

Evaluación de la producción de biomasa y recuperación del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone), en una lechería intensiva bajo diferentes estrategias de fertilización.

Dus Nelcy Valencia Osorio¹; Juan Camilo Elejalde Ocampo¹; Alejandro Giraldo Franco²;
Sebastián Mejía³; Felipe Lopera Sierra⁴

¹*Estudiante de Zootecnia – Universidad Católica de Oriente, Sector 3 Cr 46 # 40B-50, Rionegro, Colombia.*

²*Ingeniero agrícola, Docente, Universidad Católica de Oriente, Sector 3 Cr 46 # 40B-50, Rionegro, Colombia.*

³*Ingeniero agrónomo, director de investigación Stoller Colombia.*

⁴*Zootecnista, Universidad de Antioquia.*

Resumen

La producción de leche en el norte de Antioquia, cuenca lechera número 1 de Colombia, ha estado tradicionalmente dominada por el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone); sin embargo, los planes de fertilización utilizados se han limitado al aporte de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), esto no significa que la planta solo necesite de estos nutrientes, por el contrario, necesita muchos más elementos para lograr su máximo desarrollo y potencial productivo. El experimento fue realizado en la finca lechera Jordania, ubicada en la vereda La Cabaña del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia; el experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado en parcelas divididas; donde se evaluó la producción de biomasa fresca de la muestra, la altura de la planta y el efecto de la aplicación de diferentes tratamientos sobre estas variables de importancia. Los resultados muestran que el tratamiento que obtuvo un mejor desempeño tanto en el crecimiento como en la producción de biomasa del kikuyo fue el tratamiento 5 (Aforo=1064 g y Altura=38.2 cm) y el de menor desempeño fue el tratamiento testigo (Aforo=706 g y Altura=26.06 cm). Se concluyó que el producto aplicado mostro un mejor desempeño en cuanto a la producción de biomasa y al desarrollo del pasto kikuyo evaluado en una lechería especializada del norte de Antioquia al momento de ser aplicado.

Palabras clave: *ganado de leche, minerales, pasturas, fertilización.*

Abstract

Milk production in northern Antioquia, Colombia's number 1 dairy basin, has traditionally been dominated by kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone); however, the fertilization plans used have been limited to the contribution of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), this does not mean that the plant only needs these nutrients, on the contrary, it needs many more elements to achieve their maximum development and productive potential. The experiment was carried out on the Jordania dairy farm, located on the sidewalk of The Cabin in the municipality of Santa Rosa de Osos Antioquia; the experiment was carried out under a completely randomized design in divided plots; where the production of fresh biomass of the sample, the height of the plant and the effect of the application of different treatments on these important variables were evaluated. The results show that the treatment that obtained the best performance in both growth and biomass production of kikuyu was treatment 5 (Capacity=1064 g and Height=38.2 cm) and the one with the lowest performance was the control treatment (Capacity=706 g and Height=26.06 cm). It was concluded that the applied product showed a better performance in terms of biomass production and the development of kikuyu grass evaluated in a specialized dairy in northern Antioquia at the time of being applied.

Keyword: *Ecoregions, Pastures, Minerals, Main Components, Livestock*

Introducción

Según datos del censo nacional agropecuario del DANE de 2016, Colombia cuenta con 41.5 millones de hectáreas destinadas a la producción agropecuaria, de las cuales 34.4 millones de hectáreas están dedicadas a la ganadería que, de acuerdo con cifras del censo pecuario nacional están ocupadas con un inventario de 27.973.390 animales, distribuidos en 633.408 predios (ICA, 2020). La producción pecuaria ocupa un renglón importante en la economía colombiana, aportando el 1.6% del PIB nacional y el 24.8% del PIB agropecuario (FEDEGAN, 2021). Sin embargo, presenta índices productivos y económicos limitados, que se traducen en una baja productividad por hectárea. La ganadería en Colombia se desarrolla en las zonas planas de los valles y planicies aluviales, por sus altos niveles de fertilidad y

porque permiten el manejo de praderas y generan menor impacto al suelo por la carga animal (Falta citar este párrafo). La producción de ganado en pastoreo se relaciona directamente con el desarrollo y crecimiento de las pasturas, dichos procesos son influenciados por factores externos, tales como el clima, microorganismos, el manejo que se les brinde y, las características del suelo. La interacción de estos factores abióticos y bióticos, afectan la calidad del producto final (Falta citar este párrafo). Normalmente los suelos en regiones tropicales presentan deficiencias en minerales, que se traducen en un bajo contenido de estos en los forrajes. Según Sánchez *et al.* (1986) citado por Andrade (2006) el kikuyo es una de las especies de mayor uso en las praderas de trópico alto, pero así mismo es un pasto que no prospera bien en suelos pobres, y que posee una alta demanda de elementos como calcio, fósforo, potasio, magnesio, sodio, cloro y azufre, y en menor proporción hierro, manganeso, cobre, zinc, selenio y cobalto, para alcanzar su óptimo desarrollo y mayor aporte nutricional para la alimentación de rumiantes. El bajo contenido de nutrientes, y en especial el bajo contenido de minerales en el suelo, o en el plan de fertilización, afectan negativamente la calidad de los forrajes para su uso en la alimentación animal (Risco and Reynolds, 1984; Echeverry *et al.* 2010; Vargas *et al.* 2018). La producción de leche en el norte de Antioquia, cuenca lechera de Colombia, ha estado tradicionalmente dominada por el pasto kikuyo; sin embargo, los planes de fertilización utilizados se han limitado al aporte de nitrógeno, fósforo y potasio, lo cual no significa que la planta se limite a estos nutrientes, por el contrario, necesita muchos más elementos para lograr su máximo desarrollo y potencial productivo. El poco o nulo manejo agronómico de las pasturas destinadas a la alimentación animal en Colombia puede incidir negativamente en los costos de producción y por consecuencia en una disminución de la rentabilidad del negocio ganadero. En la revisión de literatura, se reportan investigaciones orientadas al desarrollo y el manejo del pasto kikuyo como alternativa en sistemas de producción de ganado lechero entrópico alto (Echeverry *et al.* 2010; Vargas *et al.* 2018; Alayon, 2014; Andrade, 2006), existiendo una alta tendencia en el uso de alternativas de fertilización de suelos, destacándose la temática del uso de biofertilizantes y el aporte de enmiendas como nutriente (yeso, carbonato de calcio y silicio), y recientemente el uso de la carbamida cálcica, no solo por su aporte de nitrógeno ureico y calcio asimilable, sino también por su influencia en la asimilación de otros nutrientes (López L, 2019). Por lo anterior, El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de biomasa y recuperación del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex

Chiov.) Morrone), bajo diferentes estrategias de fertilización propuestas para una lechería en el norte de Antioquia.

Materiales y métodos

Sitio de experimentación:

El experimento fue realizado en la lechería Jordania, ubicada en la vereda La Cabaña del municipio de Santa Rosa de Osos Antioquia, con las siguientes coordenadas espaciales: Latitud 6°35'58.96°N, Longitud 75°24'32.42°O y elevación de 2550 msnm. El centro de producción se encuentra en zona de vida de bosque pluvial montano (bp-M) y cuenta con un área total de 60 ha divididas en 50 ha en potreros de pasto kikuyo y 10 ha de bosque. El inventario ganadero de la finca es de un total de 250 animales, de los cuales 135 vacas permanecen en ordeño mecánico con periodicidad de dos veces al día. La rotación de los potreros esta aproximadamente entre 20 y 40 días dependiendo de los periodos de lluvia y de la carga de la pradera.

Estructura del experimento:

Para efectos del experimento se utilizó un potrero de área aproximada de 5.300 m², el cual se dividió en parcelas de áreas aproximadamente iguales (1060 m² en promedio) como se evidencia en la figura 1. En el predio, el plan de fertilización se basa en la aplicación de un fertilizante granular, cuya composición consiste en una mezcla granular comercial de nitrógeno (nitrógeno amoniacal 1.5% y nitrógeno ureico 29.5%), fosforo (8%), potasio (8%), magnesio (2%) y azufre (1%), a razón de 235 Kg/ha. La estrategia de fertilización propuesta consistió en la aplicación de diferentes dosis de una mezcla granular de nitrógeno (nitrógeno amoniacal 0.28% y nitrógeno ureico 8.72%), potasio (5%), magnesio (3.5%), carbamida cálcica (25.4%), azufre (4%), boro (0.49%) y molibdeno (0.03%). A cada parcela se le asignó un tratamiento; los cinco tratamientos descritos a continuación:

T1: Control negativo (No se aplica ningún fertilizante)

T2: Testigo (Tratamiento con fertilización tradicional del predio).

T3: Fertilización tradicional del predio + 2 kg/ha (0,2g por m²) de la estrategia de fertilización.

T4: Fertilización tradicional del predio + 4 kg/ha (0,4g por m²) 6 gramos por unidad experimental de la estrategia de fertilización.

T5: Fertilización tradicional del predio + 6 kg/ha (0,6g por m²) 9 gramos por unidad experimental de la estrategia de fertilización.

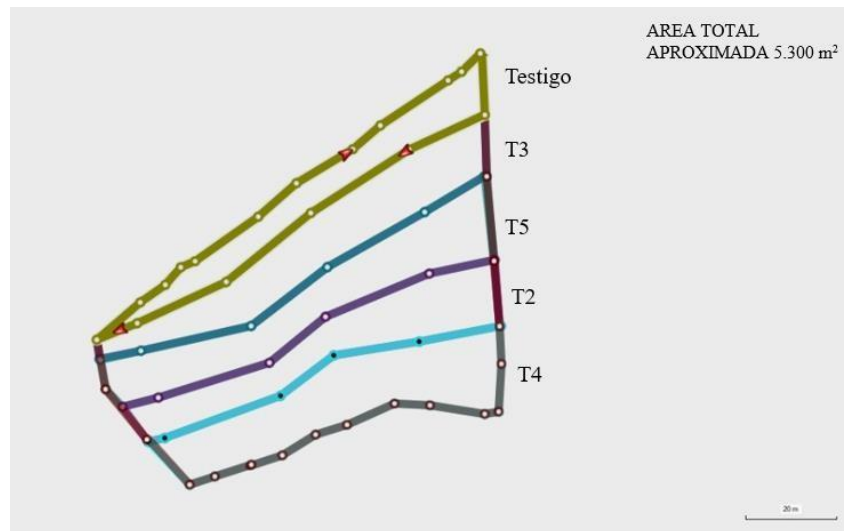


Figura 1. Estructura del experimento completamente aleatorizado en parcelas divididas para evaluar la biomasa y la recuperación del pasto kikuyo sometido a diferentes tipos de fertilización.

Los tratamientos se aplicaron al inicio del periodo de descanso del potrero seleccionado y así mismo el muestreo se realizó por medio de aforos de pasto usando un marco de 0.25 m² para 15 repeticiones (aforos) por tratamientos realizados al finalizar el periodo de descanso del potrero.

El experimento se realizó bajo un diseño completamente aleatorizado en parcelas divididas bajo el siguiente modelo:

El modelo del experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} es la variable respuesta: 1. Producción de biomasa fresca de la muestra, 2. Altura de la planta, α_j es el efecto del tratamiento en el cual $j=5$ tratamientos y ϵ_{ij} es el error experimental.

Análisis de datos:

Los datos se analizaron bajo un ANOVA y un análisis de diferencia entre medias de Duncan a un 95% de confianza. Todos los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza fueron realizados para validar el ANOVA. Todos los análisis inferenciales se realizaron usando el software especializado R Project versión 4.2.2 (R Development Core Team 2023).

Resultados y Discusión.

En la realización de la evaluación por el ANOVA para las variables de biomasa y altura de las plantas de kikuyo se encontró diferencia estadísticamente significativa entre las medias de los tratamientos con valores de P iguales a 0.00866 y 0.000000087, respectivamente.

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis de diferencia entre medias de Duncan a un 95% de confianza; estos resultados muestran que el tratamiento que obtuvo un mejor desempeño tanto en el crecimiento como en la producción de biomasa del kikuyo fue el tratamiento 5 (Aforo=1064 g y Altura=38.2 cm) y el de menor desempeño fue el tratamiento testigo (Aforo=706 g y Altura=26.06 cm).

Tabla 1. Diferencias entre las medias de los tratamientos, para las variables de biomasa y de altura de las plantas de kikuyo evaluado en una lechería del Norte de Antioquia.

Tratamiento	AFORO (g)		ALTURA (cm)	
	Media estimada	Significancia	Media estimada	Significancia
T2	796	b	33.8	b
T3	877,33	ab	33,53	b
T4	710,66	b	37,47	ab
T5	1064	a	38,2	a
Testigo	706,66	b	26,06	c

*letras diferentes indican diferencia estadística (P-Value<0.05)

En la figura 2 se muestra la diferenciación gráfica por medio de cajas y bigotes entre los tratamientos aplicados en pasto kikuyo perteneciente a una finca productora de leche en el

norte de Antioquia; aquí se puede observar la diferenciación entre los tratamientos con aplicación de la estrategia de fertilización, el fertilizante tradicional y el tratamiento testigo; con este esquema también se puede validar los resultados de los análisis de diferencia entre medias que fue realizado para el presente experimento.

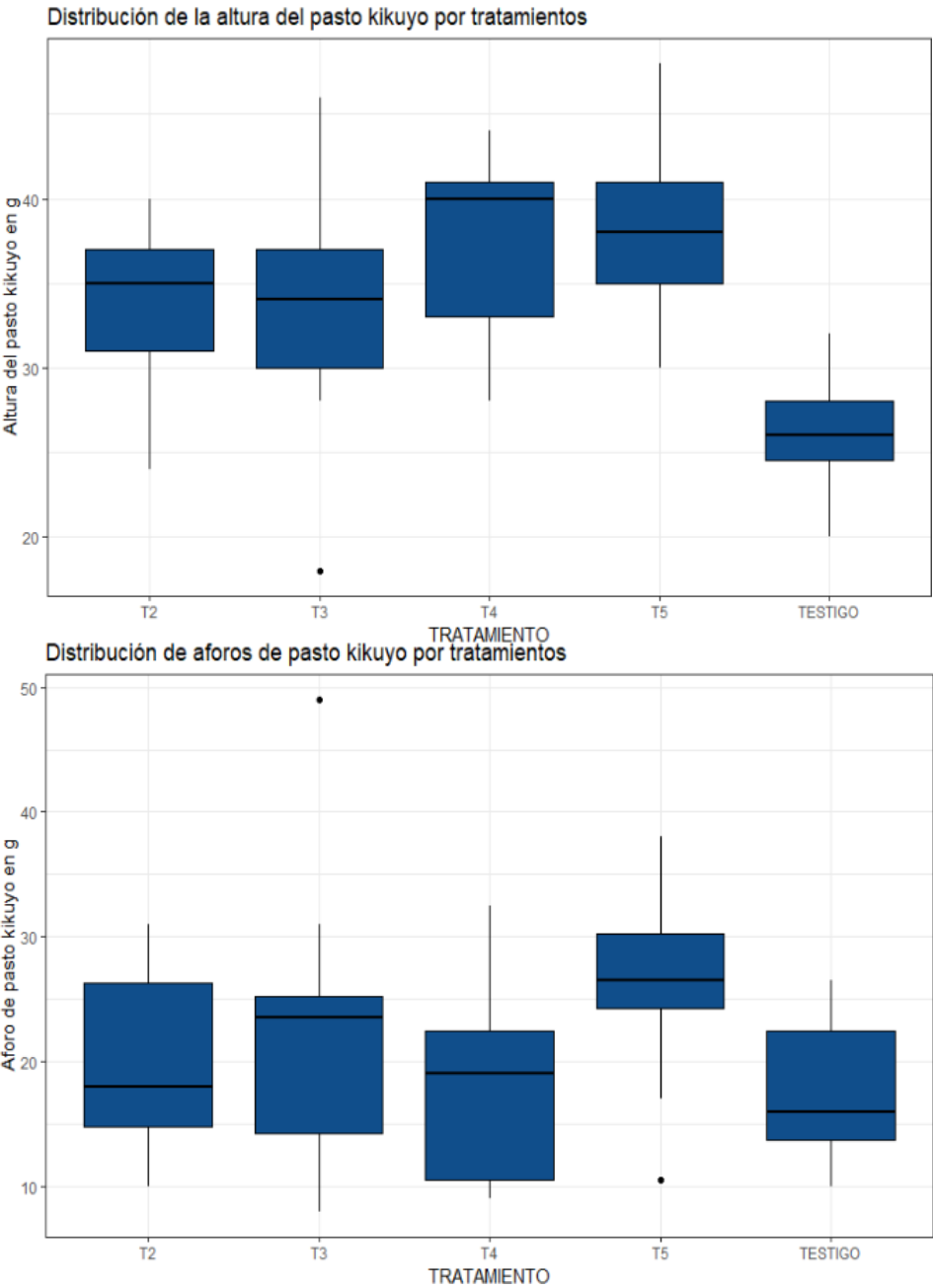


Figura 2. Boxplot para las variables de producción de biomasa y altura del pasto kikuyo, desglosado por tratamiento.

En la figura 3 se encuentran las dos curvas de dosis del producto estratégico con relación a la biomasa y altura del pasto kikuyo respectivamente durante el experimento realizado con los diferentes tratamientos, priorizando un aumento en los dos ítems evaluados a medida que se llega a la dosificación mayor que fue establecida para realizar el trabajo.

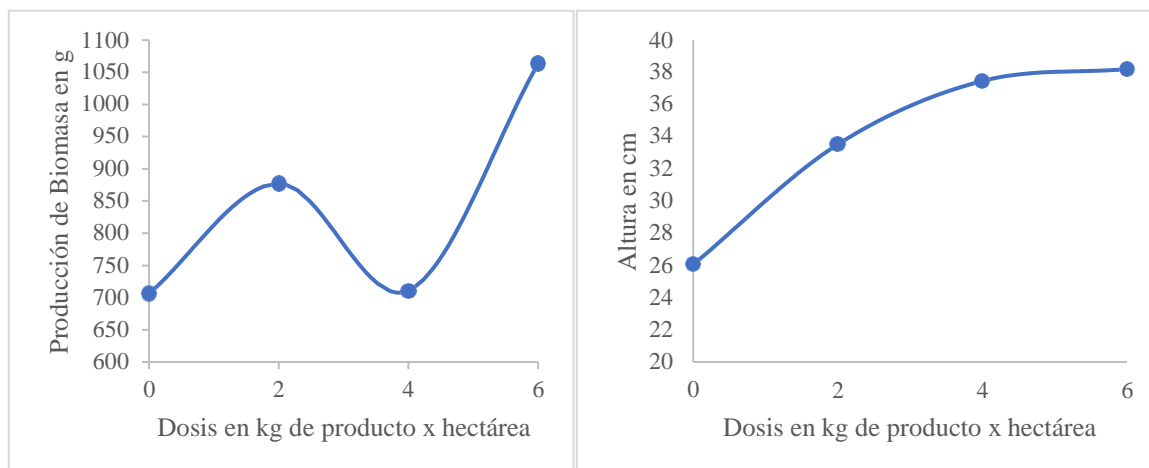


Figura 3. Curva de dosis del producto estratégico aplicado en el experimento realizado en pasto kikuyo en una lechería piloto del Norte de Antioquia.

Las curvas de dosis (Figura 3) indican que el tratamiento con la mayor concentración de la alternativa de fertilización propuesta (T5) presentó un mejor desempeño en cuanto la altura del pasto y producción de biomasa, en comparación con los otros tratamientos. También, se muestra una aparente mayor relación positiva de dosis en relación a la respuesta de altura, en comparación a respuesta de la biomasa (resultados muy similares para los tratamientos T4 con 710.66g y Testigo con 706.66g) se evidencia en ambos resultados que el producto potencia en dicha dosis aplicada (6 kg/ha equivalentes a 0.6g/m^2), lo cual se contrasta con los resultados del Smith et al. (2022) quienes encontraron que la aplicación de una mezcla de fertilizantes que incluía carbamida cálcica resultó en un incremento significativo en la producción de biomasa y la calidad del pasto.

Asimismo, Jones et al. (2023) en un estudio sobre el pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) encontraron que la adición de carbamidas en la fertilización incrementó la producción de biomasa y mejoró la calidad del forraje. Estos hallazgos sumados a los encontrados por López et al. (2019) con carbamida cálcica en el cultivo de papa criolla (*Solanum phureja*) pueden respaldar la eficacia de la alternativa de fertilización propuesta, que incluyó una mezcla de carbamida cálcica, elementos menores y el fertilizante NPK tradicionalmente utilizado.

Estos resultados son relevantes para la agricultura en el norte de Antioquia y podrían contribuir a la optimización de las prácticas de fertilización en las lecherías de la región, contrastando con lo propuesto por Vargas et al. (2018) quienes indican en su artículo que “se reconoce la necesidad de desarrollar programas de mejoramiento que permitan potencializar la respuesta productiva del pasto kikuyo”. Sin embargo, se recomienda realizar más investigaciones para profundizar en los efectos a largo plazo y evaluar la rentabilidad económica de estas alternativas de fertilización en el contexto específico de la lechería en el norte de Antioquia.

Conclusiones.

- Fue posible evaluar agrónomicamente la producción de biomasa y el desarrollo del pasto kikuyo en una lechería especializada del Norte de Antioquia.
- Se evidenció que la implementación de mejores estrategias de fertilización, mejoran la producción y el desarrollo de las praderas de pasto kikuyo.
- Estos resultados respaldan la idea de que la utilización de la mezcla de fertilizantes propuesta, en una dosis de 6 Kg/ha puede ser una estrategia efectiva para mejorarla productividad y la calidad del pasto kikuyo en la lechería estudiada.
- En términos prácticos, los resultados de este estudio tienen importantes implicaciones para la agricultura y la producción de leche en la región. La mejora en la producción de biomasa y la recuperación del pasto kikuyo obtenida mediante la aplicación de la mezcla de fertilizantes propuesta puede resultar en un mayor suministro de alimento para el ganado, lo que podría aumentar la producción y calidad de la leche que se produce y; por lo tanto, contribuir a la rentabilidad de las explotaciones lecheras en la zona.

Sin embargo, es necesario señalar que, a pesar de los resultados prometedores, aún existen áreas que requieren una mayor investigación. Se recomienda llevar a cabo estudios adicionales para evaluar los efectos a largo plazo de la alternativa de fertilización propuesta, así como su rentabilidad económica en el contexto específico de la lechería en el norte de Antioquia. Además, sería valioso investigar posibles interacciones entre la fertilización y otras variables de calidad del forraje, para optimizar aún más las prácticas agrícolas en la región.

Referencias.

Alayón García, N. A. (2014). Evaluación de tres bioabonos sobre el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el municipio de La Calera Departamento de Cundinamarca.

Andrade Soto, M. (2006). Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica.

Dias, R. S., López, S., Montanholi, Y. R., Smith, B., Haas, L. S., Miller, S. P., & France, J. (2013). A meta-analysis of the effects of dietary copper, molybdenum, and sulfur on plasma and liver copper, weight gain, and feed conversion in growing-finishing cattle. *Journal of animal science*, 91(12), 5714-5723.

Balocchi O, Pinochet D, Wittwer F, Contreras P, Echeverria R, Guzmán F 2001 Rendimiento y composición mineral del forraje de una pradera permanente fertilizada con magnesio, *Pesqui Agropecuária Bras*, 36:1309–1317, doi:10.1590/S0100-204X2001001000014.

Bockheim J G, Gennadiyev A N, Hartemink A E, Brevik E C 2014 Soil-forming factors and Soil Taxonomy, *Geoderma*, 226–227:231–237, doi:10.1016/j.geoderma.2014.02.016.

Castañeda M, Duque M, Galvis R D, Correa H J 2008 Efecto de la fertilización nitrogenada y de la edad de corte sobre la digestibilidad intestinal in vitro de la proteína del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinum* Hochst), *Rev Fac Nal Agr Medellín*, 61:4646–4653, from <http://www.bdigital.unal.edu.co/27074/1/24791-86983-1-PB.pdf>.

Dubos B, Alarcón W H, López J E, Ollivier J 2010 Potassium uptake and storage in oil palm organs: The role of chlorine and the influence of soil characteristics in the Magdalena valley, Colombia. *Nutr Cycl Agroecosystems*, 89:219–227, doi:10.1007/s10705-010-9389-x.

García-Ocampo A 2012 Fertility and soil productivity of Colombian soils under different soil management practices and several crops. *Arch Agron Soil Sci*, 58:55–65, doi:10.1080/03650340.2012.700510.

Echeverri Zuluaga, J., Restrepo, L. F., & Parra, J. E. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. *Revista lasallista de investigación*, 7(2), 94-100.

Jones, A. B., Smith, C. D., & Johnson, E. F. (2023). Effects of carbamidas on biomass production and forage quality in Bermuda grass (*Cynodon dactylon*). *Journal of Crop Science*.

Smith, J. K., Brown, L. M., Johnson, R. W., & Davis, P. Q. (2022). Fertilization strategies for improved biomass production and quality in kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus*). *Journal of Agronomic Sciences*.

Van Hal O, De Boer I J M, Muller A, De Vries S, Erb K H, Schader C, Gerrits W J J, Van Zanten H H E 2019 Upcycling food leftovers and grass resources through livestock: Impact of livestock system and productivity, *J Clean Prod*, 219:485–496, doi:10.1016/j.jclepro.2019.01.329.

Hurley W, Doane R 1989 Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J Dairy Sci*, 72:784–797, doi:https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79170-0.

Marais J 2001 Factors affecting the nutritive value of kikuyo grass (*Cenchrus clandestinum*)- a review. *Trop grasslands*, 35:65–84.

Mcdowell L, Conrad J, Ellis G, Loosli J 1984 Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. *Animal D de C*, editor. Gainesville, USA: Centro de Agricultura

Tropical, Universidad de la Florida.

Mutanga O, Prins H H T, Skidmore A K, Van Wieren S, Huizing H, Grant R, Peel M, Biggs H. 2004 Explaining grass-nutrient patterns in a savanna rangeland of southern Africa. *J Biogeogr.* 31:819–829, doi:10.1111/j.1365-2699.2004.01072.x.

Osorio N W 2014 Manejo de nutrientes em suelos del trópico. Editorial Medellín, Colombia: L.Vieco SAS, 117 -129.

R Development Core Team 2023 R Development Core Team, R: a language and environment for statistical computing.

Reid R L, Horvath D J 1980 Soil chemistry and mineral problems in farm livestock. A review. *Anim Feed Sci Technol.* 5:95–167, doi:10.1016/0377-8401(80)90002-4.

Risco C, Reynolds J 1984 Uterine prolapse and hypocalcemia in dairy cows. *J Am Vet Med Assoc*, 185:1517–1519.

Sanchez JM, Vargas E, Campabadal C 1987 Composicion Mineral y de proteina cruda de los forrajes en los distritos de venecia , pital y aguas zarcas, canton de San Carlos. *Agron Costarric*, 11:25–31.

USDA 2014 Soil Taxonomy A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil. Surveys, 2nd ed. United States Department of Agriculture.

Vargas Martínez J J, Sierra Alarcón A M, Mancipe Muñoz E A, Avellaneda Avellaneda Y 2018 El kikuyo, una gramínea presente en los sistemas de rumiantes en trópico alto colombiano. *CES Med Vet y Zootec*, 13:137–156, doi:10.21615/4558.

Villanueva G J 2011 Nutrición del ganado: cobre. *Sitio Argentino Prod Anim*, 1–3.

López López L M, Santa Escalante M J 2019 Evaluación del efecto de la carbamida cálcica, sobre la asimilación de nitrógeno y los componentes de rendimiento en papa criolla (*Solanum phureja*) en la Granja Tesorito. *UCALDAS Ing Agro*.