producen aproximadamente 17,5 t/ha de materia seca al año; por consiguiente, en la época seca se produce el 30%, siendo 7,5 t/ha MS al año (Corpoica y Universidad Nacional de Colombia, 2013).

Según Ferreira *et al.* (2001), las tasas de acumulo de forraje para el *Panicum máximum cv. Massai* en el periodo seco fueron de 31, 19, 23 y 34 a las semanas de crecimiento 4, 8, 12 y 16, respectivamente (figura 3).

En la tabla 3 se presenta la producción de materia seca por hectárea entre diciembre del 2005 y junio del 2006 de distintos tipos de gramíneas, entre las cuales se encontraban la *cv. Tanzania*, la *cv.*

Figura 3. Tasa de acumulo de forraje de *Panicum máximo* cv. *Massai* a las semanas de crecimiento 4, 8, 12 y 16, durante el periodo seco (junio-julio)



Fuente: Adaptado de Ferreira *et al.* (2001).

Tabla 3. Producción de biomasa seca (kg/ha) de especies sembradas en marzo del 2005, en evaluaciones realizadas en diciembre del 2005 y en febrero, marzo, abril y junio del 2006

Variedades	Producción de kg/MS/ha				
	Dic-05	Feb-06	Mar-06	Abr-06	Jun-06
<i>P. maximum</i> cv. <i>Mombaza</i>	16 595	6 631	4 354	3 505	3 376
<i>P. maximum</i> cv. <i>Tanzania</i>	10 171	6 801	4 163	3 296	1 097
<i>P. maximum</i> cv. <i>Massai</i>	9 349	3 846	3 257	2 272	2 368

Fuente: adaptado de Mendes (2007).

Mombaza y la cv. *Massai*. En la medición de diciembre del 2005, la cv. *Mombaza* mostró una producción significativamente más alta que las dos restantes, mientras que en la última medición hecha, en junio del 2006, las producciones de estas tres variedades mostraron producciones relativamente similares (Mendes, 2007).

El *Panicum maximum* cv. *Massai* ha demostrado que también responde bien a los tratamientos de fertilización, aumentando sus producciones de kilogramos de materia seca por hectárea. Según Volpe

et al., (2008), el aumento en los niveles de fósforo, nitrógeno y saturación de bases en el suelo afecta positivamente al forraje, incrementando la producción de biomasa del pasto.

Soares *et al.* (2006) demostraron que el *Panicum máximo* cv. *Massai* tiene potencial de asociación con leguminosas, introduciendo maní forrajero (*Arachis pintoï*) en praderas de *Massai*. Con esta asociación, se registraron producciones de biomasa de 4240 a 6650 kg/ha en el periodo de pre-pastoreo; asimismo, la al-

tura del pasto Massai no debe superar los 75 cm de altura, porque puede afectar el crecimiento del maní forrajero debido al sombreado.

El *Panicum máximum cv. Massai* mostró una buena tasa de producción y acumulo de materia seca en condiciones de sombreado. El pasto Massai se comparó con las gramíneas marandu, quicuio y pensacola; las tasas de sombra evaluadas fueron de 30, 50 y 70%, mostrando en compañía del pasto Marandu los mejores resultados, tanto en la época de lluvias como en la de sequía (tabla 4).

En cuanto a la composición nutricional del pasto, se observa que en promedio tiene bajos niveles de lignina, lo que significa que el forraje tiene una mayor digestibilidad. La materia seca tiende a estar encima de 20%, y supera gran cantidad de variedades de forraje. Por último, es de destacar su buena cantidad en el contenido de cenizas, lo que indica que el forraje aporta niveles favorables de minerales (Costa *et al.*, 2007) (tabla 5).

Tabla 5. **Composición nutricional del pasto *Panicum máximum cv. Massai***

<i>Panicum maximum cv. Massai</i>	
Nutriente	Cantidad (%)
Materia seca	21,28
Proteína cruda	7,40
Cenizas	10,28
Extracto etéreo	0,68
Fibra en detergente neutra	67,71
Fibra en detergente ácida	48,62
Lignina	10,43
Celulosa	38,19
Hemicelulosa	19,08

Fuente: Costa *et al.* (2007).

Gomes *et al.* (2011), en otro tipo de medición de calidad nutricional, encontraron que el *Panicum máximum cv. Massai* obtuvo mejores resultados que otras gramíneas en materia seca, siendo de 321 g/kg para el *Panicum máximum cv. Massai*, de 294,6 g/kg para *Panicum máximum cv. Mombaza*, de 290,2 g/kg para *Brachiaria humidicola*, de 272,1 g/kg para *Brachiaria brizantha cv. Xaraés* y de 305,3 para *Brachiaria decumbens*.

Tabla 4. **Estimación de la materia seca con porcentajes de sombreado de 30, 50 y 70%**

Variedades	Materia seca con 30% de sombra		Materia seca con 50% de sombra		Materia seca con 70% de sombra	
	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias	Sequía	Lluvias
Marandu	51,0	62,8	48,7	48,1	31,3	22,6
Massai	40,1	57,2	34,7	47,0	32,8	28,1
Quicuio	30,2	49,2	24,3	45,8	9,1	7,0
Pensacola	14,7	13,0	21,7	22,9	15,0	9,6

Fuente: adaptado de Soares *et al.* (2004).

Volpe *et al.* (2008) encontraron que con el encalado con nitrógeno y fósforo, los niveles de estos minerales aumentan significativamente en las hojas, siendo para el caso del fósforo un cambio de 0,85 g de P/kg, con una saturación de bases de 20% y una aplicación de fósforo de 80 kg/ha a 1,23 g de P/kg, con una saturación de bases de 80% y una aplicación de fósforo de 240 kg/ha. En el caso del nitrógeno, el cambio fue de 204 g/kg de N/kg, con una saturación de bases de 20% a 23,1 g/kg de N/kg, con una saturación de bases de 80% y una aplicación de nitrógeno de 300 kg/ha, siendo mayor la concentración de nitrógeno en hojas del *cv. Massai* respecto al *cv. Mombaza* (16-16,5 g/kg) (Manarim *et al.*, 2002) y al *cv. Tanzania* (21,4 g/kg) (Abreu *et al.*, 1999).

La digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) y la proteína bruta (PB) también se mostraron beneficiadas con la fertilización con nitrógeno y el aumento en la saturación de bases.

Las épocas del año también influyen en la producción de hojas del *Panicum máximum cv. Massai*, siendo en la temporada lluviosa cuando más se expresa esta cualidad, con una producción cercana al 60%, mientras que en la estación seca disminuye al 18% de producción de hojas. Comparado con el pasto *Mombaza*, el *cv. Massai* mostro una mayor concen-

tración de materia seca en las hojas en la temporada de lluvias, entre diciembre y marzo.

En condiciones de pastoreo rotacional, con periodos de ocupación de siete días y periodos de descanso de 35 días, fueron evaluadas la proteína cruda y la digestibilidad, dando como resultado en proteína cruda el 9,7% de PC en las hojas y 8,3% en los tallos, y la digestibilidad fue de 55% en las hojas y 49% en el tallo, sin mostrar grandes variaciones a lo largo del año (Embrapa, 2001; Safrasul Semesntes, 2002).

En cuanto a la capacidad de carga, el pasto *Panicum máximum cv. Massai* fue comparado con el pasto *Marandu*, mostrando niveles productivos superiores a este último. Según Embrapa (2001), en una evaluación de cuatro años este forraje mostró una capacidad de carga de 3,2 unidades animales (UA) por hectárea en época de lluvias y 1,1 UA/ha, con una ganancia de peso de aproximadamente 400 g/día en la temporada lluviosa; en la temporada seca el peso se mantuvo estable. Embrapa (2001) calculó que con el *Panicum máximum cv. Massai* la producción media fue de 620 kg de peso vivo (PV)/ha/año. Debido a la gran precocidad que ha mostrado este forraje y a su alta tasa de rebrote, se recomienda siempre manejar esta variedad con pastoreo rotacional y con periodos de

descanso entre veintisiete y treinta días en la época de lluvias (Embrapa, 2001; Mas y García, 2006).

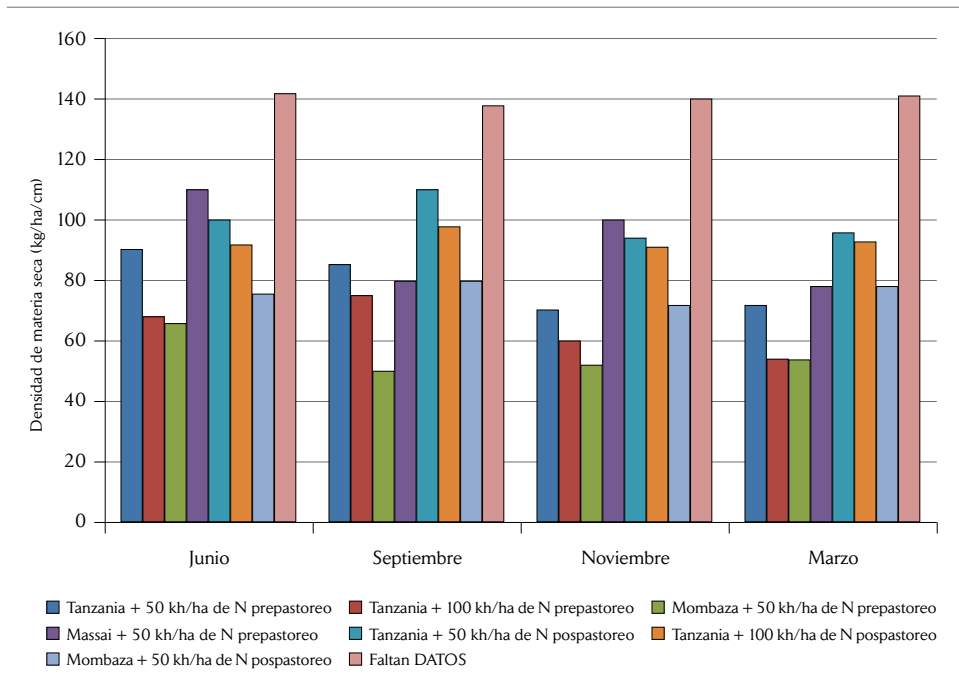
En un estudio de comparación entre forrajes de *Panicum máximo* cv. *Massai*, *Tanzania* y *Mombaza*, con una fertilización de 50 y 100 kg de nitrógeno para cv. *Tanzania* y 50 kg de nitrógeno para cv. *Mombaza*, se obtuvieron resultados de producción de kilogramos de materia seca por hectárea con corte a los 35 días, siendo siempre inferiores los datos arrojados por cv. *Mombaza*, mientras que el cv. *Massai* mostró ser muy productivo,

siendo de porta mucho más bajo que los otros dos (Brancio *et al.*, 2003).

En cuanto a la producción de materia seca por centímetro, el *Panicum máximo* cv. *Massai* prepastoreo tuvo una mayor densidad que los cultivares *P. Tanzania* (100 kg de nitrógeno) y *P. Mombaza*. En la prueba post-pastoreo el cv. *Massai* permaneció con los valores más altos de densidad de materia seca (figura 4).

En términos de disponibilidad de hojas verdes, Brancio *et al.* (2003) encontraron que el *Panicum máximo* cv. *Massai*

Figura 4. Densidad de materia seca antes y después del pastoreo con bovinos en los cultivares *P. Tanzania*, *P. Mombaza* y *P. Massai* en junio, septiembre y noviembre de 1998 y marzo de 1999



Fuente: adaptado de Brancio *et al.* (2003).

presentó una tendencia a mayor disponibilidad de hojas verdes; también se evidenció que antes del pastoreo, la disponibilidad de hojas en todas las variedades fue mayor a 8020 kg/ha. En cuanto a la disponibilidad de hojas verdes en el periodo después del pastoreo, esta disminuyó entre un 41 y 75 %, demostrando la preferencia de consumo de los animales de esta parte de la planta.

Materiales y métodos

Localización

La investigación se desarrolló en la hacienda Guachicono (figura 5), propiedad de Luis Fernando Castro, ubicada en el corregimiento El Bordo, municipio de Patía, departamento del Cauca, Colombia, con una temperatura promedio anual de 26°C y una altitud de 820 msnm (Gobernación Municipal de Patía, 2013).

Figura 5. Hacienda Guachicono, El Bordo, Cauca (Colombia)



Fuente: Ruiz (2014).

Fase 1. Establecimiento

SELECCIÓN DE LOTES

La selección de lotes se realizó por inspección visual, escogiendo un terreno plano sin accidentalidad, con buena captación de luminosidad solar, cerca al río Guachicono; además de esto, se tomó una muestra de suelo (figura 6) con el fin de conocer sus características bioquímicas.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO

Instrucciones de muestreo: se siguieron los procesos establecidos por Corpoica (2003) y Rodríguez *et al.* (2003) para la toma de muestras de suelo:

1. Señalizar los puntos por muestrear, haciendo un recorrido ordenado. Puede ser en zigzag, pero que garantice que el área sea cubierta en su mayoría para que la muestra sea representativa.
2. Raspar hasta 3 cm la superficie del suelo para remover los residuos de materia orgánica fresca, polvo u otros contaminantes artificiales.
3. Para la toma de la muestra se cava un hueco con una profundidad de máximo 10 cm de profundidad, que es lo recomendado para los forrajes para pastoreo; luego se extrae la muestra

y se deposita en un balde plástico limpio de impurezas como fertilizante, cal, cemento, entre otros.

4. Mezclar de manera homogénea la muestra en el balde.
5. Reducir o aumentar la muestra según la necesidad del caso, para que esta sea de 1 kg.
6. Depositar la muestra en doble bolsa plástica. En el medio de las dos bolsas colocar la identificación de la muestra y sellarla de manera segura.
7. Enviar la muestra al laboratorio de elección.

Figura 6. **Toma de muestra de suelo, hacienda Guachicono**



Fuente: Ruiz (2014).

PREPARACIÓN DEL TERRENO

El lote fue preparado inicialmente con un sobrepastoreo de los animales, esto

se efectuó para aprovechar el forraje que cubría en ese momento la superficie y para facilitar el trabajo mecánico posterior.

Al cabo del paso de los animales, se procedió a realizar la adecuación mecánica por parte del administrador del predio. Para renovar la pradera se realizó un pase de rastra, un pase de cincel y nuevamente un pase de rastra, con el fin de descompactar el suelo, airearlo y mejorar su textura y capilaridad (Franco *et al.*, 2007).

SIEMBRA

El factor principal que se tuvo en cuenta para realizar la siembra fue que se hiciera en presencia de lluvias, para facilitar el establecimiento del forraje. La siembra se realizó al voleo manual, utilizando una densidad de siembra de 5 kg/ha de semilla de *Panicum máximum cv. Massai*; el área sembrada para el estudio fue de 10000 m², dividida en cuatro lotes de 250 m² (figura 7).

Fase 2. Medición de variables de calidad y productivas del cultivo

PRUEBAS DE GERMINACIÓN

Como se puede observar en la figura 8, con el fin de determinar qué porcentaje de semilla es viable se realizó una prueba de germinación antes de la respectiva

Figura 7. Distribución de las parcelas demostrativas de *Panicum maximum* cv. *Massai* en la hacienda Guachicono

Parcela 1	Parcela 1
Parcela 1	Parcela 1

Fuente: elaboración propia.

siembra del *Panicum máximum* cv. *Massai*.

La prueba de germinación consistió en:

- Tomar aleatoriamente diez semillas de cada paquete y verificar que sean diez.
- Depositar tierra en diez bolsas de papel y luego plantar las semillas por cada bolsa.
- Mantener húmeda la tierra de las bolsas, luego de los quince días se contaron las semillas que estaban completamente germinadas.
- Se calculó el porcentaje de germinación de las semillas de cada uno de los grupos mediante la siguiente fórmula:

Porcentaje de semilla = $(\# \text{ semillas germinadas} / \# \text{ total de semillas probadas}) \times 10$

139

Figura 8. Prueba de germinación de semilla de *Panicum máximum* cv. *Massai*, hacienda Guachicono



Fuente: Ruiz (2014).

FERTILIZACIÓN, CONTROL DE ARVENSES, PLAGAS Y ENFERMEDADES

En el momento de la siembra se utilizó materia orgánica como fertilizante inicial, para esto se utilizaron residuos de cosecha de caña de azúcar, *Cratylia veranera* y materia fecal de los animales; estos subproductos fueron mezclados y se aplicaron a razón de 2000 kg/ha.

Para el control de arvenses y plagas se aplicó glifosato (3 L/80 L de agua por hectárea) dos días después de realizar la siembra, con el fin de eliminar los remanentes de arvenses que pudieran interferir con la germinación de la semilla (Marchesi y Enrique, 2000).

Visitas al predio: en total se realizaron cinco visitas a la hacienda Guachicono. En la primera visita se identificó el terreno y se procedió a seleccionar el terreno para las parcelas, escogiendo uno plano, con buena captación lumínica y cercano al río Guachicono, con el fin de brindar las mejores condiciones para el establecimiento del pasto *Panicum máximum cv. Massai*. También se dejaron las recomendaciones de renovación de praderas, para que el administrador del predio las llevara a cabo y dejar todo listo para la siembra. A los treinta días se realizó la segunda visita, en la cual se ejecutó el proceso de siembra, utilizando 5 kg de semilla por hectárea, sembradas al voleo manual. Transcurrido un mes de la fecha de siembra, se hizo la tercera visita, en donde se realizó la toma de muestras de forraje para enviarlas al laboratorio para que fueran analizadas. Asimismo, se realizó el proceso de aforado del potrero, aplicando el método de aforo por doble muestreo por rango visual, con el fin de calcular la producción de FV/m² y así poder estimar la producción de FV/ha y FV/año. Además, se realizó la medición de la altura del pasto y de la longitud de las raíces. En la cuarta y quinta visita se realizó el mismo proceso de recolección de información.

CONTROL PRODUCTIVO Y DE CALIDAD DEL FORRAJE

A fin de realizar el control de calidad del pasto se tomaron una serie de muestras

para análisis de calidad nutricional a los días treinta, sesenta y noventa del cultivo, con el objeto de poder evaluar en qué momento se produce el mejor balance entre digestibilidad y biomasa, pues está demostrado que estos dos componentes son inversamente proporcionales (Fedegan y FNG, 2009).

Sumado a esto, se realizaron aforos a las parcelas, con el fin de poder determinar qué capacidad de carga se puede manejar en cada una de ellas, por lo que se utilizó el método de aforado de doble muestreo por rango visual. A continuación se describen los pasos para la realización del aforo de doble muestreo por rango visual (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria [Cipav], 2012):

- Paso 1. Definir niveles de crecimiento de la pastura: un forraje nunca crece de manera homogénea, por tal razón para dar un dato más preciso se deben establecer los diferentes niveles de crecimiento en la pradera —bajo, medio y alto—. Esto se realiza de dos formas:
 - Cualitativa: donde la persona que realiza el aforo debe identificar los puntos de mayor crecimiento (alto), de regular crecimiento (medio) y de bajo crecimiento (bajo).
 - Cuantitativa: donde la persona que afora realiza un recorrido al

lote, dando valores porcentuales a cada nivel de crecimiento y asimismo debe tener en cuenta las zonas de arvenses y las zonas sin cobertura forrajera (zonas calvas) (Cipav, 2012).

- Paso 2. Definir los puntos de muestreo: los puntos deben ser elegidos completamente al azar y ojalá distantes entre sí. Se recomienda que por cada nivel de crecimiento se establezcan mínimo tres puntos de muestreo; es decir, para el nivel alto se toman tres submuestras, al igual que para el nivel medio y bajo. Si el potrero presenta los tres niveles, se tendrían en total nueve puntos de muestreo o submuestras. Se debe tener en cuenta que a mayor cantidad de submuestras menor será el margen de error y más confiable el dato obtenido de la producción de biomasa (Cipav, 2012).
- Paso 3. Ubicar el marco de aforo sobre el punto de muestreo: ya habiendo escogido los puntos de muestreo para el aforo, se ubica el marco sobre estos. Se debe tener mucho cuidado de cosechar solo lo que esté dentro del marco (figuras 9 y 10), puesto que en ocasiones algunas hojas parecieran estar dentro del marco, pero si se siguen hasta el tallo, se evidencia que están fuera de este. También se debe realizar una clasificación del tipo de material forrajero, puesto que en oca-

siones dentro del marco se encuentran leguminosas rastreras, arvenses o indeseables (Cipav, 2012).

Figura 9. Aforo de pasto *Panicum máximo* cv. *Massai* de sesenta días, hacienda Guachicono



Fuente: Ruiz (2014).

Figura 10. Producción por metro cuadrado de pasto *Panicum máximo* cv. *Massai*, hacienda Guachicono



Fuente: Ruiz (2014).

REGISTROS Y CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO

Cada uno de los parámetros que se evalúan en el proceso debe quedar por escrito. Por último, es necesario llevar un archivo fotográfico de cada una de las actividades realizadas, con sus respectivos procedimientos. Esto se piensa a modo de soporte para cuando se elabore la presentación de resultados del proyecto (Fedegan y FNG, 2009).

Parámetros por evaluar al material forrajero

PRODUCCIÓN DE BIOMASA POR HECTÁREA

A los treinta, sesenta y noventa días de establecido el cultivo, se realizarán aforos en cada uno de los potreros; de esta forma se podrá establecer la cantidad de biomasa producida por la planta en cada uno de los periodos (Fedegan y FNG, 2009).

VIGOR Y DESARROLLO DE LAS PLANTAS

En cada una de las visitas se debe evaluar específicamente la relación entre tallo, hojas y raíces, para saber cómo es su distribución (Fedegan y FNG, 2009).

MEDICIÓN DE LA ALTURA DE LAS PLANTAS

Como se observa en la figura 11, por cada potrero se deben extraer tres plantas. Lo primero que debe hacerse es medirlas con una regla, tomando dos mediciones, la primera es del largo de la espiga y se realiza tomando la regla y midiendo desde el cuello de la planta hasta la parte terminal del tallo floral, en tanto que la segunda es la de altura de la planta y lo que se realiza es medir desde el cuello a la punta superior y más larga de cada una de las tres plantas, luego se saca un promedio de las mediciones para tener el dato de todo el potrero (Fedegan y FNG, 2009).

Figura 11. **Altura del pasto *Panicum máximum* cv. *Massai*, hacienda Guachicono**



Fuente: Ruiz (2014)

MEDICIÓN RADICULAR

Al realizar esto se debe extraer cuidadosamente la planta del suelo para no dañar la raíz. Luego de sacar la planta,

se corta la raíz desde el punto donde la cubra la tierra, y después de tener la raíz cortada se debe medir con una regla (Fedegan y FNG, 2009).

PRESENCIA DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La manera de realizar esta medición es localizando el centro de la pradera deseada. Para hacerlo se trazan dos líneas imaginarias diagonales, suponiendo que la pradera sea cuadrada, y en el lugar donde se crucen esas líneas será el centro del potrero. En este lugar se debe clavar una estaca, a la cual se va a atar una cuerda de 1 m de longitud. Con la cuerda atada se debe hacer un círculo alrededor de la estaca, para así poder delimitar un área concreta. En esta área se realizará la debida inspección de plagas y malezas, y si aumentan o disminuyen, la medida debe ser la misma en todos los potreros (Fedegan y FNG, 2009).

CALIDAD NUTRICIONAL (PROTEÍNA, FIBRA EN DETERGENTE ÁCIDO, FIBRA EN DETERGENTE NEUTRO, DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA, CALCIO Y FÓSFORO)

Para poder realizar estas mediciones es necesario tomar muestras de pastos previamente al pastoreo. La muestra consiste en unas cuantas plantas que se deben secar en una estufa, para cerciorarse de

que la humedad se ha eliminado en su totalidad se debe tomar un puñado de las plantas secas y apretarlas con la mano, la sensación debe ser quebradiza y el material comenzará a romperse en muchas partículas o se tornará polvoriento. Cuando las plantas se encuentren en este punto se debe almacenarlas en una bolsa plástica; es importante recalcar que la bolsa debe estar debidamente marcada con el tipo de forraje o material que contiene, la identificación del potrero donde fue extraída, el nombre de la hacienda o empresa ganadera y su ubicación geográfica.

Los análisis de la calidad nutritiva incluyen: nitrógeno total, que será analizado por el método de micro-Kjeldahl ($PC = 6,25 \times N$) (AOAC, 1990); constituyentes de la pared celular (fibra de detergente ácido [FDAI], fibra de detergente neutro [FDNI] (Van Soest *et al.*, 1991); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terry, 1963); concentración de fósforo, que será medida colorimétricamente usando el método de vanadato-molibdato; y calcio, el cual será determinado por espectrometría de absorción atómica (Salinas y García, 1985).

Planeación forrajera

El proceso de planeación forrajera será necesario para poder implantar el cultivo de la mejor manera. Este proceso iniciará en la primera visita al predio para escoger los lotes más adecuados para la siembra,

luego de esto se hará un estudio del suelo para conocer su textura, lo cual se llevará a cabo tomando una manotada de tierra. Si se desmorona en la mano es un suelo arenoso y si, por el contrario, se siente pegajoso y se puede ver salida de líquido, es un suelo arcilloso. Esto orientará hacia el trabajo mecánico que debe darse a la pradera, para que al momento de la siembra el forraje implante de manera adecuada (Galli, 2004).

Análisis estadístico

Para esta investigación se usó un diseño completamente al azar (DCA), con 10 repeticiones a los treinta, sesenta y noventa días. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias por Tukey, por medio del software estadístico SAS® versión 9.0, mediante el procedimiento GLM.

Resultados

Se establecieron 10 000 m² con el pasto *Panicum máximum cv. Massai*, utilizando un total de 5 kg de semilla. La producción de forraje verde fue de 12,60 t/FV/ha el día 30, 24 t el día 60 y 32 t el día 90. Entre estas edades se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La producción de forraje verde por año (FV/año) fue de 105,84 t el día 30, 100,80 t el día 60 y 89,60 t el día 90. No se encontraron diferencias significativas entre estas edades ($p > 0,01$) (tabla 6).

La producción de materia seca por hectárea (MS/ha) fue de 2,87 t el día 30, 6,33 t el día 60 y 9,31 t el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La producción de materia seca por año (MS/año) fue de 24,13 t el día 30, 26,61 t el día 60 y 26,07 t el día 90. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,01$) (tabla 6).

Tabla 6. **Producción de FV/ha, FV/año, MS/ha y MS/año de *Panicum máximum cv. Massai* los días 30, 60 y 90**

Edades	FV/ha (t)	FV/año (t)	MS/ha (t)	MS/año (t)
30	12,60	105,84	2,87	24,12
60	24,00	100,80	6,33	26,61
90	32,00	89,60	9,31	26,07

Fuente: elaboración propia.

La altura de la planta *Panicum máximum cv. Massai* fue de 34 cm el día 30, 57,4 cm el día 60 y 74,5 cm el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La longitud de la raíz fue de 5,17 cm el día 30, 7,40 cm el día 60 y 11,5 cm el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) (tabla 7).

Tabla 7. **Altura y longitud de la raíz de *Panicum máximum cv. Massai* los días 30, 60 y 90**

Edad (días)	Altura (cm)	Longitud de la raíz (cm)
30	34,00	5,17
60	57,40	7,40
90	74,50	11,50

Fuente: elaboración propia.

El análisis de calidad nutricional de la gramínea *Panicum máximum cv. Massai* arrojó para materia seca 22,80% el día 30, 26,40% el día 60 y 29,10% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La proteína cruda dio como resultado 18,70% el día 30, 14,20% el día 60 y 11,30% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La fibra detergente neutra fue de 59,30% el día 30, 64,20% el día 60 y 76,00% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$).

La fibra detergente ácida fue de 38,80% el día 30, 45,10% el día 60 y 55,10% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). El contenido de fósforo fue de 0,27% el día 30, 0,17% el día 60 y 0,12%, el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). El contenido de calcio fue de 0,83% el día 30, 0,73% el día 60 y 0,66% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca fue de 75,30% el día 30, 68,44% el día 60 y 55,82% el día 90. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) (tabla 8).

La producción de FV/ha tuvo efectos sobre la producción de MS/ha ($p < 0,01$) (figura 12). Por el contrario, la producción de FV/año no tuvo efectos significativos sobre la producción de MS/año ($p > 0,92$) (figura 13). También fue observado un efecto negativo en el contenido

Tabla 8. Análisis de calidad nutricional (MS, PC, FDN, FDA, P, Ca y DIVMS) de *Panicum máximum cv. Massai* los días 30, 60 y 90

Componentes	Edad (días)		
	30	60	90
MS (%)	22,80	26,40	29,10
PC (%)	18,70	14,20	11,30
FDN (%)	59,60	64,20	76,00
FDA (%)	38,80	45,10	55,10
P (%)	0,27	0,17	0,12
Ca (%)	0,83	0,73	0,66
DIVMS (%)	75,30	68,44	55,82

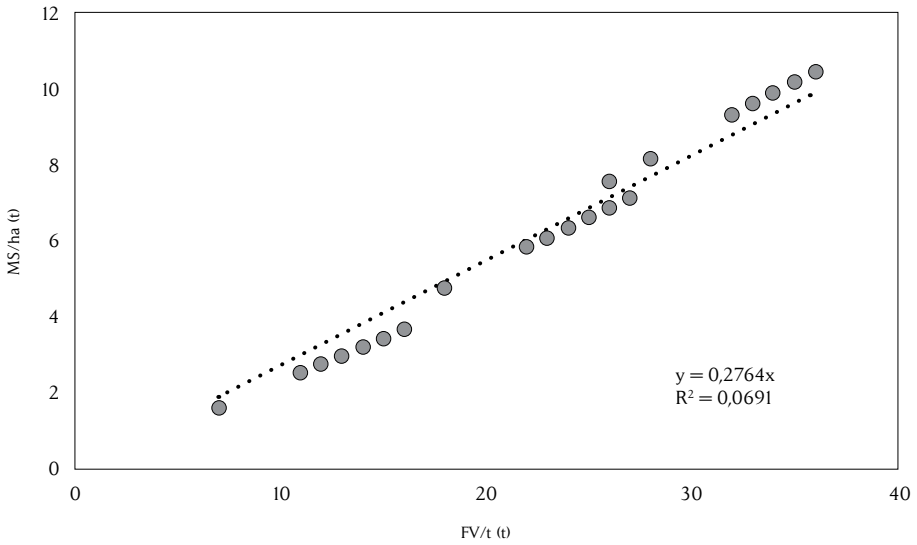
Fuente: elaboración propia.

de PC de *Panicum máximum cv. Massai* relacionado con el contenido de MS ($p < 0,01$) (figura 14). El incremento en el contenido de la MS de los días 30 al 90 tuvo efecto significativo en la disminución del contenido de PC ($p < 0,01$). La producción de MS/ha también mostró tener un efecto negativo sobre los niveles de P y Ca ($p < 0,01$) (figuras 15 y 16). Asimismo, se encontró que el periodo más adecuado para el pastoreo es a los treinta días (figura 17).

Discusión

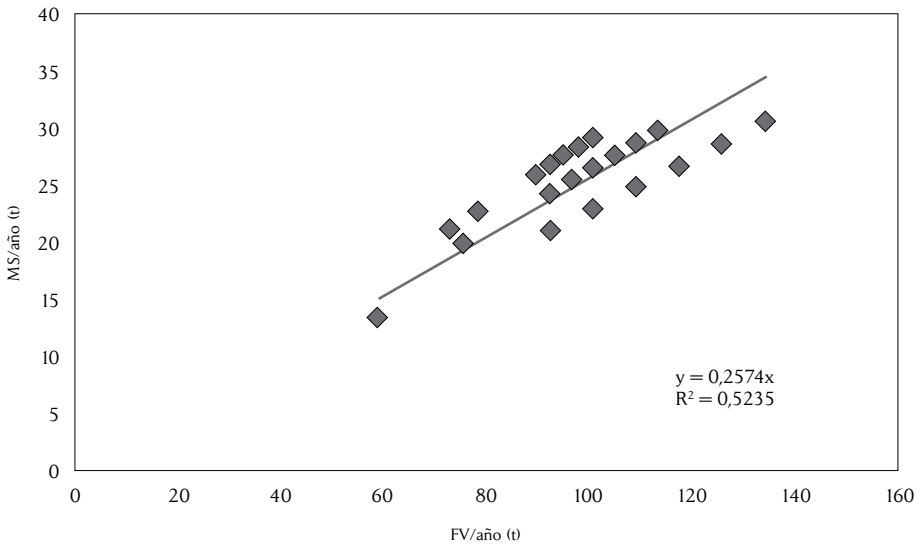
En este trabajo la evaluación del pasto *Panicum máximum cv. Massai* constó de tres etapas: a los 30, 60 y 90 días de haber establecido el cultivo. El establecimiento del cultivo comenzó por la preparación del terreno, donde se hicieron dos pasadas de rastra y una de cincel

Figura 12. Producción de FV/ha y MS/ha de *Panicum máximo cv. Massai*



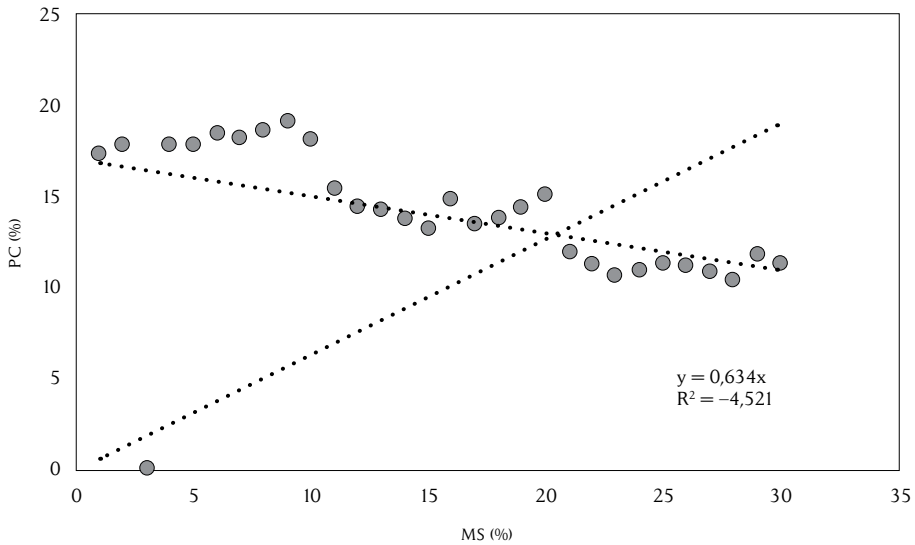
Fuente: elaboración propia.

Figura 13. Producción de FV/año y MS/año de *Panicum máximo cv. Massai*



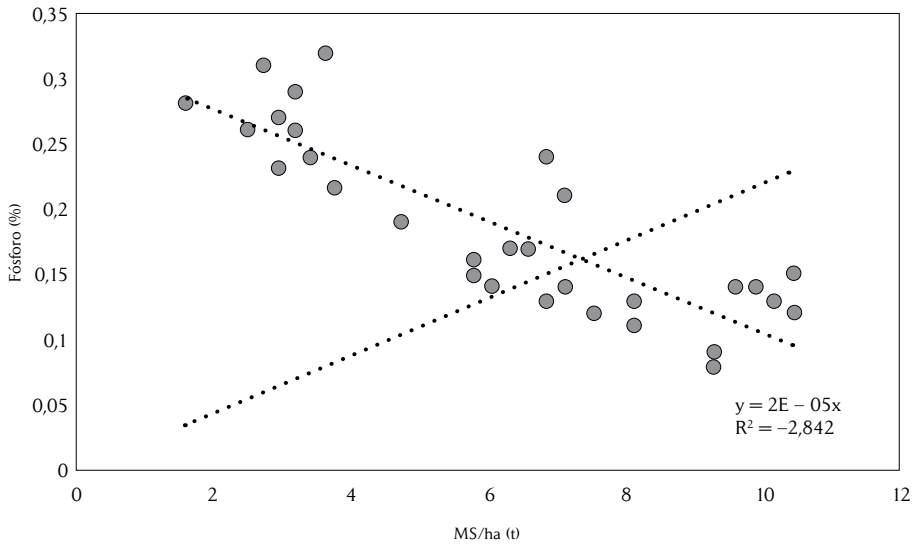
Fuente: elaboración propia.

Figura 14. Disminución en el contenido de PC debido al aumento del nivel de MS en *Panicum máximo cv. Massai*



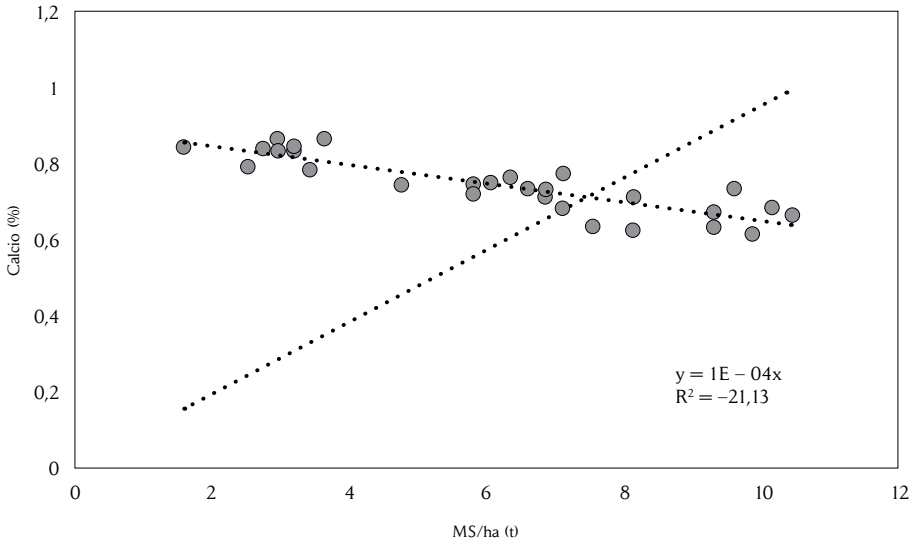
Fuente: elaboración propia.

Figura 15. Disminución en los niveles fósforo debido al aumento de producción de MS/ha en *Panicum máximo cv. Massai*



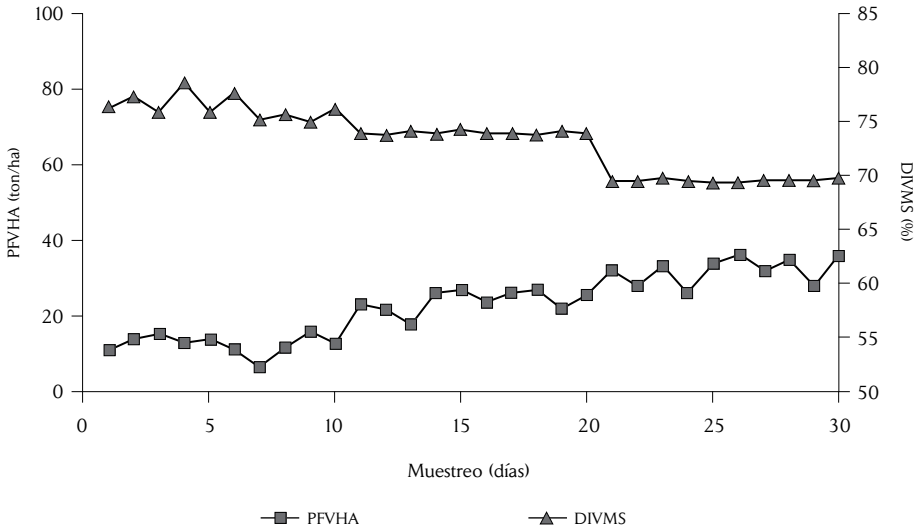
Fuente: elaboración propia.

Figura 16. Disminución en los niveles de calcio debido al aumento de la PMSHA en *Panicum máximo cv. Massai*



Fuente: elaboración propia.

Figura 17. Relación entre la producción de forraje verde por hectárea y la digestibilidad invitro de MS en *Panicum máximo cv. Massai*



Fuente: elaboración propia.

(Leroymerlin, 2002; Franco *et al.*, 2007). Cabe resaltar que las condiciones del suelo son de vital importancia en el establecimiento de cultivos; por esta razón, se tomó y analizó una muestra de suelo, con el fin de conocer sus características físicas y químicas. El suelo en el cual se realizó el estudio es de tipo franco arcilloso, con alto contenido de hierro y aluminio y bajo contenido de fósforo, pero debido a que el *Panicum máximum cv. Massai* es un forraje que resiste altos contenidos de aluminio y tolera bajos niveles de fósforo en el suelo (Embrapa, 2001), esto no afectó de forma negativa el estudio. El pH del suelo fue de 6,2, siendo un suelo levemente ácido, pero González (2008) reporta que el pasto puede tolerar suelos con pH desde 5,5.

Para la siembra fue necesario esperar que hubiera presencia de lluvias, para que la germinación de la semilla fuera la adecuada. Las etapas de evaluación del cultivo fueron escogidas porque son en las que se centran los mayores cambios, tanto en la producción de forraje verde y materia seca como en la composición nutricional del pasto. La cantidad de semilla utilizada fue de 5 kg/ha, una cantidad mayor a la reportada por Embrapa (2002), que es de 2 a 2,5 kg/ha en condiciones favorables y de 3 a 4,5 kg/ha en condiciones desfavorables; pero igual a la utilizada por Zago y Gall (2010), ya que debido a que la gramínea *Panicum máximum cv. Massai* es un pasto nuevo

en Colombia, las condiciones pueden variar respecto a las condiciones de estudio de Brasil y afectar el desarrollo del forraje (Embrapa, 2002). Cabe resaltar que las condiciones ambientales del predio donde se establecieron las parcelas fueron muy adecuadas para el desarrollo del forraje y se logró evidenciar su potencial adaptativo y productivo.

El pasto tuvo una gran adaptación y aunque su crecimiento es en macollas, mostró una buena cobertura del suelo (Brancio *et al.*, 2003; Euclides *et al.*, 2008), compitiendo exitosamente con las arvenses indeseables que se presentaron en el potrero. La producción de forraje verde por metro cuadrado se midió en cada una de las visitas utilizando el método de aforo por doble muestreo, que resulta ser más exacto que el método de aforo convencional. Con esta información fue posible calcular la producción por hectárea que se esperaba que tenga el pasto.

Debido a la duración del estudio, el cálculo de producción anual de forraje verde fue un estimado, teniendo en cuenta que la producción total del forraje en el año está dividida en un 70% en la época de lluvias y un 30% en la estación seca (Corpoica y Universidad Nacional, 2013). La producción anual de forraje verde estimada, según los datos obtenidos de producción por hectárea, fue de 105,80 t para el día 30, muy superior a

la reportada por Embrapa (2001) y por Mapa (2002), que fue de 55 t/FV/año. Para poder obtener un valor de mayor exactitud sobre la producción anual, sería necesario extender la duración del estudio a un año. En el caso de producción de materia seca, se calculó respecto a los resultados bromatológicos de calidad nutricional obtenidos del pasto los días 30, 60 y 90, e igualmente fue necesario estimar la producción anual de materia seca, dando como resultado 24,13 t/MS/año, valor que concuerda con lo reportado por Embrapa (2001), Reina (2007) y Baldomero (2008), que fue de 20 a 25 t/MS/año.

En cada una de las visitas también se midieron otras variables como la longitud de la raíz y la altura de la planta. Estas variables permiten evidenciar la semejanza en el desarrollo de pasto respecto al mostrado en estudios anteriores hechos en Brasil. Es el caso de la altura, que para este estudio fue en promedio de 74,6 cm a los 90 días, valor que se encuentra en el rango de 60 a 80 cm reportado por Embrapa y Mapa (2002) y por Batista *et al.* (2010).

Adicionalmente, en cada una de las visitas se tomaron muestras de forraje para evaluar su composición nutricional, por medio de un análisis bromatológico, donde se encontraron algunas divergencias respecto a lo encontrado por Costa

et al. (2007): MS 21,6%, PC 7,4%, FDN 67,71 % y FDA 48,62%. En cuanto a la materia seca, el valor se aproxima al encontrado en el estudio el día 30, que fue de 22,8%. En proteína cruda el valor más aproximado es de 11,3% el día 90, mientras que en cuanto a FDN y FDA los valores que más se acercan son 64,2 y 45,1 % respectivamente, provenientes de la muestra del día 60. Debido a que los resultados hallados por Costa *et al.* (2007) no precisan un día específico en el cual fueron procesados, es difícil establecer una comparación precisa, pero deja la posibilidad para ampliar el estudio, corriendo un mayor número de muestras por edad del pasto en menores intervalos de tiempo, para aumentar el grado de confiabilidad de los resultados.

Este estudio es de gran importancia para el sector pecuario ganadero del país, por el gran impacto que puede llegar a generar una nueva gramínea mejorada para el trópico bajo colombiano, mejorando los índices productivos de las fincas y contribuyendo a la tecnificación de las granjas. Además de esto, se abren muchas puertas para continuar con la investigación acerca de este nuevo forraje, ya que en este estudio no se utilizó ningún plan de fertilización, y podría evaluarse la respuesta de *Panicum máximum cv. Mas-sai* a distintos tratamientos que permitan corroborar lo encontrado por Volpe *et al.* (2008), quienes dicen que el aumento

en fósforo, nitrógeno y saturación de bases en el suelo hace que se incremente la producción de biomasa por parte del forraje, además de enriquecer el contenido de fósforo y nitrógeno en las hojas.

Esto permiten corroborar a su vez lo encontrado por Abreu *et al.* (1999), quienes argumentan que con una aplicación de 300 kg de nitrógeno y una saturación de bases de 80%, el *Panicum máximum cv. Massai* tiene 23,1 g de nitrógeno/kg de hojas, mientras que el *P. cv. Mombaza* tiene 16,5 g de nitrógeno/kg de hojas y el *P. cv. Tanzania* tiene 21,4 g de nitrógeno/kg de hojas. También partiendo de este estudio se puede realizar un experimento con la utilización de animales en pastoreo de *Panicum máximum cv. Massai* y así poder determinar realmente qué aporta este forraje al ganado y cuál es su potencial para producir carne y leche en el trópico bajo colombiano.

Conclusiones y recomendaciones

Con el presente estudio se logró evidenciar la buena adaptabilidad que mostró el pasto *Panicum máximum cv. Massai*, al lograr obtener resultados muy similares en cuanto a producción y composición nutricional a los resultados procedentes de Brasil, país que lidera la investigación actual en nuevas especies forrajeras para el trópico. El pasto se estableció de forma correcta y mostró resistencia a

la invasión de arvenses indeseables; asimismo, se evidenciaron sus cualidades de resistencia a suelos ácidos, con altos contenidos de aluminio y bajos niveles de fósforo, destacando como un potencial forraje para el ganado de clima cálido colombiano.

En cuanto al contenido nutricional, el *Panicum máximum cv. Massai* arrojó resultados interesantes, que pueden ser estudiados más a fondo para poder esclarecer el aporte real que podría proporcionar a los animales. Se encontró también que hay correlaciones significativas entre la edad del pasto y su aporte nutricional, evidenciando que el mejor periodo para pastoreo se da alrededor del día 30, que es cuando el pasto posee mayor proteína cruda y menor contenido de fibras, lo que lo hace más digestible y aprovechable para el ganado.

La producción de materia seca mostró una tendencia a aumentar en el tiempo, pero con poca significancia, ya que el resultado fue muy similar entre edades, difiriendo de la tendencia de producción de forraje verde por hectárea, donde la edad desempeñó el papel determinante, siendo el pasto de noventa días el que se mostró más productivo. En cuanto a la producción de forraje verde por año, la tendencia fue inversa a la anterior, siendo el pasto de treinta días el más productivo, lo cual se explica por el número de cortes, que en este caso sería de doce por

año. Para el pasto de sesenta días serían seis cortes por año y para el de noventa días serían cuatro cortes por año.

Este estudio es tan solo una introducción a lo que se puede investigar con este nuevo forraje, ya que cada día las exigencias productivas aumentan y por ende el nivel de tecnificación debe ser directamente proporcional.

Referencias

- Abreu, J. y Monteiro, F. (1999). Produção e nutrição do capim-marandu em função de adubação nitrogenada e estádios de crescimento. *Boletim de Indústria Animal*, 56, 137-146.
- Alcaldía Municipal de Patía, Cauca, Consejo Nacional de Patía, Cauca (2006). *Plan Básico de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Patía, Cauca*, Acuerdo N° (044 / 09-12-03).
- Arreaza, L. (2004). *Utilización del sistema CNCPS como herramienta de soporte para la investigación en forrajes tropicales*. Programa de Fisiología y Nutrición Animal, Corpoica, CI, Tibaitatá, Primera Reunión de la Red Temática de Recursos Forrajeros, Colombia, junio del 2014.
- Batista, V., Motta, M., Zimmer, A. y Paschoal, L. (2008). Avaliação dos capins *mombaça e massai* sob pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37 (1), 18-26.
- Batista V., Borges, C., Motta, M., Giolo, R., Baptaglin, D. y Barbosa, R. (2010). Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI Century. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 151-168.
- Brâncio, P. A., Euclides, V. P. B., Nascimento Junior, D., Fonseca, D. D., Almeida, R. D., Macedo, M. C. M. y Barbosa, R. A. (2003). Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum Jacq.* sob pastejo: disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32 (1), 55-63.
- Colombia, Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2006). *Censo de predios ganaderos*.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y Universidad Nacional de Colombia (2013). *Sistema de toma de decisiones para la elección de especies forrajeras*. Bogotá.
- Costa, M., Olivera, R., Borja, M., Lima, L., Santa Rosa, S. y Caribé, J. (2007). *Chemical composition of Massai crass (Panicum maximum cv. Massai) ensiled with sunflower cake from biodiesel industry*, Laboratorio de Nutrición animal (LANA). Fapesb, 28th World Congress on Oils and Fats, Salvador, Bahía, Brasil.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa) (2001). *Capim Massai (Panicum máximum cv. Massai): alternativa para diversificación de pasturas*. Cot. N° 69. Noviembre. s/p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa) y Ministerio de Agricultura Pecuaria e Abastecimiento (MAPA) (2002). *Catálogo de productos e servicios*. Recuperado de <http://www.catalogosnt>.

- cnpia.embrapa.br/agencia15/AG01/arvore/AG01_361_1112006141840.html.
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) y Fondo Nacional de Garantías (FNG) (2009). *Instructivo de proyecto de parcelas demostrativas con semillas importadas de Brasil*.
- Federación Colombiana de Ganaderos (Fedegan) y Fondo Nacional del Ganado (FNG). (2006). Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana (PEGA) 2019. Bogotá: autores.
- Ferreira A., Lamas, F. M., Carvalho, M. D. C. S., Salton, J. C. y Suassuna, N. D. (2010). Produção de biomassa por cultivos de cobertura do solo e produtividade do algodoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45 (6), 546-553.
- Ferreira, J., Da Costa, J., Moreira, P., Jank, L. y Lima, M. (2001). *Capim Massai (Panicum maximum Jacq.): Nova forrageira para a diversificação das pastagens no acre*. Ministerio de Agricultura Pecuária e Abastecimento.
- Franco, L., Calero, D. y Durán C. (2007). *Manual de establecimiento de pasturas*. Palmira: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Nacional de Colombia, Proyectos Forrajes IPRA.
- Galli, J. (2004). *Planificación forrajera* (Curso de Posgrado Actualización en Invernada, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Pampa, Argentina).
- Gobernación del Municipio de Patía, Cauca (2003). *Información general del municipio*.
- Gomes, D., Detmann, E., Valadares, S., Fukushima, R., Souza, M., Valente, T., Paulino, M. y Queiroz, A. (2011). Evaluation of lignin contents in tropical forages using different analytical methods and their correlations with degradation of insoluble fiber. *Animal Feed Science and Technology*, 168 (3), 206-222.
- González, B. (2008). *Mejoramiento genético en pastos tropicales*. XXXIX Feria Agropecuaria de Machiques de Perijá, III Jornada Ganadable, Facultad de Agronomía, Universidad de Zulia, Venezuela.
- Joaquín, M., Hernández, A., Pérez, J., Herrera, J., García, G. y Trejo, C. (2001). Fertilización nitrogenada y momento de cosecha en la producción de semilla de pasto guinea (*Panicum maximum Jacq.*): Parámetros y componentes de rendimiento. *Pasturas Tropicales*, 23 (2).
- Kenneth, H. y AOAC International (1990). *Official methods of analysis* (vol. 1, 5ª ed.) Arlington, Virginia: AOAC International.
- Lopera, J., Castaño, D., Chará, J., Murgueitio, E., Uribe, F., Muñoz, J., Valencia, L., Rivera, J., Barahona, R. y Botero, R. (2012). *El aforo de los forrajes, una práctica que facilita un manejo apropiado de las praderas en la ganadería*. Costa Rica, Colombia: Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Earth.
- Manarim, C. y Monteiro, F. (2002). Nitrogênio na produção e diagnose foliar de capim Mombaça. *Boletim de Indústria Animal*, 59, 115-123.

- Más, E. y García-Molinari, O. (2006). *Guía ilustrada de yerbas comunes en Puerto Rico* (2ª ed). Recuperado de <http://issuu.com/sea-upr/docs/manualpastos>.
- Mendes, F. (2007). Especies para cobertura do solo e seus efeitos no algodoeiro. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 11 (1), 55-63.
- Peters, M., Franco, L., Schmidt, A. e Hincapié, B. (2003). *Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centro América*. Cali: CIAT.
- Reina, M. (2007). Recursos agroalimentarios, nuevas especies de gramíneas para la producción de carne y leche. En *I Simposio para la Ganadería de los Llanos de Venezuela*. Maracay: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Rodríguez, Y., Beltrán, S. y Pichimata, A. (2003). *Guía para la toma de muestras de suelos, Desarrollo de Negocios*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Salinas, J., y García, R. (1985). *Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras*. Cali: CIAT.
- Sembraex-Sementes (2002). *Panicum maximum cv. Massai revestida*. Recuperado el 16 de enero del 2014, de <http://www.safrasulsementes.com.br/>.
- Soares, A., Rasmø, G., Valentim, J. y Gomes, O. (2006). Grazing management strategies for *massaigrass*-forage peanut pastures: I. Dynamics of sward condition and botanical composition. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35 (2), 334-342.
- Soares, C., Valentim, J., Costa, J. y Vaz, F. (2004). Crescimento de gramíneas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuaria*, 39 (3), 263-270.
- Socorro, M., Santos, H., Bezerra, A. y Alci-mar, J. (2002). *O Capim-Massai, no meio norte*. Teresina PI, Brasil: Ministerio de Agricultura Pecuária e Abastecimento, Comunicado Técnico 142.
- Tilley, J. M. A. y Terry, R. A. (1963). A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society*, 18, 104-111.
- Valentim, J. F., Carneiro, J. D. C., Moreira, P., Jank, L. y Sales, M. F. L. (2001). *Capim Massai (Panicum maximum Jacq.): nova fronteira para diversificação das pastagens no Acre. Embrapa Acre*. Circular técnica.
- Van Soest, P., Robertson, J. y Lewis, B. (1991). *Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle*. Department of Animal Science and Division of Nutritional Sciences, Cornell University, Ithaca, Nueva York, Estados Unidos.
- Volpe, E., Marchetti, M., Motta, M. y Lempp, B. (2008). Acumulo de forragem e características do solo e da planta no estabelecimento de capim-massai com diferentes níveis de saturação por bases, fósforo e nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37 (2), 228-237.
- Zago, L. y Gall, P. (2010). Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão a soja. *Pesquisa Agropecuaria*, 45 (4), 415-422.