

PRODUCCIÓN DE TRES VARIEDADES DE *Pennisetum purpureum* FERTILIZADAS CON DOS DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS EN YUCATÁN, MÉXICO

PRODUCTION OF THREE VARIETIES OF *Pennisetum purpureum* FERTILIZED WITH TWO DIFFERENT SOURCES OF NITROGEN IN YUCATAN, MEXICO

Ramos Trejo O^{1*}, Canul Solis JR², Duarte Vera FJ³.

¹Instituto Tecnológico de Tizimín, área pecuaria, Final aeropuerto Cupul, Tizimín, Yucatán.

²Sistemas Agroforestales, Periférico Tizimín entronque carretera Mérida-Kikil km 3.6, Tizimín, Yucatán, Agropecuaria GALA S.A. de C.V.

³INIFAP, Sitio Experimental Tizimín, Nutrición Animal, Km 15, carretera Tizimín- Colonia Yucatán, Tizimín, Yucatán.

Recibido: 10 de septiembre de 2012

Aceptado: 10 de octubre de 2012

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar el rendimiento ($t\ MS\ ha^{-1}\ año^{-1}$) y porcentaje de proteína cruda (calidad nutritiva) del pasto King grass (KNG) y los clones Cubanos OM-22 y CT-115, fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas. Las parcelas se establecieron con varetas de material vegetativo de 25 cm de largo con dos a tres yemas en surcos a 10 cm de profundidad. El marco de siembra fue de 0.5 m entre plantas y 1.0 m entre hileras con orientación de Este a Oeste. Se utilizó Urea y Agua Residual Porcina (ARP) como fuentes de nitrógeno (N) a dosis de $300\ Kg\ de\ N\ ha^{-1}\ año^{-1}$. Se encontró diferencia significativa ($p < 0.05$) en producción de materia seca (MS) entre las tres variedades de forraje, el mayor rendimiento fue para el OM-22 con 155 y 160 $t\ MS\ ha^{-1}\ año^{-1}$ con el uso de Urea y ARP, respectivamente. Se observó la misma tendencia con KNG con rendimiento de 131 a 140 $t\ de\ MS\ ha^{-1}\ año^{-1}$. Las variedades OM-22, CT-115 y KNG fueron diferentes estadísticamente ($p < 0.05$) al tratamiento testigo. No se observó efecto en la composición química por la aplicación de N. Se obtuvieron valores

entre 8 y 12 % de proteína cruda (PC) en los tres ecotipos. Se concluye que la fertilización con las dos fuentes nitrogenadas (Urea y ARP) mejora la producción de forraje en los tres ecotipos evaluados.

Palabras clave: Forraje, Clon, Abonado, Forraje de corte.

Abstract

The aim of this research work was to evaluate the yield ($t\ ha^{-1}\ yr^{-1}$) and percentage of crude protein (nutritional quality) of King grass pasture (KNG) and Cuban clones OM-22 and CT-115, fertilized with two nitrogen sources. The plots were established with braces of vegetative material of 0.25 m length with two to three buds in rows to 0.10 m deep. The planting frame was 0.5 m between plants and 1.0 m between rows facing east-west. Urea and swine waste water (SW) were used as sources of nitrogen (N) at a dose of $300\ kg\ N\ ha^{-1}\ yr^{-1}$. There was signi-

***Autor Corresponsal:**

Ramos Trejo O., Profesor-investigador, Área pecuaria, Instituto Tecnológico de Tizimín, Final aeropuerto Cupul, Dom.: Calle 29 #401x52, CP. 97700. Tizimín, Yucatán. México. Tel. +52 (986) 105- 5567, Fax: +52 (986) 863 4239. Correo Electrónico: o_ramos@yahoo.com.mx

ficant difference ($p < 0.05$) in dry matter (DM) production between three varieties of fodder, the best performance was for the OM-22 with 155 and 160 t ha⁻¹ yr⁻¹ with the use of Urea and SW, respectively. The same trend was observed with KNG with a yield of 131-140 t DM ha⁻¹ yr⁻¹. Varieties OM-22, CT-115 and KNG were statistically different ($p < 0.05$) to the control treatment. There was no effect on chemical composition by applying N. Values were between 8 and 12% crude protein (CP) in the three ecotypes. It was concluded that fertilization with both nitrogen sources (Urea and SW) improves forage production of the three evaluated ecotypes.

Key words: Forage, Clones, Abound, Cut forage

Introducción

Los pastos y forrajes constituyen la base para la alimentación de rumiantes en el trópico, la estacionalidad afecta su calidad y rendimiento (Enríquez *et al.*, 1999). La producción continua de forraje es de vital importancia para satisfacer las necesidades de consumo de materia seca en los rumiantes. Los recursos genéticos forrajeros contribuyen de manera importante al equilibrio ecológico y productivo de los ecosistemas naturales e inducidos, sin embargo, en la ganadería actual es muy común depender de contadas especies forrajeras, sin optar por explorar el potencial genético de otras opciones forrajeras como son las nuevas variedades de forrajes de corte que satisfacen estos requerimientos (Meléndez, 2000), como los pastos OM-22, CT-115, CT-169, Gigante, Camerún y otros, que se generaron a partir de cruces genéticos de *Pennisetum* variedad King grass (KNG) (Martínez *et al.*, 1996; Hertentains *et al.*, 2005). Las variedades OM-22 y CT-115 producen abundante follaje para corte (Herrera *et al.*, 2002; Couoh, 2008), entre 40 y 120 t MV ha⁻¹ año⁻¹ (Pizarro, 2001). Como la mayoría de las plantas forrajeras requieren suelos fértiles, la aplicación de dosis altas de nitrógeno mejora la tasa de crecimiento (Quero *et al.*, 2007); Vázquez *et al.*, (2009) con la aplicación de 300 kg N ha⁻¹ incrementaron la producción de *Pennisetum purpureum* Schaum hasta en 65 %. Faría *et al.*, (1997) mejoraron el rendimiento *P. purpureum* cv. Mott de 13 a 23 t ha⁻¹ de materia seca (MS) aplicando 300

kg N ha⁻¹ año⁻¹. Cerdas y Vallejos (2010) observaron respuesta lineal del pasto Camerún al incremento de la dosis de nitrógeno pero con reducida eficiencia de utilización. Todas estas variedades de forrajes de corte presentan ventajas morfológicas y fisiológicas, que las hacen deseables en condiciones edafológicas y ambientales específicas, por lo que se requiere su caracterización inicial previa a su utilización en cada región productora. En México, en el estado de Yucatán, han sido introducidas nuevas variedades mejoradas de forrajes de corte como: OM-22, CT-115, KNG pero sin estudios sistemáticos y concluyentes que fundamenten el uso (Márquez *et al.*, 2007; Faría *et al.*, 1997). El objetivo de este trabajo fue evaluar los forrajes OM-22, CT-115, KNG fertilizados con Urea o Agua residual porcina (ARP).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó durante un año en el área pecuaria del Instituto Tecnológico de Tizimín, en la zona oriente de Yucatán, México. La zona cuenta con clima cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw_0); precipitación pluvial media anual de 1056 mm, distribuida en los meses de junio a noviembre y temperatura media anual de 24.7 °C y una altura de 15 msnm (García, 1981). Los suelos de esta zona son calcáreos y poco profundos (Litosol) con pH que fluctúa de 7 a 8 (Duch, 1988).

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, en un arreglo factorial de 3 x 3 donde el nivel A es la variedad de *P. purpureum* (OM-22, CT-115 y KNG) y el nivel B la fuente de nitrógeno (sin N, Agua Residual Porcina y Urea), para obtener nueve tratamientos con cuatro réplicas cada uno: T1) Clon Cuba OM-22 sin N; T2) Clon Cuba CT-115 sin N; T3) King grass sin N; T4) Clon Cuba OM-22 con ARP; T5) Clon Cuba CT-115 con ARP; T6) King grass con ARP; T7) Clon Cuba OM-22 con Urea; T8) Clon Cuba CT-115 con Urea y T9) King grass con Urea. Las variables que se evaluaron fueron: el rendimiento de MS, componentes forrajeros, número de tallos por macollo y contenido de proteína cruda (PC).

Las tres variedades de *Pennisetum* se establecieron mediante material vegetativo con dos a tres yemas (nudos), en surcos a

10 cm de profundidad, con varetas de 25 cm de longitud, previas análisis de suelo y agua, que dio como resultado un suelo cambisol con una textura areno-arcilloso, un pH de 6.7, una fertilidad media con 3 % de materia orgánica y agua adecuada para el riego. La densidad de siembra fue de 0.5 m entre plantas y 1 m entre hileras con orientación de Este a Oeste. Se aplicaron riegos planificados de acuerdo al desarrollo vegetativo y se tuvo control estricto de las malezas, plagas y enfermedades comunes en la región.

La aplicación de urea y ARP, se realizó a partir del corte de uniformización y después de cada corte, ambas fuentes nitrogenadas se aplicaron mediante riego normal, en el caso del ARP, con una manguera de 1.5 pulgadas de diámetro, impulsándola desde la laguna de tratamiento al área experimental por medio de una bomba sumergible para sólidos de 1 HP de potencia, marca Barnes. Se utilizaron 300 kg de N ha⁻¹, dividida en seis aplicaciones. Se determinó el contenido de N del ARP por el método Kjeldahl (AOAC, 1995) para calcular la cantidad de líquido a aplicar por parcela.

Se utilizaron treinta y seis parcelas experimentales de 5 x 5 m (25 m²) con área útil de 9 m². Los cortes se realizaron a 0.10 m de suelo cada 60 días y al momento del corte

se pesó la biomasa en verde, posteriormente se obtuvo una muestra de 1000 g y se sometió a secado durante 48 horas a 55 °C en una estufa de aire forzado para determinar el rendimiento en base seca. Las muestras secas se procesaron a través de un molino tipo Willey con criba de 1 mm, para posteriormente determinar el contenido de PC a través del método de Kjeldhal (AOAC, 1995).

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza ANOVA y a una comparación de medias por el método de Tukey utilizando el programa estadístico Statistix (SX) versión 4.0.

Resultados y Discusión

Las tres variedades de *Pennisetum* estudiadas, CT-115, OM-22 y KNG, mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$), encontrándose mayor rendimiento para OM-22 con 155 y 160 t MS ha⁻¹ año⁻¹ con el uso de Urea y ARP, respectivamente, a dosis de 300 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (Tabla 1, Figura 1). No se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la interacción entre los niveles de A dentro de B y viceversa en el rendimiento de MS, componentes forrajeros, número de tallos por macollo y contenido de PC.

Tabla 1.
Producción forrajera de los Clones Cuba OM-22, CT-115 y KNG con diferentes fuentes del fertilizante nitrogenado (t MS ha⁻¹ año⁻¹).

Variedades	Fertilización	Rendimiento
OM-22	Sin fertilizante	112.83 ^b
	Urea	155.03 ^a
	A R P	160.30 ^a
CT-115	Sin fertilizante	80.36 ^c
	Urea	90.16 ^c
	A R P	95.26 ^{bc}
KNG	Sin fertilizante	102.73 ^{bc}
	Urea	131.86 ^{ab}
	A R P	140.00 ^{ab}

ARP: Agua residual porcina

Valores con diferente literal en la misma columna son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

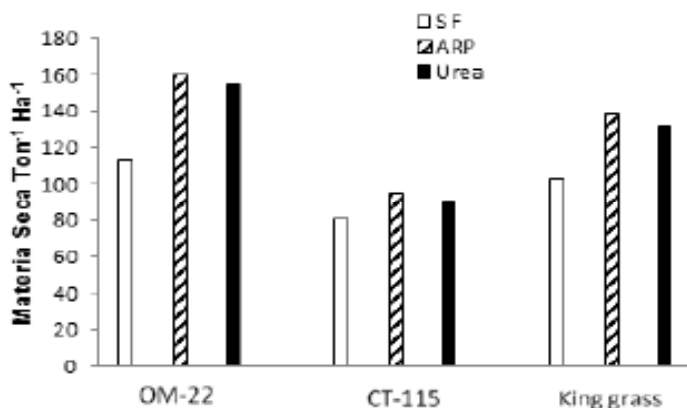


Figura 1. Producción forrajera de los Clones Cuba OM-22, CT-115 y KNG con diferentes fuentes del fertilizante nitrogenado (t MS ha⁻¹ año⁻¹). SF: Sin fertilizar. ARP: Agua residual porcina.

La producción de biomasa observada es similar a lo encontrado en un estudio realizado con 16 líneas de *P. purpureum* en el cual se aplicaron 160 kg de N ha⁻¹ año⁻¹, obteniéndose rendimientos promedio de las 16 variedades de 146 t MS ha⁻¹ año⁻¹, donde los investigadores pudieron observar la variación que se presenta dentro de las variedades de *P. purpureum*, independiente del uso de N (Zang *et al.*, 2010). Hertentains *et al.*, (2005) concluyen que el aporte de N recomendado para esta especie es de 275 kg ha⁻¹ año⁻¹ para mantener una producción forrajera adecuada, especialmente en suelos deficientes de este macroelemento (Pizarro, 2001); esto evidencia la importancia de proveer este nutriente, ya que hubo diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados y el testigo; para los culti-

vares OM-22, CT-115 y KNG no se encontró diferencia entre fuentes de N (Urea o ARP). Faría *et al.*, (1997) con *P. purpureum* cv N-75 Mott, encontraron mejor rendimiento aplicando 300 kg N ha⁻¹ y Améndola *et al.*, (2011) observaron el mismo comportamiento en maíz, en el cual se incrementa el rendimiento forrajero al aumentar las dosis de N de 0 hasta 200 kg N ha⁻¹, el cual es menor a la dosis aplicada en este estudio, pero puntualizan la necesidad del uso de N para mejorar la producción como a su vez corroboran Neves *et al.*, (2011) al reportar que los pastos incrementan la producción de biomasa con la aplicación de N. Se observa que al aplicar las dos fuentes de nitrógeno, se incrementa la producción forrajera en los tres ecotipos estudiados, observándose mejor comportamiento en OM-22 y KNG (Tabla 2).

Tabla 2. Producción forrajera (t MS ha⁻¹ año⁻¹) de tres variedades de *Pennisetum purpureum* con diferentes fuentes del fertilizante nitrogenado.

Ecotipo	Fertilización (300 kg N ha ⁻¹ año ⁻¹)		
	SF	ARP	Urea
OM-22	112.83 ^b	160.30 ^a	155.03 ^a
CT-115	80.36 ^c	95.26 ^b	90.16 ^b
KNG	102.73 ^b	139.93 ^a	131.86 ^a

ARP: Agua residual porcina; SF: Sin fertilizar.

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en una misma fila son significativamente diferentes (p<0.05).

En base a estos resultados se observa mejor comportamiento del Ecotipo OM-22, coincidiendo con lo obtenido por otros autores (Martínez *et al.*, 1986; Herrera y Ramos, 1990; Martínez, 2010). No obstante, una desventaja de su elegibilidad como forraje es su pobre contenido proteico, situación que se puede optimizar asociando su cultivo con leguminosas, ya que su valor nutricional es mayor (Espinoza *et al.*, 2001). En estudio similar con la variedad Maralfalfa se encontró poca respuesta a la aplicación de nitrógeno, con rendimientos de 20.2, 27.8, 33.9 y 37.04 t MS ha⁻¹ cuando se aplicó dosis de 0, 150, 300 y 450 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ (Pachamama y Paladines, 2007), esto es contrario a lo encontrado en el presente estudio.

La relación hoja-tallo (H:T) fue superior en OM-22, seguida de KNG y por último por CT-115 (Tabla 3) e independientemente de la fuente de nitrógeno aplicada ($p < 0.05$). La relación H:T es baja debido posiblemente a la edad de cor-

te, manejo agronómico y época del año (Stobb, 1975; Funes *et al.*, 1980; Enriquez, 1999). Faría *et al.*, (1997) reportan mayor relación H:T a los 45 días de rebrote, sin observar afectos del nivel de fertilización. Otro factor que condiciona la baja relación H:T es la limitada respuesta al N aplicado sobre el número de hojas por tallo, pero sí sobre el incremento en el tamaño de la hoja (Faría, 1985), esto estimula el crecimiento de la planta y por lo tanto mayor producción de tallos, lo cual es explicado debido a que más del 90 % de la MS de las plantas es directamente originado por la fotosíntesis a través de la asimilación de carbono (Robson *et al.*, 1988). Dean y Clavero (1992) encontraron una mayor relación H:T en *P. purpureum* cv. Mott comparado al presente trabajo con valor de 1.38 a los 60 días. Similarmente, Pachamama y Paladines (2007) no observaron efecto en la relación H:T cuando aplicaron 270 kg de N ha⁻¹ año⁻¹ en maralfalfa (*P. purpureum*), lo cual concuerda con el presente trabajo.

Tabla 3.
Relación hoja-tallo de tres variedades de *Pennisetum purpureum* sin fertilizar y fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas.

Ecotipo	SF	UREA	ARP
KNG	0.52 ^b	0.54 ^b	0.55 ^b
OM-22	0.62 ^a	0.63 ^a	0.64 ^a
CT-115	0.37 ^c	0.38 ^c	0.38 ^c

ARP: Agua residual porcina; SF: Sin fertilizar.

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en una misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

Tabla 4.
Número de tallos por macollo de tres variedades de *Pennisetum purpureum* sin fertilizar y fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas.

	SF	UREA	ARP
KNG	32 ^b	34 ^b	34 ^b
OM-22	26 ^c	27 ^c	28 ^c
CT-115	37 ^a	39 ^a	39 ^a

ARP: Agua residual porcina; SF: Sin fertilizar.

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en una misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

El número de tallos por macollo fue mayor en el Ecotipo CT-115 ($p < 0.05$) segui-

do por el KNG y por último el OM-22 en cada fuente de N (Tabla 4). Similares resultados

Tabla 5.
Contenido de proteína cruda (%) de tres variedades de *Pennisetum purpureum* sin fertilizar y fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas.

	SF	UREA	ARP
KNG	9.2 ^b	9.7 ^b	9.8 ^b
OM-22	8.3 ^b	8.8 ^b	8.8 ^b
CT-115	11.7 ^a	12.5 ^a	12.7 ^a

ARP: Agua residual porcina; SF: Sin fertilizar.

^{a,b,c} Valores con literales diferentes en una misma fila son significativamente diferentes ($p < 0.05$).

se han reportado con *P. purpureum* var. Mott cortado cada 56 d con 47 tallos basales por corte (Clavero y Pulgar, 1995).

El contenido de PC fue mayor ($p < 0.05$) en el Ecotipo CT-115 con y sin uso de N. La fuente de nitrógeno no afectó la cantidad de PC (Tabla 5). A pesar de no encontrarse efecto de la fuente de N sobre la calidad nutritiva del pasto, es claro que las tres variedades presentan un adecuado contenido de PC para mantener el crecimiento normal de las bacterias ruminales, las cuales necesitan un mínimo de 7 % de contenido de PC para su normal crecimiento (Shimada, 1984; Van Söest, 1994).

Los valores anteriores son inferiores a los reportados por González *et al.*, (2011), los cuales obtuvieron 14 % de PC a la misma edad de corte. Pachamama y Paladines (2007) reportan en Maralfalfa valores de 19 % de PC en planta entera cortada a los 60 días y aplicación de 60 kg de N⁻¹ corte⁻¹, resultados superiores a los observados en este estudio. Márquez *et al.*, (2007) encontraron resultados similares con la variedades de *P. purpureum* taiwan, morado y maralfalfa reportando valores de 7.3, 8.2 y 7.3 % respectivamente para cada Ecotipo. Herrera *et al.*, (2002) encontraron que a los 49 días el pasto elefante alcanzaba niveles de proteína cruda de 11.24 %, siendo este valor superior al KNG y OM-22 obtenido en este ensayo; pero inferior al CT-115. Pereira *et al.*, (2002) encontraron va-

lores de 10.43 % para el cultivar Taiwan A-146, que es ligeramente superior a KNG y OM-22. Álvarez (2004) obtuvo resultados de 10 y 17 % de PC en el pasto elefante Morado, considerando estos valores altos para la alimentación de bovinos y superiores a las obtenidas en el presente estudio. Molina (2005) determinó que el contenido de PC para el pasto Maralfalfa a los 35, 45 y 60 días fue 12.46, 10.80 y 7.12 %, respectivamente, siendo a los 60 días similares a los obtenidos en KNG y OM-22.

Conclusiones

La fertilización con las dos fuentes nitrogenadas (Urea y ARP) utilizadas, incrementó el rendimiento de las variedades de OM-22 y KNG en suelo Luvisol; en CT-115 se observó una respuesta moderada a la fertilización. La proporción de H:T fue modificada en KNG y CT-115 y relativamente poco en OM-22. El contenido de PC varió entre 8 a 12 % en los tres ecotipos, observando los mayores contenidos de PC en los tratamientos con fertilización. En conclusión se puede decir que en condiciones de suelo fertilizado y humedad en los trópicos húmedos y en particular en la región oriente de Yucatán existe un gran potencial forrajero de las variedades de *P. purpureum* Clon Cuba OM-22 y King Grass que pueden alcanzar una producción de alrededor de 150 t de MS ha⁻¹ año⁻¹.

Literatura Citada

Álvarez C. Adaptación y evaluación del pasto elefante rojo *Pennisetum purpureum* Schum en tres frecuencias de corte. Revista Facultad Nacional de Agronomía Colombia 2004; 57: (2) 38.

- Améndola MR, Cach GI, Álvarez SE, López CI, Burgueño FJ, Martínez HP, *et al.* Balance de Nitrógeno en Maíz forrajero con diferente fertilización y fase de rotación con praderas. *Agrociencia* 2011; 45: (2) 177-193.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association Official Agricultural Chemists. 16 Edition. Washintong, D.C, 1995.
- Cerdas R, Vallejos E. Productividad del pasto Camerún (*Pennisetum purpureum*) con varias dosis de nitrógeno y frecuencias de corte en la zona seca de Costa Rica. *Intersedes* 2010; 11: (22) 180-195.
- Clavero T, Pulgar C. Dinámica de Crecimiento del pasto Elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott) bajo defoliación. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 1995; 12: 501-509.
- Couoh C. Morfología y Rendimiento de las variedades de CT-115 y OM-22 (*Pennisetum purpureum*) bajo temporal en Yucatán (Tesis de licenciatura). Yucatán, México: Instituto Tecnológico de Conkal, 2008.
- Dean DG, Clavero TC. Growth characteristics of mott dwarf elephantgrass (*Pennisetum purpureum* cv Mott). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 1992; 9: 25-34.
- Duch GJ. La conformación territorial del estado de Yucatán. Los componentes del medio físico. Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional de la Península de Yucatán, México 1988; 28-29.
- Enríquez Q, Meléndez F, Bolaños E. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP. CIRGOC. Campo experimental Papaloapan. Libro técnico No 7. Veracruz, México. 1999.
- Espinoza F, Argenti P, Gil J, León L, Perdomo E. Evaluación del pasto KNG (*Pennisetum purpureum* cv. KNG) en asociación con leguminosas forrajeras. *Zootecnia Tropical* 2001; 19: (1) 59-71.
- Faría J. Crecimiento estacional del *Andropogon gayanus* Kunth en la zona de colina del estado Guárico. (Tesis Msc). Caracas Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias 1985; 133.
- Faría RJ, González B, Faría MJ. Efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento total y distribución en hoja, tallo y material muerto de la materia seca del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 2007; 14: (4) 417-425.
- Funes F, Morales JA, Liutkus U, J Martin. Crecimiento y desarrollo de las gramíneas en Cuba. 1. Dinámica de crecimiento y contenido proteico estacional en cuatro gramíneas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 1980; 14: (1) 65-73.
- García E. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3a edición. México, D.F. 1981: 120.
- González I, Betancourt M, Fuenmayor A, Lugo M. Producción y composición química de dos especies de pasto elefante (*Pennisetum* sp.) en el Noroccidente de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 2011; 29: (1) 103-112.

- Herrera R, Ramos N. Evaluación agronómica. In: Herrera, R. (Ed). KNG. Plantación, establecimiento y manejo en Cuba. EDICA, Cuba, 1990. 111-170.
- Herrera R, Martínez R, Tuero R, García M, Cruz A. Movement of substances during grazing and re-growth of the clone Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum*). Cuban Journal of Agricultural Sciences 2002; 36: (4) 403-407.
- Hertentains L, Troetsch O, Santamaría E. Manejo y utilización de cultivares de *Pennisetum purpureum* en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí. Manual Técnico. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá 2005; 4.
- Márquez F, Sánchez J, Urbano D, Dávila C. Evaluación de la frecuencia de corte y tipos de fertilización sobre tres genotipos de pasto elefante (*Pennisetum purpureum*). 1. Rendimiento y contenido de proteína. Zootecnia Tropical 2007; 25: (4) 253-259.
- Martínez RO, Herrera RS, Cruz R, Torres V. Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 1996; 30: 11.
- Martínez RO, Tuero R, Torres V, Herrera RS. Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM- 2 y KNG durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 2010; 44: (2) 189-193.
- Martínez R, Herrera O, Monzote M, Cruz R. Obtención de mutantes utilizando el cultivo de tejidos y otras técnicas en la plantación, establecimiento y manejo del KNG en Cuba. EDICA. Cuba. 1986.
- Meléndez J, Ibarra G, Iglesias O. *Pennisetum purpureum* cv. CRA-265 en condiciones de secano. Parámetros agronómicos y valor nutritivo. Producción Animal 2000; 12: 17-20.
- Molina S. Evaluación agronómica y bromatológica del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*) cultivado en el Valle del Sinú. Revista Facultad Nacional de Agronomía Colombia 2005; 58: (1) 39.
- Neves LM, Franco PRCF, Duarte CMJ, Feitosa de LC, Da Silva RG, Belem FFR. Growth index in massai grass under different levels of nitrogen fertilization. Revista Brasileira de Zootecnia 2011; 40: (12) 2666-2672.
- Pachamama HN, Paladines O. Respuesta del pasto Maralfalfa (*Pennisetum purpureum*) a la fertilización nitrogenada con dos distancias de siembra. Rupimba 2007; 21: (11) 1-10.
- Pereira MH, Maldonado J, Coelho R, Versan-Smith E, D'Avila, C Da Silva. Chemical composition, available forage and leaf area index of 17 genotypes of elephantgrass (*Pennisetum purpureum* Schum.) under grazing at Campos Dos Goytacazes. Revista Brasileira de Zootecnia 2002; 31: (1) 313-320.
- Pizarro E. Grasses and legumes for tropical zones. In: Tejos, R. C. Zambrano, L. Mancilla y W. García. VII Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. 2001; 151-170.
- Quero CAR, Enríquez QJF, Miranda JL. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. Interciencia 2007; 32: (8) 566-571.

- Robson MJ, Ryle GJA, Woledge J. The grass plant its form and function. In: Jones, M. B.; Lazenby, A. (Eds.) The grass crop. Chapman & Hall, 1988. 25-83.
- Stobb T. The effect of plant structure on the intake on the size of bite harvested by Jersey cows grazing *Setaria anceps*. Australian Journal of Agricultural Research 1975; 26: 997, 1975.
- Van Soest PJ. Nutritional Ecology Of the Ruminant. Cornell University Press. II Edition. London. U.K., 1994. 77.
- Vázquez NJN, Solano VJJ, Vázquez RR, Aguirre FV, Bahena GME, Granjeno CAE, *et al.* Efecto de enmiendas orgánicas y fertilizantes químico en la producción de pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* Schaum. Investigación Agropecuaria 2009; 6: (2) 205-218.
- Zang X, Gu H, Ding C, Zhong X, Zhang J, Xu N. Path coefficient and cluster analyses of yield and morphological traits in *Pennisetum purpureum*. Tropical Grasslands 2010; 44: 95–102.