

Artículo de investigación

Morphological variation of characters of kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus*) in the high tropics of Antioquia*Variación de caracteres morfológicos del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto de Antioquia**Variação de caracteres morfológicos de Kikuyu Grass (*Cenchrus clandestinus*) na alta Trópico de Antioquia*Juliana Arango Gaviria¹  [CvLAC](#), Zoot, MSc, PhD (est); Felipe Alfonso Cardona Naranjo² [CvLAC](#), Biol, MSc; Albeiro López Herrera³ [CvLAC](#), Zoot, Mv, MSc, PhD; Guillermo Correa Londoño³ [CvLAC](#), Ing Forestal, MSc, PhD; José Julián Echeverri Zuluaga³ [CvLAC](#), Zoot, MSc, PhD.**Fecha correspondencia:**

Recibido: 2 de agosto de 2016.

Aceptado: 24 de febrero de 2017.

Forma de citar:Arango Gaviria J, Cardona Naranjo FA, López Herrera A, Correa Londoño G, Echeverri Zuluaga JJ. Variación de caracteres morfológicos del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en el trópico alto de Antioquia. Rev. CES Med. Zootec. 2017; Vol 12 (1): 44-52.[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.4)[cesmvz.12.1.4](#)

ISSN 1900-9607

Filiación:¹ Estudiante de Doctorado en Biotecnología, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia, Grupo BIOGEM.

Comparte

**Abstract**

The kikuyu grass (*Cenchrus clandestinus*) represents about 80% of the base of all the forage supply of specialized dairy country. The aim of this study was to evaluate and compare some morphological characters in kikuyu grass populations located in the high tropics Antioqueño. 384 samples of plant material were collected in three areas of the department of Antioquia. For each sample width and length of the lamina, internode length, diameter internode, width node, width and length of the sheath it was established. In order to represent a two-dimensional geometric space in existing proximity between experimental units collected in different municipalities, an analysis of multidimensional scaling (MDS) it was performed. In addition the results were analyzed using generalized linear models (GLM) using each measure as dependiente variable. The municipality had a highly significant ($p < 0.01$) on all measured morphological characters. For the characteristic diameter internodes, wide internodes, lamina and sheath; the days of rest and altitude, had a highly significant effect ($p < 0.01$). Although a pattern of similarities between morphological characteristics were found, the effects included in the models were all statistically significant for each of these characters To establish better results that may be potential for future breeding programs is recommended to associate this information with studies diversity and genetic variation.

Keywords: *cenchrus, ecotype, grasses.***Resumen**

El pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) representa cerca del 80% de la base de toda la alimentación forrajera de la lechería especializada del país. El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar algunos caracteres morfológicos en poblaciones del pasto kikuyo ubicadas en el trópico alto Antioqueño. Se recolectaron 384 muestras de material vegetativo en tres zonas del departamento de Antioquia. Para cada muestra se estableció ancho y largo de la lámina, longitud de entrenudos, diámetro de entrenu-

² Jefe sección Herbario
Universidad de Antioquia.

³ Profesor Asociado Universidad
Nacional de Colombia, Grupo
BIOGEM.

dos, ancho de los nudos, y ancho y largo de la vaina. Con el fin de representar en un espacio geométrico bidimensional las proximidades existentes entre las unidades experimentales colectadas en los diferentes municipios, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS). Adicionalmente los resultados se analizaron mediante modelos lineales generalizados (GLM) usando cada medida como variable dependiente. El municipio tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0.01$) sobre todos los caracteres morfológicos medidos. Para la característica diámetro entrenudos, ancho entrenudos, lamina y vaina; los días del descanso y la altitud, tuvieron un efecto altamente significativo ($p < 0.01$). Aunque no se encontró un patrón de similitudes entre las características morfológicas, los efectos incluidos en los modelos fueron todos estadísticamente significativos para cada uno de estos caracteres. Para establecer mejores resultados que puedan ser potenciales para futuros programas de mejoramiento genético se recomienda asociar dicha información con estudios de diversidad y variación genética.

Palabras clave: *cenchrus, ecotipo, pastos.*

Resumo

A grama kikuyu (*Cenchrus clandestinus*) representa cerca de 80% da base de toda a oferta de forragem país leiteiro especializado. O objetivo deste estudo foi avaliar e comparar alguns caracteres morfológicos em populações pennisetums Antioqueño localizadas nas altas trópicos. 384 amostras de material vegetal foram coletadas em três áreas do departamento de Antioquia. Para cada largura da amostra e comprimento da lâmina, comprimento dos entrenós, entrenudos diâmetro, nós largura, largura e comprimento da bainha foi estabelecido. A fim de representar um espaço geométrico bidimensional na proximidade existente entre as unidades experimentais coletados em diferentes municípios, uma análise de escalonamento multidimensional (MDS) foi realizada. Além disso, os resultados foram analisados usando modelos lineares generalizados (GLM), utilizando cada medida como variável dependente. O município tinha uma correlação altamente significativa ($p < 0,01$) em todos os caracteres morfológicas medidos. Para a função de diâmetro entrenudos, entrenós de largura, lâmina e bainha; os dias de descanso e a altitude, teve um efeito altamente significativo ($p < 0,01$). Embora um padrão de semelhanças entre as características morfológicas não foi foram encontrados, os efeitos incluídas nos modelos foram todas estatisticamente significativas para cada um desses personagens. Para estabelecer melhores resultados que podem ser potencial para futuros programas de melhoramento é recomendado para associar esta informação com estudos diversidade e variação genética.

Palavras-chave: *cenchrus, ecotype, pastagens.*

Introducción

El pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) representa cerca del 80% de la base de toda la alimentación forrajera de la lechería especializada del país; su amplia distribución por el territorio y múltiples atributos, como su respuesta eficiente a la fertilización y carácter invasivo, lo convierten en un elemento clave de la productividad y economía de la cadena láctea [1, 2, 10](#).

Aunque se originó en hábitats de prominentes alturas y bajas temperaturas del este y centro de África [7](#), se ha establecido internacionalmente en zonas subtropicales húmedas, países cercanos a la línea ecuatorial y muchos otros donde ha muestra-

do un gran potencial productivo como Costa Rica, Panamá, Nigeria Camerún, Brasil, Paraguay, Hawaii, Taiwán, Madagascar, Angola etc. [5](#), [6](#), [11](#), [14](#). Por ende su gran distribución geográfica en diferentes circunstancias climáticas y lugares marginales que separan las regiones de su ambiente natural pueden propiciar un entorno adecuado para la formación de ecotipos [11](#).

Con base a esta hipótesis, en el año 1937, el Departamento de Agricultura de Kenia, se empeñó en identificar variaciones del pasto kikuyo en diferentes áreas ecológicas de África, reconociendo la presencia de 3 diferentes categorías, a las cuales se le nombro ecotipos, donde las características particulares de cada uno se concentraban principalmente en el comportamiento de la floración y morfología de la hoja. Adicionalmente características morfológicas se han asociado con aspectos nutricionales como por ejemplo algunos cultivares que muestran un mayor contenido de proteína [13](#).

En la actualidad aún son pocos los estudios relacionados con variabilidad fenotípica dentro de las poblaciones del pasto kikuyo, ya que la alta plasticidad de este, ha dificultado la diferenciación del material vegetativo; pero eventos como su capacidad de propagación por acción humana y natural permiten su presencia en una alta gama de microclimas, por lo cual se podría esperar el desarrollo de poblaciones variables como producto de ambientes con estrés biótico. El conocimiento de estas poblaciones podría permitir la posibilidad de acceder a una gama más amplia de opciones en cuanto a ventajas y cualidades de este recurso a nivel productivo. El objetivo de este trabajo fue evaluar y comparar algunos caracteres morfológicos en poblaciones de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) ubicadas en el trópico alto Antioqueño.

Materiales y métodos

Área y población de estudio

Se recolectaron 384 muestras de material vegetativo de pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) en tres zonas. Los muestreos se clasificaron de la siguiente manera, Zona Norte que comprendió los municipios de Belmira, Entrerrios y San Pedro; Zona Oriente que incluyó los municipios de Marinilla y Rionegro y la Zona del Valle de Aburra y alrededores como el corregimiento de Santa Elena y San Félix ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Distribución de las zonas de recolección de muestras de pasto kikuyo.

Zona	Municipio	Temperatura promedio (°C)	Altura (msnm)	N° Muestras de material vegetativo
Norte	Entrerrios	21	2300	46
	Belmira	14	2550	127
	San Pedro	19	2468	27
Oriente	Marinilla	20	1900 - 2400	74
	Rionegro	18,5	2060 - 2600	29
Valle de aburra	Santa Elena	14,5	2200 - 2700	54
	San Félix	14	2825	30

Dentro de los criterios de inclusión para el estudio se consideraron fincas en el trópico alto Antioqueño que hubieran participado en proyectos de programas de control de producción lechera, predominara la producción de pasto kikuyo y tuvieran un nivel tecnológico medio. Se seleccionaron potreros con condiciones de manejo similar (fertilización de 50 Kg de nitrógeno por hectárea, sin actividades de arado, pastoreo etc.), que se caracterizaran por tener entre 35-38 días de descanso. La toma del material vegetal se realizó estableciendo un patrón en forma de "X" en cada uno de los potreros, donde cada línea abarco una longitud de 50 metros. Cada punto se georreferenció por el sistema de coordenadas geográficas.

Mediciones de caracteres morfológicos

Para las mediciones y agrupación del material vegetativo se tuvo en cuenta los siguientes caracteres morfológicos: ancho y largo de la lámina, longitud de entrenudos, diámetro de entrenudos, ancho de los nudos, y ancho y largo de la vaina.

Las mediciones para la longitud de entrenudos, diámetro y ancho de nudos se tomaron como el promedio de 4 mediciones desde el cuarto nudo visible desde la punta del estolón¹³.

Análisis estadístico

Con el fin de representar en un espacio geométrico bidimensional las proximidades existentes entre las unidades experimentales colectadas en los diferentes municipios, se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) utilizando el programa R¹⁵, aplicado sobre la matriz de distancias euclídeas teniendo en cuenta todas la medidas de caracteres morfológicos.

Adicionalmente los resultados se analizaron mediante modelos lineales para cada variable dependiente, utilizando el paquete estadísticos SAS v 9.2, para determinar el efecto del municipio, la altitud y el tiempo de descanso de los potreros.

El modelo lineal generalizado que se llevó a cabo fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + H_j + M_k + E_l + eijk$$

Donde:

Y_{ijkl} = Ancho de los nudos, diámetro y longitud entre nudos, largo y ancho de la lámina, largo y ancho de la vaina del individuo X ubicado municipio i, con una altitud j y una edad de descanso k.

μ = Media para la característica

G_i = Efecto fijo del Municipio (i=1...7)

H_j = Efecto fijo de la Altitud (j = 2000...2750)

E_k = Efecto fijo de la edad de descanso (l=35...38).

$eijk$ = Error experimental

Resultados

Análisis de escalamiento multidimensional (MDS)

En la [figura 1](#). Se muestra el análisis de escalamiento multidimensional incluyendo todas las mediciones de caracteres morfológicos, clasificadas por el municipio don-

de fue recolectado el material vegetativo. Según la gráfica no se presentan medidas ni patrones de similitudes o disimilitudes entre los caracteres por municipio.

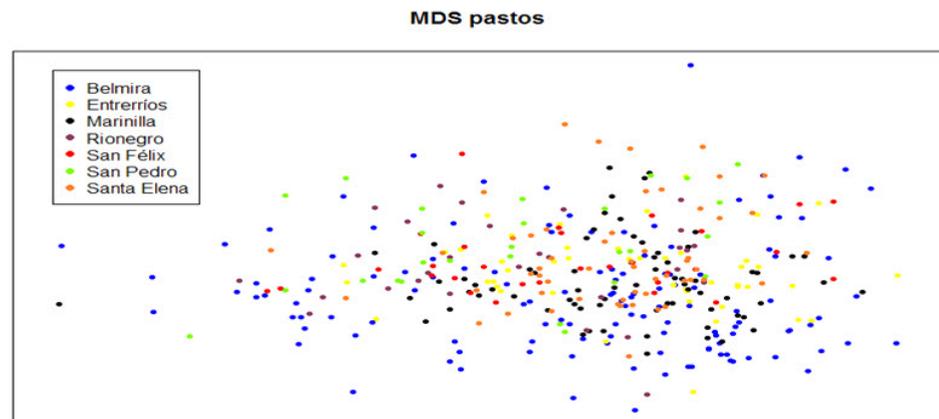


Figura 1. MDS de caracteres morfológicos de pasto recolectados en diferentes municipios de Antioquia.

Cada punto representado en la distribución, simboliza las muestras de material vegetativo que fue medido para los caracteres morfológicos (ancho y largo de la lámina, longitud de entrenudos, diámetro de entrenudos, ancho de los nudos, y ancho y largo de la vaina). Según la distribución de cada uno de los puntos se puede observar que no hay similitud del material vegetativo entre los diferentes municipios.

Análisis descriptivo

Se obtuvieron en total 384 mediciones para cada uno de los caracteres morfológicos analizados. Las medias y desviaciones estándar para longitud, diámetro de los entrenudos y ancho de los nudos fueron $2,94 \pm 1,66$ cm; $3,15 \pm 0,75$ mm y $4,0 \pm 0,96$ mm, respectivamente. Para el ancho y largo de la lámina se obtuvieron medias de $6,08 \pm 1,84$ mm y $17,4 \pm 7,77$ cm, y para el ancho y largo de vaina se obtuvo $10,51 \pm 3,54$ mm y $4,77 \pm 1,6$ cm. Las características de mayor variabilidad fueron la longitud de entrenudos y el largo de la lámina con un coeficiente de variación de 56.6% y 44.4% respectivamente, mientras que las demás tuvieron una variación media-alta. Los resultados descriptivos para cada uno de los caracteres morfológicos se presentan en la [tabla 2](#).

Tabla 2. Análisis descriptivo de caracteres morfológicos y modelos ajustados para cada una de las variables.

Variable	N	Media	DE	CV	Máximo	Mínimo
LENTRE(cm)	384	2,947	1,669	56,641	24,250	1,030
DENTRE(mm)	384	3,159	0,758	23,996	5,500	1,500
AENTRE (mm)	384	4,049	0,964	23,824	11,500	2,000
ALAMIN (mm)	384	6,089	1,849	30,365	12,000	1,000
LLAMIN (cm)	384	17,488	7,770	44,429	45,000	1,5000
AVAINA (mm)	384	10,518	3,547	33,723	25,000	0,800
LVAINA (cm)	384	4,771	1,605	33,653	11,000	1,100

Longitud de los entrenudos (LENTRE), Diámetro de los entrenudos (DENTRE), Ancho de los nudos (AENTRE), ancho de la lámina (ALAMIN), largo de la lámina (LLAMIN), ancho de la vaina (AVAINA), largo de la vaina (LVAINA), Número de repeticiones (N), Desviación estándar (DE), Coeficiente de variación (CV)

Efectos sobre los caracteres morfológicos

El municipio tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0,01$) sobre todos los caracteres morfológicos medidos. Para la característica diámetro entrenudos, ancho de nudos, lamina y vaina, los días del descanso del potrero en el que se realizaron las mediciones taxonómicas y la altitud, tuvieron un efecto altamente significativo ($p < 0,01$). Para los caracteres morfológicos longitud entrenudos, largo de lámina y vaina la altitud tuvo un efecto significativo ($p < 0,05$) (Tabla 3).

Tabla 3. Efectos significativos del modelo sobre caracteres morfológicos.

Variable	$p < 0,01$	$p < 0,05$
Longitud entrenudos	M	A
Diámetro entrenudos	M,D,A	
Ancho nudos	M,D,A	
Ancho lamina	M,D,A	
Largo lamina	M	A
Ancho vaina	M,D,A	
Largo vaina	M	A

Municipio (M), Altitud(A), Días de descanso (D).

Discusión

El kikuyo es un pasto caracterizado por tener un crecimiento rápido y agresivo de sus estolones y rizomas, los cuales pueden ser muy variables en el tamaño ^{12,13}. Se ha reportado que sus tallos pueden alcanzar hasta 90 cm o más de longitud y sus hojas que generalmente son estrechas y largas, pueden medir hasta 25 cm y 2-5 mm de ancho. Los caracteres morfológicos evaluados como ancho y largo de la lámina ($6,08 \pm 1,84$ mm y $17,4 \pm 7,77$ cm respectivamente) son cercanas a las mediciones descritas anteriormente.

Por otro lado, parte de la ausencia de programas de mejoramiento en el kikuyo se han atribuido a su alto nivel de plasticidad ¹³, lo que coincide con la media a alta variación de los caracteres morfológicos incluidos en esta investigación.

Debido a su gran capacidad de adaptación y a su amplia distribución geográfica, el kikuyo se ha desarrollado en variados microclimas y ambientes diferentes al de su hábitat natural, favoreciendo el desarrollo de ecotipos ^{8,11}. En el año de 1937 al este de África, fueron reconocidas diferencias fenotípicas en el material vegetativo recolectado en distintos sectores geográficos (Molo, las mesetas de Kinankop, Monte Kenia, Monte Elgon, Kericho y Upper Gilgil). Edwards D.C del Departamento de Agricultura de Kenia, clasificó estos ecotipos según el lugar de donde fueron colectados y los nombro como "Kabete", "Molo", y "Rongai"; diferenciados principalmente por caracteres morfológicos de la hoja y del tallo. El ecotipo Molo se diferenciaba por tallos y hojas de estructura fina y estrecha, mientras que en Rongai se caracteriza-

ban por ser anchos y gruesos. Por otro lado Kabete siempre tenía tallos y hojas de tamaño intermedios [4,11](#).

Líneas de cultivares registradas en Australia también se han distinguido por caracteres morfológicos particulares de la hoja y el tallo, por ejemplo, el cultivar "Crofts" tiene una apariencia delgada en el tallo y posee hojas verticales; Whittet tiene un aspecto más grueso, entrenudos largos y hojas amplias, mientras que Breakwell es provisto de tallos cortos, hojas más finas y entrenudos cortos [3,13](#).

Aunque en el análisis de escalamiento multidimensional no se encontró un patrón de similitudes entre las características morfológicas, los efectos incluidos en los modelos fueron todos estadísticamente significativos para cada uno de estos caracteres. Investigaciones como la de Morris (2009) que evaluaron bajo las mismas condiciones ambientales la longitud y ancho de los entrenudos, ancho de los nudos y características de la hoja de poblaciones naturalizadas y cultivares del pasto kikuyo recolectadas en Australia, con el fin identificar ecotipos de diferentes características adecuados para el control de la erosión, el uso pastoral y el uso de pista de carreras; encontraron que todos los caracteres morfológicos incluidos tuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), considerando entonces una amplia variación morfológica y de comportamiento entre las líneas de pasto kikuyo examinados en este estudio.

Algunas de estas líneas se destacaron por sus características; como por ejemplo los ecotipos identificados como KC965 y KC930 (recolectados de Morphetville en Australia del Sur y de Grafton en Nueva Gales del Sur, respectivamente) los cuales proporcionaban un punto de referencia sólido para futuros programas de mejoramiento genético. Sin embargo los autores consideran que estos resultados proporcionan solo una idea de la variación del pasto a nivel experimental, ya que se esperaría más variación de los cultivos por la interacción del medio ambiente por cada genotipo presente en las poblaciones. Por otro lado varios autores han determinado a través de estudios sobre diversidad, que gran cantidad de variación genética encontrada en diferentes poblaciones de kikuyo es consistente con la amplia variabilidad morfológica [9,13,16](#).

Conclusiones

Por su alto nivel de plasticidad, gran respuesta a la fertilización y a diferentes actividades humanas, las evaluaciones de variación fenotípica del pasto deben realizarse controlando las condiciones ambientales del material vegetativo recolectado. En el presente estudio la altitud tuvo efecto sobre los caracteres morfológicos, como el diámetro entrenudos, ancho de nudos, y lamina así como también el municipio tuvo efecto sobre todas las características evaluadas; sin embargo para establecer mejores resultados que puedan ser potenciales para futuros programas de mejoramiento genético se recomienda asociar dicha información con estudios de diversidad y variación genética.

La reproducción sexual del kikuyo por semillas, medios de dispersión como las deyecciones del ganado y el viento y la amplia gama de condiciones ambientales en las que se desarrolla, representan una gran oportunidad para que se generen diversidad de genotipos los cuales pueden ser consistentes con la amplia variabilidad morfológica que se observa del pasto.

Referencias

1. Carulla E, Cárdenas E, Sánchez N, Riveros C. Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. Seminario Nacional de Lechería Especializada: "Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad". Medellín, septiembre 1 y 2. 2004. pp 21 – 38. http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34596306/valor_nutricional_de_los_forrajes_en_colombia.pdf
2. Balan D, Duque M, Restrepo L, Saglimbeni S. Ceba de ganado Angus en trópico alto con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Exchiov.). Tesis de pregrado. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Universidad CES, Medellín. 2014. http://bdigital.ces.edu.co:8080/repositorio/bitstream/10946/3874/1/Ceba_Ganado_Angus.pdf
3. Better pastures for the tropics and subtropics. Creator: Ian Partridge, Tropical Grassland Society of Australia Inc Date created: 03 April 1998 Revised: 12 September 2011. [acceso 8 de junio de 2016]. <http://www.tropicalgrasslands.asn.au/pastures/kikuyu.htm>
4. Bourke C.A. A review of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*) poisoning in cattle. Aust.Vet.J. 2007; 85: 261-267. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1751-0813.2007.00168.x/abstract>
5. Ecocrop database. FAO. Food and Agriculture Organization of the UN. 2010. [acceso 6 de Junio de 2016]. <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/home>
6. Garcia C, Islam MR, Clark C, Martin PM. Kikuyu-based pasture for dairy production: a review. Crop Pasture Sci. 2014; 65 (8): 787-797. <http://www.publish.csiro.au/cp/CP13414>
7. Hanna WW, Chaparro CJ, Mathews BW, Burns JC, Sollenberger LE, Carpenter JR. Perennial pennisetums. In: Moser, L.E. Burson, B.L., Sollenberger, L.E. (Eds.), Warm-Season (C4) Grasses, Agronomical Monograph No. 45. American Society of Agronomy, Madison, WI, Copyright © 2004 pp. 503–535. <https://www.google.com.co>
8. Marais JP. Factors affecting the nutritive value of kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*)-a review. Trop Grasslands. 2001; 35: 65-84 https://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_35_2001/Vol_35_02_01_pp65_84.pdf
9. Lowe KF, Bowdler TM, Sinclair K, Holton TA, Skabo SJ. Phenotypic and genotypic variation within populations of kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) in Australia. Trop Grasslands .2010; 44: 84-94. [https://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_44%20\(1_2_3_4\)/Vol%2044%20\(2\)%20Lowe%20et%20al%2084.pdf](https://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol_44%20(1_2_3_4)/Vol%2044%20(2)%20Lowe%20et%20al%2084.pdf)
10. Márquez S, Mosquera R, Mángela M, Monedero C. Estudio de la absorción y distribución del clorpirifos en plantas de pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst ex chiov.) cultivadas hidropónicamente. Rev Colomb Cienc Pecu. 2010; 23:158-165. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902010000200004

11. Mears PT. Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) as a pasture grass- a review. Tropi Grasslands. 1970; 4: 139-152. <http://tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/titles%20only/early%20vol%20pdfs/Vol%204%20No%202/Vol%204%5B2%5D%203%20Mears%20139-152.pdf>
12. Miyasaka SC, Hansen JD, Fukumoto GK. Resistance to yellow sugarcane aphid: Screening kikuyu and other grasses. Crop Protection. 2007; 26: 503-510. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219406001293>
13. Morris Brett. Variation and Breeding of Kikuyu Grass (*Pennisetum clandestinum*). Tesis de doctorado, Facultad de Agricultura, Alimentos y Recursos Naturales, Unidad de Investigación de Horticultura, Instituto de Fitomejoramiento. Universidad de Sydney. 2009. <https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/8961/1/Introduction%20-%20Morris%202009.pdf>
14. Patrick J. Looking Kindly at Kikuyugrass. Stover seed Company. Green Section Record-July/August. P. 2-5. 2003. http://www.stoverseed.com/PDFs/Looking_Kindly_at_Kikuyugrass.pdf
15. R Core Team 2015 R: A language and environment for statistical computing.R Foundation for Statistical Computing,Vienna, Austria. U. <https://www.r-project.org/>
16. Wilen A, Holt S. Spatial Growth of Kikuyugrass (*Pennisetum clandestinum*). Weed Sci. 1996; 44 (2): 323-330. https://www.jstor.org/stable/4045685?seq=1#page_scan_tab_contents