

Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización

Julián Echeverri Zuluaga*, Luis Fernando Restrepo**, Jaime E. Parra*

Resumen

Introducción. La producción de forraje verde y su calidad son algunos de los factores que determinan la eficiencia en los niveles de producción y composición de la leche en los sistemas intensivos en el norte antioqueño. Las pasturas predominantes son el Kikuyo *pennisetum Clandestinum* que predomina en un 85% en los sistemas especializados. Este pasto requiere altos niveles de fertilización química para lograr producciones de biomasa suficientes para mantener las altas cargas a las cuales los productores lo someten. La fertilización nitrogenada recomendada para este tipo de explotaciones fluctúa entre 50 y 70 Kg de nitrógeno por hectárea/pastoreo, lo que implica al menos 400 kg de nitrógeno/año. El costo de los fertilizantes ha obligado a los productores a buscar estrategias que permitan disminuir los altos costos de fertilización, utilizando, entre otras opciones, la materia orgánica como fuente de abonamiento. El uso de materia orgánica es importante debido a su impacto sobre la estructura del suelo y sobre algunas características fisicoquímicas que ayudan a una mejor utilización del fertilizante químico y finalmente favorecen la calidad y producción de forraje verde. **Objetivo.** determinar el efecto de la sustitución parcial del fertilizante químico sobre la producción de forraje verde y la relación hoja tallo de una finca del norte de Antioquia. **Materiales y métodos.** Para esto se utilizó un diseño experimental en bloques, aleatorizado con 3 tratamientos utilizando como bloques los 17 potreros en los cuales se llevó a cabo el estudio; en cada potrero se hicieron, como mínimo, 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) 50Kg de N/ha; 2) 25 Kg de N/ha mas

200Kg de fertilizante orgánico y 3) 25 Kg de N/ha mas 300Kg de fertilizante orgánico. **Resultados.** El análisis estadístico se efectuó mediante el procedimiento GLM de SAS versión 9.0. **Conclusión.** Según el análisis no existió diferencia significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos para ninguna de las características evaluadas: producción de forraje verde por hectárea y relación hoja-tallo. Esto significa que en términos de producción y calidad agronómica del forraje el fertilizante orgánico sustituyó el químico y se constituyó en una alternativa viable para la fertilización en este tipo de explotaciones.

Palabras claves: pasto kikuyo, fertilización química, abono orgánico, forraje, producción lactea.

Comparative evaluation of the productive and agronomic parameters of the kikuyo *Pennisetum clandestinum* grass under two fertilization methods

Abstract

Introduction. Green forage production and its quality are some of the factors that determine the efficiency in the production and composition levels of milk in Antioquian intensive systems. Most common grass species is Kikuyo *pennisetum Clandestinum*, which can be found in 85% of specialized systems. This grass requires high chemical fertilization levels to achieve biomass productions enough to maintain the high loads they are submitted to by producers. Nitrogen fertilization, recommended for this kind of exploitations, moves between 50 and 70 Kg of nitrogen per hectare/

* Profesor auxiliar, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. jjecheve@unal.edu.co. Grupo BIOGEM

** Docente Facultad Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia

Correspondencia: Julián Echeverri Zuluaga. e-mail: jjecheve@unal.edu.co
Artículo recibido: 19/12/2009; Artículo aprobado: 3/12/2010

grazing, and this means at least 400 Kg of nitrogen per year. The cost of fertilizers has obligated producers to look for strategies to reduce costs, using, among other options, organic matter as their compost source. Organic matter is important because of its impact on the soil's structure and on some physical-chemical characteristics that help to a better use of the chemical fertilizer and finally increase the quality and the production of green forage. **Objective.** To determine the effect of the partial substitution of chemical fertilizers on the production of green forage and the leaf-stem relation in a farm located at the North of Antioquia. **Materials and Methods.** An experimental design in blocks randomized with three treatments was used, using as blocks 17 land plots in which the research was made. A minimum of three repetitions was made in every plot. The treatments were: 1) 50Kg of N/ha; 2) 25 Kg of N/ha plus 200Kg of organic fertilizer and 3) 25 Kg of N/ha plus 300Kg of organic fertilizer. **Results.** The statistic analysis was made by the use of the SAS GLM 9.0 version procedure. **Conclusion.** According to the analysis, there was no significant difference ($p < 0.05$) between treatments for any of the evaluated characteristics, forage production per hectare and leaf:stem relation. This means that, under production and agronomic quality terms of the forage, the organic fertilizer replaced the chemical one, becoming a feasible alternative for fertilization in this kind of exploitations.

Key words: pasti kikuyo, fertilization, forage, Dairy yield.

Avaliação comparativa dos parâmetros produtivos e agrônômicos do pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* sob duas metodologias de fertilização

Resumo

Introdução. A produção de forragem verde e sua qualidade são alguns dos fatores que determinam a eficiência nos níveis de produção e

composição do leite nos sistemas intensivos de Antioqueño. As pastagens predominantes são o Kikuyo *Pennisetum clandestinum* que predomina num 85% nos sistemas especializados. Este pasto requer altos níveis de fertilização química para conseguir produções de biomassa suficientes para conseguir manter os altos ônus às quais os produtores o submetem. A fertilização Nitrogenada que recomendada para este tipo de explorações flutua entre 50 e 70 Kg de Nitrogênio por hectare/pastoreio, o que implica ao menos 400 kg de Nitrogênio/ano. O custo dos fertilizantes obrigou aos produtores a procurar estratégias que permitam diminuir os altos custos de fertilização, utilizando entre outras opções a matéria orgânica como fonte de adubo. O uso de matéria orgânica é importante devido a seu impacto sobre a estrutura do solo e sobre algumas características físico-químicas que ajudam a uma melhor utilização do fertilizante químico e finalmente favorecem a qualidade e produção de forragem verde. **Objetivo.** Determinar o efeito da substituição parcial do fertilizante químico sobre a produção de forragem verde e a relação folha talho de uma herdade do norte de Antioquia. **Materiais e métodos.** Para isto se utilizou um desenho experimental em blocos aleatorizado com 3 tratamentos utilizando como blocos os 17 poteiros nos quais se levou a cabo o estudo, em cada poteiro se levaram a cabo mínimo 3 repetições. Os tratamentos foram: 1) 50Kg de N/tem; 2) 25 Kg de N/tem mas 200Kg de fertilizante orgânico e 3) 25 Kg de N/tem mas 300Kg de fertilizante orgânico. **Resultados.** A análise estatística se levou a cabo mediante o procedimento GLM de SAS versão 9.0. **Conclusão.** Segundo a análise não existiu diferença significativa ($p < 0.05$) entre os tratamentos para nenhuma das características avaliadas, produção de forragem verde por hectare e relação folha:talho. Isto significa que em termos de produção e qualidade agrônômica da forragem o fertilizante orgânico substitui o químico constituindo-se numa alternativa viável para a fertilização neste tipo de explorações.

Palavras importantes: pasti kikuyo, fertilização, forragem, produção de leite.

Introducción

Colombia es un país que se caracteriza por su amplia biodiversidad tanto animal como vegetal, y haciendo parte de esta gran biodiversidad tenemos los vegetales que participan en la nu-

trición animal, como son las gramíneas leguminosas y otras especies forrajeras¹.

Se estima que el área aprovechable en pastos es de 40.600.000 de hectáreas, lo que corresponde al 35,6% de la extensión total del país

(113.891.400 Has). De estas, 19.958.369 son aprovechadas en pastos con algún proceso de mejoramiento, lo cual indica que se está desaprovechando el 63% del país².

La ganadería colombiana es una actividad dotada con una alta proporción de los recursos productivos. El área total en pasturas representa el 88% de la superficie agropecuaria nacional utilizada productivamente. En promedio por cada hectárea destinada a los cultivos, existen 7 hectáreas en pasturas³.

La parte sólida del suelo está formada por minerales junto con la materia orgánica, mientras que la parte porosa es de gran valor cuando se involucra en un modelo animal que por su manejo e intensidad de la explotación afecta directamente estos espacios porosos. Por esto el buen mantenimiento de la fase sólida con la fase porosa hace que el suelo ganadero, aparte de su análisis de fertilidad desde el punto de vista químico, indique que se debe manejar de igual forma que desde el punto de vista físico; donde la relación suelo-planta-animal involucre parámetros muy claros en los que estos tres puntos sean necesarios para su conservación y mantenimiento, haciendo del suelo ganadero una base para la explotación sostenible en ganaderías de alta eficiencia⁴.

La materia orgánica del suelo resulta de la acumulación de residuos de plantas y animales. Cuando está bien descompuesta recibe el nombre de humus. En estado coloidal tiene una capacidad considerable de intercambio de cationes¹.

En un suelo de buena fertilidad, las partículas minerales están cubiertas por una capa de humedad capilar que contiene humus. Esta es una especie de gel que retiene el agua al expandirse. Entre estas partículas recubiertas por humus hay espacios de aire, poros, que proveen oxígeno a las bacterias del suelo, así como a las raíces, con lo que contribuyen a que el suelo se conserve suelto y granuloso, aumentando su capacidad de laboreo. Los microorganismos útiles atacan la materia orgánica fresca y liberan los nutrientes vegetales con formas inorgánicas simples que serán utilizadas por los cultivos; mediante la descomposición de la materia orgánica por los microbios

se liberan nitratos, sulfatos, fosfatos y macro nutrientes de la materia orgánica, y los cultivos pueden utilizarlos¹.

Además de ser una fuente de nutrientes como nitrógeno fósforo y azufre la materia orgánica tiene influencia sobre algunas propiedades del suelo tales como la estructura, porosidad, retención de agua, población de microorganismos y fijación de fósforo. En Colombia se ha encontrado que la materia orgánica tiende a aumentar con la altura sobre el nivel del mar y con la disminución de la temperatura¹.

El nitrógeno es el principal constituyente de los aminoácidos de la planta que generan las proteínas y los ácidos nucleicos, además de formar parte de vitaminas fosfolípidos y clorofila¹. Su principal función es aumentar el vigor de la planta, dar color verde a las hojas, y a la planta en general, promover la formación de yemas, y por tanto, es el elemento que promueva la formación de tejido vegetal potenciando el crecimiento de la planta.

En la planta, su deficiencia conduce a un bajo crecimiento, color verde pálido, escaso macollamiento y, por ende, a una mala calidad. Sin embargo, los excesos de nitrógeno en la planta determinan un excesivo crecimiento de la planta, volamiento y toxicidad.

Los cultivos no tienen una preferencia en la absorción de nitrógeno del suelo. El nitrógeno es absorbido principalmente en forma de nitrato. Aunque algunos autores aseguran que los iones nitrato y amonio son absorbidos indistintamente, de todos modos los fertilizantes nitrogenados que no estén en forma de nitrato en el suelo son transformados a esta forma en el suelo, la cual es altamente soluble en agua¹.

Esta transformación en el suelo requiere condiciones favorables de temperatura, humedad, aireación y ciertos nutrientes como P y Ca. El nitrógeno en forma de nítrico no se adhiere a las partículas del suelo, permanece disuelto en la humedad de este y no necesita conversión⁶.

La urea, la cual contiene un 46% de nitrógeno ureico, causa una acidificación del suelo de $0,5H^+$ por cada N como urea. Esto corresponde

a la acidificación mínima independiente derivada del empleo de la urea⁷.

En el caso de pastizales destinados al pastoreo animal, devuelven en forma de estiércol cantidades relativamente grandes de nitrógeno, fósforo, potasio y calcio. En tal caso, el animal lo deposita en bostas, cubriendo parte de la vegetación. Para evitar la pérdida de producción que resulta de este cubrimiento del pasto y para favorecer su absorción, se deben esparcir las bostas.

El estiércol bovino está formado por excretas, sólidas y líquidas. Crespo y González en (1980)⁸ señalan que la parte sólida del estiércol contiene en general la mitad o más del nitrógeno excretado, alrededor de un tercio de potasio, y casi todo el fósforo, calcio y magnesio excretados por el animal.

Según⁹, el estiércol bovino tiene una baja concentración de nutrientes, sin embargo, su disponibilidad es muy alta, y además de suplementar nutrientes hace más disponibles algunos nutrientes para las plantas.

La diferencia más importante entre el estiércol y el fertilizante químico es el efecto benéfico en las propiedades biológicas y físicas del suelo brindadas por el estiércol, así como su poder de suplementación de nutrientes. En la mayoría de los casos, la adición de fertilizante químico tiene poco o ningún efecto sobre las propiedades físicas o biológicas del suelo.

Al momento de la excreción del estiércol, la distribución del nitrógeno en forma de urea y ácido úrico con respecto al nitrógeno orgánico de compuestos más estables queda en una proporción aproximada del 50% cada uno. Las formas de urea se hidrolizan rápidamente, de manera que en unos pocos días o semanas este nitrógeno es convertido en forma amoniacal en cuya forma se volatiliza rápidamente como amoníaco.

Álvarez (1982)¹⁰ dice que a las seis horas se ha presentado un 20% de pérdidas del nitrógeno, a las 24 horas, un 25%, y a las 96 horas, un 95%. Según¹¹, un 50% de volatilización del nitrógeno, cuando se aplicó superficialmente, se redujo marcadamente cuando se incorporó al

suelo y fue insignificante cuando la incorporación se hizo a 18 cms de profundidad.

Thompson (1981) indica que la cantidad de carbonato aportado por el estiércol es de particular importancia, si se tiene en cuenta que dicho elemento constituye la fuente de energía de los microorganismos que intervienen en su descomposición.

Según¹², cerca del 30% del total del fósforo en el estiércol se encuentra en forma orgánica; aproximadamente el 25% es soluble en agua, y un 45% se encuentra en formas solubles inorgánicas. Las heces sólidas contienen la mayor cantidad de fósforo excretado. La orina solo contiene trazas.

Según⁹, los bajos porcentajes de nitrógeno, fósforo, potasio, presentes en el estiércol, hacen necesarias las grandes aplicaciones de este material para aportar cantidades apropiadas de nutrientes para los pastos; sin embargo, se ha planteado que dosis elevadas pueden perjudicar los pastos indicándose que la máxima dosis debe ser equivalente a 300Kg de nitrógeno-año. La dilución recomendada para estiércol es de 1 a 4.

La aplicación de residuos orgánicos de origen animal tiene una marcada diferencia en los suelos. Este efecto depende del tratamiento que las excretas reciban antes de su aplicación.

Los tratamientos comúnmente utilizados son la oxidación o fermentación, la humificación. Además, suelen aplicarse las excretas sin tratamiento previo. Tanto las propiedades físicas como las químicas y biológicas se transforman de manera que los suelos fácilmente adquieren un nivel de fertilidad mayor. La humificación de los residuos antes de ser aplicados al suelo presentan grandes ventajas: reducción del volumen, fácil almacenamiento, muerte de patógenos, estabilización del material, eliminación de olores indeseables, reducción de la polución y un efecto residual prolongado sobre las propiedades del suelo determinantes de su fertilidad¹³.

El efecto de los residuos frescos, tal como ocurre con los abonos verdes, mejora la agregación del suelo, disminuye la densidad hacién-

dolo más esponjoso, aumentando la capacidad de aireación y el agua aprovechable.

Durante la primera mitad del siglo el estiércol fue utilizado como fertilizante valioso y se investigó bastante acerca de la forma de conservar y aumentar su valor fertilizante, luego vinieron los fertilizantes químicos y el estiércol fue mirado como un desecho que no justificaba el costo de recolección, acarreo y aplicación del suelo¹⁴.

La aplicación de la materia orgánica del estiércol, especialmente a suelos arenosos y arcillosos, tiene los siguientes efectos:

1. Mejora la tasa de infiltración de agua
2. Reduce la pérdida de agua
3. Reduce la pérdida de suelos por erosión
4. Mejora el rebrote de las semillas
5. Facilita la liberación lenta de nutrientes por el suelo
6. Solubiliza los minerales del suelo¹⁵

Castle y Drysdale¹⁵ aplicaron mezclas de orina y estiércol diluido, con igual cantidad de agua, durante tres años a praderas de reygrass perenne más trébol, hasta completar 1000 libras de N por hectárea; la cantidad de materia seca producida por el pasto se incrementó progresivamente al incrementar la proporción de orina en la mezcla.

Arteaga y Chongo¹⁷ aplicaron estiércol de ganado vacuno durante cuatro años a praderas de *Digitaria decumbens*. El estiércol duplicó la producción de materia seca de las gramíneas, comparado con el testigo sin aplicación del mismo.

Según Bryant (1979)¹⁶, la fermentación de metano es muy importante en el ciclo del carbón y otros ciclos elementales de la naturaleza, porque ella causa degradación anaeróbica de materiales orgánicos complejos, a los productos gaseosos relativamente limpios y fácilmente purificados CO₂ y CH₄, con un crecimiento relativamente pequeño de bacterias. Así, una gran cantidad de materia orgánica es distribuida, pero cerca del 90% o más del sustrato de energía es retenida en el CH₄.

Además de los beneficios edáficos mencionados anteriormente, es importante anotar que la fertilización química constituye uno de los rubros más importantes en los costos de producción de leche y que su utilización es indispensable para la producción y reproducción de las vacas lecheras.

La recomendación general en cuanto a fertilizante químico está cerca de 50Kg de nitrógeno por hectárea cada pastoreo, lo que se convierte en alrededor de 400 Kg por hectárea cada año.

Debido a que el margen de rentabilidad de la producción de leche especializada se reduce cada vez más, es importante buscar estrategias que ayuden a disminuir el costo de producción; entre estas está la utilización de materia orgánica como reemplazo parcial de la fertilización química.

El objetivo principal de esta investigación es comparar los parámetros nutricionales y agrónomos del pasto kikuyo mediante tres estrategias de fertilización, con la finalidad de fomentar el uso de la materia orgánica como fertilizante en las ganaderías de leche del país.

Materiales y métodos

Este trabajo se llevó a cabo en un hato lechero ubicado en el municipio de San Pedro de los Milagros en el departamento de Antioquia. El objetivo fue determinar el efecto de la sustitución parcial del fertilizante químico sobre la producción de forraje verde, la relación hoja tallo y el costo de producción por Kg de forraje verde. Para esto se utilizó un diseño de clasificación experimental en bloques, aleatorizado con 3 tratamientos, utilizando como bloques los 17 potreros en los cuales se llevó a cabo el estudio; en cada potrero se llevaron a cabo mínimo 3 repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) 50Kg de N/ha; 2) 25 Kg de N/ha más 200Kg de fertilizante orgánico y 3) 25 Kg de N/ha más 300Kg de fertilizante orgánico. El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} = \mu + T_i + P_j + e_{ijklm}$$

Donde,

Y_{ijklm} = Variable dependiente (Producción de forraje verde, producción de hoja, producción

de tallo\leche en litros, % de proteína, % grasa, CSC, UFC)

μ = Efecto promedio de la variable dependiente

T_i = Efecto del tratamiento (1..3)

P_j = Efecto del potrero (bloque) (1.....17)

Q_k = Efecto de la repetición (1.....17)

S_m = Efecto de la interacción potrero * tratamiento

e_{ijklm} = Error experimental

Los datos fueron organizados, y procesados y analizados a través de un modelo multivariado con el proc manova de SAS, versión 9.0.

Se calcularon los estadísticos de Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Cramer-von Mises y anderson-Darling para verificar la normalidad de los datos; además, se comprobó que la suma de residuales fuera 0.

Resultados

1. En la tabla 1 se presenta el análisis descriptivo para los parámetros de producción y calidad de forraje obtenidos.

Tabla 1. Análisis descriptivo de parámetros de producción

Variable	Media \pm SD
Producción de forraje verde (Kg/m ²)	3,35 \pm 1.02
Relación Hoja-tallo	1,66 \pm 0.67
Porcentaje de hoja (%)	57,7 \pm 13.9
Porcentaje de Tallo (%)	42.29 \pm 13.9

Tabla 2. Resultados Manova

Variable dependiente/F.V	Tratamiento	Potrero	Repetición	Interacción periodo Tratamiento	R ²
Producción de forraje verde (Kg/m ²)	N.S	**	**	*	0.72
Relación Hoja-tallo	N.S	N.S	N.S	N.S	0.43
Porcentaje de hoja (%)	N.S	N.S	N.S	N.S	0.40
Porcentaje de Tallo (%)	N.S	N.S	N.S	N.S	0.40

Manova *Diferencia significativa ($p < 0.05$), **Diferencia Altamente Significativa ($p < 0.01$), N.S: No significativo

De acuerdo con la tabla uno, se puede analizar que los parámetros de menor variación son el porcentaje de hoja y tallo; esto es relativamente inesperado debido a que muchos factores medioambientales que no se pueden controlar afectan la característica en evaluación

2. Manova

En la tabla 2 se indican los resultados del manova.

Solo se encontraron diferencias significativas para el potrero, tratamiento y la interacción cuando se utilizó la producción de forraje verde como variable dependiente; esto significa que en todos los casos la cantidad y calidad del forraje producido no dependió del tipo de fertilizante utilizado ni de las proporciones de fertilizante químico y orgánico.

Los coeficientes de determinación fueron bajos, lo que significa que existen otras variables que afectan la característica y no fueron incluidas en el modelo; esto es, en parte, por haber realizado el experimento en el campo donde no era posible tener más control ambiental. La realización de un experimento similar en condiciones de vivero podría mejorar los coeficientes de determinación.

Conclusiones

Esta investigación indica que bajo las condiciones del análisis la producción de forraje y sus características agronómicas de calidad no están afectadas por el tipo de fertilizante aplicado, y que la fertilización orgánica logra suplir los requerimientos nutricionales de la planta, al punto que esta pueda crecer igual que cuando solo se emplea fertilizante químico.

La relación hoja tallo y la producción de hojas, que es la parte de la planta más nutritiva y donde se encuentran los nutrientes más importantes para la alimentación de los bovinos no es afectada por los tratamientos aplicados. Sin embargo, el costo de fertilización por hectárea es mucho menor cuando se utiliza materia orgánica en el proceso. Por esto se considera que es posible utilizar materia orgánica en la fertilización de los potreros de kikuyo reduciendo los costos de producción de leche y sin perder calidad de forraje.

Es necesario efectuar un estudio con más tiempo de evaluación, pues la degradación de la materia orgánica es bastante lenta en climas bajos como los del sitio del experimento. Se espera que con más tiempo de análisis, no solo no haya diferencias sino que estas favorezcan la utilización de la materia orgánica sobre el uso de fertilizante químico.

Referencias

1. ESTRADA, Julián. Pastos y forrajes. 1 ed. Manizales: Universidad de Caldas - Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1991. 196 p.
2. FAO. Anuario de producción. Vol 44. Roma, Italia: FAO, 1991. 283 p.
3. RIVAS, L. Desarrollo de los sistemas de producción bovina en Colombia. En: Memorias seminario internacional estrategias de mejoramiento genético en producción bovina tropical. Medellín: Ed. A.C. López. 1995.
4. ESPEJO, G. Manejo y diseño del suelo ganadero oferta ambiental. En: Seminario taller de establecimiento y desarrollo de programas de cebas intensivas (1, 26-28, marzo: Armenia). Memorias. Quindío: CICADEP, 1998. p. 13-43
5. FERGUSON, J. E. y CARDOZO, C. I. Aspectos de calidad de semillas de especies forrajeras en el establecimiento de pasturas mejoradas. En: Seminario de producción bovina. Manizales: Universidad de Caldas, 1994.
6. RODRIGUEZ, J. La fertilización de los cultivos, un método racional. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 1993. 291 p.
7. SUAREZ, Domingo. Fertilizantes nitrogenados y riesgos de acidificación. En: Panorama económico de la agricultura. 1993. No. 87, p. 27-32.
8. FAUSTINO, Jorge. Conservación de suelos en parcelas de elevada pendiente con plantación de leñosas forrajeras y pasto. En: Arboles y arbustos forrajeras en América Central. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 1994. p. 583-587.
9. SOLARTE SÁNCHEZ, Antonio José. Experiences from two ethnic groups of farmers participating in livestock research in different ecological zones of the Cauca valley of Colombia. Tesis de Maestría. Skara, Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences, 1994. 80 p.
10. ALARCON, M. E. Utilización de pastos en pastoreo. En: Pastos y forrajes. Bogotá: ICA, 1979. p. 179-190.
11. CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia: CIAT, 1982. 168 p.
12. PURI, D. N. and GARGYA, G. R. 1995. Management of morus alba linn and grewia optiva Roxb. For degraded lands. En: Van Vigyan. 1995. Vol. 33, no. 2, p. 109-113.
13. SHAYO, C. Uses, yield and nutritive value of mulberry (morus alba) trees ruminants in the semiarids areas of central Tanzania. [s.l]: Livestock production research institute, 1997. 11 p.
14. FONTENOT, J. P. Alternatives in animal waste utilization: Introductory comments: En: Journal of Animal Sciences. 1979. Vol. 48, no. 1, p. 111-112.
15. CASTLE, M. E. and DRYSDALE, A. D. Liquid manure as a grassland fertilizer. The response to mixtures of liquid manure and dung-. En: Journal of Agriculture Science. 1966. Vol. 67, no. 3, p. 397-404.
16. BRYANT, M.P. Microbial Methane production: Theoretical aspects. Journal of Animal Sciences. 1979. Vol. 48, no. 1, p. 193-201.
17. ARTEAGA, D. y CHONGO, R. Consideración sobre el uso del estiércol vacuno como fertilizante para pastos. Cuba: Ciencia y Técnica en La agricultura, 1979.