

RIEGO Y DRENAJE

ARTÍCULO ORIGINAL

Respuesta de tres clones de *Pennisetum purpureum* a diferentes niveles de riego I. Rendimiento y calidad del forraje

*Response of three cultivars of *Pennnnisetum purpureum* at different irrigation levels I. Yield and grass quality*

Ing. Ariel Antonio Sosa-Rodríguez, Dr.C. Julián Herrera-Puebla^I, Dr.C. Emilio Cordoví-Castillo, Dr.C. Felicitá González-Robaina^{II}

^I Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Bayamo. Granma, Cuba.

^{II} Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. Los clones del género *Pennisetum* son los forrajes de corte predominante en Cuba, y en los últimos años se ha incrementado su uso en áreas de regadío, particularmente en áreas de pequeños productores; en atención a lo anterior y en vistas a la necesidad de obtener elementos básicos para el manejo del riego en este cultivo, se realizó el presente trabajo, donde se comparan los clones Cuba CT-115, CT-169 y CT-607 bajo diferentes dosis de riego. El trabajo se desarrolló en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “La Pitucha” perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas “Jorge Dimitrov”, en la provincia Granma, sobre un suelo Fluvisol y utilizando la metodología de la línea central de aspersores y un diseño de parcelas divididas; los tres clones fueron sembrados perpendiculares a la línea de aspersores en parcelas de 15 m perpendicular a la línea de riego y 6 m de ancho, distribuyéndose en 4 réplicas. El alcance del aspersor le permitió establecer 4 diferentes valores de humedad decrecientes en el sentido de la mayor lejanía del aspersor. Los cortes se realizaron cada 60 días para un total de 5 cortes en el año de estudio. Durante la época de seca, el rendimiento promedio por corte fue superior significativamente para el clon CT-169, quien rindió 2.4 ton ms ha⁻¹ mientras que CT-115 y CT-607 rindieron un 20% y 60% menos respectivamente; en los menores tratamientos de humedad, no se encontraron diferencias significativas en rendimiento entre los clones estudiados.

Palabras clave: King grass, riego, provincia Granma.

ABSTRACT. *Pennisetum purpureum*'s cultivars are the predominantly grasses for cutting in Cuba, and in the last years, its use has been incremented particularly in areas under irrigation mainly in areas of small farmers; taking into account the last considerations and in order to obtain basic information for irrigation planning and management in this grass in the province of Granma it was carried out this work where were compared the cultivars Cuba CT-115, CT-169 y CT-607 under different irrigation levels. The experimental area was located in the Grass and Forages Experimental Station Experimental “La Pitucha” (Agricultural Research Institute “Jorge Dimitrov”), using the central line sprinkler design; the three cultivars were planted perpendicular to the sprinkler central line in plots 15 m long and 6 m wide replicates four times. The diameter of the sprinkler used allowed establishing four different irrigation gradients decreasing in the direction far away from the sprinkler; the plots were cutting every 60 days for a total of 5 cuts in the experimental year. During the dry season, cv CT-169 averaged 2.4 ton dry matter, and this yield was significantly higher than cvs CT-115 and CT-607 that yields 20% and 60% less respectively; in the lowest irrigation treatments there were not differences in yield between the cultivars tested.

Keywords: King grass, irrigation, Granma province.

INTRODUCCIÓN

El uso de forraje es una alternativa para el aumento sustancial de la productividad de la ganadería, que en los países

tropicales, es la fuente económicamente más viable de alimento para rumiantes (Argel, 2006; Sánchez *et al.*, 2008).

Las variaciones estacionales de los elementos del clima juegan un importante papel en la producción, calidad y persistencia de los pastos y forrajes tropicales. La mayor producción se obtiene en la época de lluvia y disminuye bruscamente en la época de seca, donde además de la escasas de lluvias, las temperaturas y la radiación solar son más bajas y los días más cortos (Hughes, 1998; Funes, 2000), lo que crea un verdadero problema para el manejo y alimentación de los animales, y trae consigo una disminución de su producción tanto en leche como en carne durante este periodo.

En Cuba, una de las vías para reducir los problemas confrontados con la producción de forrajes en la época de seca ha sido la introducción del regadío, y la búsqueda de especies que independientemente de las condiciones de menores temperaturas y radiación solar que se presentan en la época de seca en el país, tengan una aceptable respuesta productiva y económica a la aplicación del riego.

El Pennisetum purpureum, particularmente el cv. King grass se ha destacado como planta forrajera en Cuba¹ y Latinoamérica (Espinoza *et al.*, 2001) por su valor energético y alto potencial productivo tanto en riego como seco, por ello al desarrollar el “Programa para la Ceba Intensiva de Toros”, refrendado por el acuerdo 759 de la Comisión Político Económica del Consejo de Estado de la República de Cuba, se incluyó entre sus fundamentos el desarrollo de un área forrajera, fundamentalmente King grass, con regadío, que puede fluctuar entre 1-4 ha en dependencia de la cantidad de ganado a alimentar².

El desarrollo del riego en esta gramínea en Cuba para su uso en la ceba de toros de acuerdo al programa antes señalado, indica que será necesario contar con elementos adecuados para el manejo eficiente del riego con vistas al uso eficiente del agua y la energía. Pocos estudios se han realizado en Cuba sobre las demandas de agua en este cultivo y en su mayor parte se han desarrollado en la región occidental del país (Herrera *et al.*,

1985, 2010; Ramos y Herrera, 1990)³, ⁴. En la región oriental, Sosa *et al.* (2012), calcularon las demandas de agua del King grass para la zona central de la provincia Granma con la utilización del programa CROPWAT (FAO, 2015) utilizando los coeficientes de cultivo determinados por Herrera *et al.* (2010), y los datos reales de clima de la zona de estudio y determinaron una evapotranspiración anual de 1188,7 a 1216 mm/ha, y alrededor de 7 a 8 riegos.

Los trabajos realizados en la región occidental de Cuba, antes citados, fueron realizados con el cultivar King grass, sin embargo en el momento actual, y producto de los programas de mejoramiento genético se introducen nuevos clones a la producción, de los cuales no se tiene información suficiente sobre su respuesta al riego

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo va encaminado a estudiar la respuesta en el campo de tres clones de P. Purpureum sometidos a diferentes manejos de riego en la región de Granma.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Pastos y forrajes “La Pitucha” perteneciente al Instituto de Investigaciones Agrícolas “Jorge Dimitrov”, en condiciones de campo sobre un suelo tipo Aluvial según la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1999), y Fluvisol, según Mesa y Naranjo, (1984). La capacidad de campo y la densidad aparente fueron determinadas in situ por el método de la plazoleta y anillos de volumen conocido respectivamente siguiendo las metodologías indicadas en las normas cubanas al respecto al respecto (NC-ISO 11272: 2003, NC 1042: 2014) y los datos de la composición granulométrica fueron obtenidos de la base de datos del Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola⁵.

TABLA 1. Propiedades hidrofísicas del suelo en la zona de estudio

Profundidad (cm)	Arcilla %	Arena %	Limo %	Densidad aparente (g/cm³)	Capacidad de campo % Volumen	Contenido de agua fácilmente utilizable cm³/cm³
0-10	50.0	34.0	16.0	1.34	34.8	0.52
10-20	50.0	34.0	16.0	1.35	34.6	0.52
20-30	51.8	26.4	21.8	1.37	33.5	0.50
30-40	43.1	25.3	31.6	1.39	26.2	0.39

Diseño y tratamientos

El diseño utilizado fue el de la línea central de aspersores (Hanks *et al.*, 1976). Roque *et al.* (1990), utilizaron este diseño al evaluar la respuesta al riego en la papa y los mismos plantean que la uniformidad a lo largo de las parcelas es, aproximadamente el 10% del diámetro humedecido, aunque se puede utili-

zar hasta el 25%. En nuestro caso se utilizó un espaciamiento de 12 m que se corresponde con un solapamiento de 100 % entre aspersores en la misma línea y una intensidad de aplicación de 6.6 mm cuando el aspersor trabaja a una presión de 25,5 m.c.a. (Gasto del aspersor de 961 L/h). En la Figura 1 se muestra un esquema simplificado del diseño utilizado; la línea central de

¹ HERRERA, R.S.: “Mejoramiento de Pennisetum para enfrentar la sequía”, Conferencia curso de producción de pastos, La Habana, Cuba, (ICA, 20 p.), 2005.
² IIRD (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE RIEGO Y DRENAJE): Incremento de la capacidad de producción de la fábrica del Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD), en sistemas de riego por aspersión de baja intensidad para la cría intensiva de ganado, 12pp., La Habana, Cuba, 2008.
³ HERRERA, J.: Régimen de riego de algunas gramíneas forrajeras de la región occidental de Cuba, Tesis de Doctorado, ISCAH, La Habana, Cuba, 1984.
⁴ SÁNCHEZ, L.A.M.: Evapotranspiración máxima del King grass, 40 pp., Tesis de Diploma, ISCAH, La Habana, Cuba, 1984.
⁵ Cid G. Comunicación personal

aspersores pasa por el centro de las parcelas y perpendicular a la dirección de los surcos, la longitud de la parcela (cultivar) fue de 15 m x 6 de ancho distribuidas en 4 réplicas, dos a cada lado de la línea central de aspersores. El alcance del aspersor (12 m) permitió establecer 3 zonas húmedas y una final de secano.

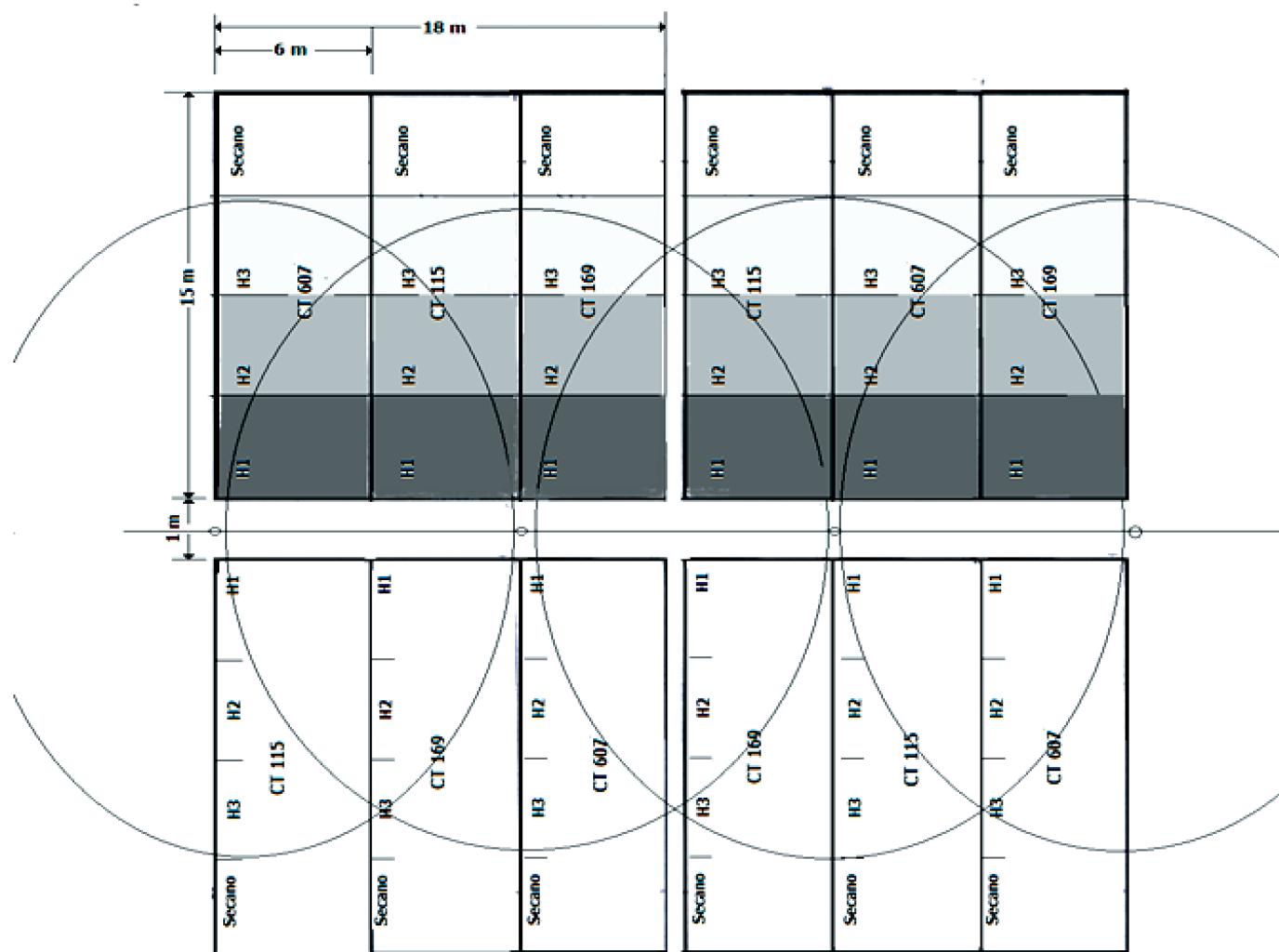


FIGURA 1. Esquema del diseño experimental empleado.

Los volúmenes de agua recibidos por cada zona se midieron con pluviómetros ubicados en el centro de cada subparcela: 270 (nivel 1), 210 (nivel 2), 120 (nivel 3) m³/ha y secano (nivel 4), se controló la lluvia a través de un pluviómetro ubicado en el centro del área experimental.

Los cultivares de King grass utilizados fueron el CT 115, CT 169 y CT 607.

Evaluación del equipo de riego

La Tabla 2 muestra los resultados de la distribución del agua en el eje perpendicular a la línea de aspersores; la misma evidencia la creación de un gradiente de humedad que disminuye en la medida en que se aleja del aspersor.

TABLA 2. Resultados de la prueba de evaluación de los aspersores

Distancia a la línea de aspersores (m)	Agua recibida (mm)			
	Replicas			Promedio
2	10,8	10	14	11,6
5	7,5	5	5,8	6,1
8	4,1	3,3	3,7	3,7
13	2	1,8	1,2	1,7

Preparación del suelo y siembra

Se realizó una preparación del suelo consistente en rotura-mecanizada con arado de tres discos a una profundidad de 15 cm; pase de rastrillo y cruce con tracción animal.

La siembra se realizó Siembra 6 de noviembre del 2013, utilizando semillas vegetativas (esquejes), con 90 días edad, en surcos separados a 1 m y 10 cm de profundidad, donde se depositaron dos esquejes paralelos con 5-8 yemas a lo largo de todo el surco y se taparon con azadón, y el 3 de febrero del 2015 se efectuó el corte de establecimiento, los cuales se continuaron cada 50-60 días En octubre 2014 se aplicó materia orgánica a razón de 10 ton·ha⁻¹, como único fertilizante durante todo el período experimental

Cosechas

Luego del corte de establecimiento, se realizaron cortes cada 60 con machetes a una altura entre 10 y 15 cm sobre el nivel del suelo.

Mediciones y observaciones

Antes de cada corte se tomaron 10 plantas representativas de cada parcela, determinando la altura de las plantas, el largo y el ancho de las hojas. Se sacó una muestra de 300 g con la misma proporción de hojas que se introdujo en una estufa de circulación de aire a 65 °C hasta peso constante para determinar el porcentaje de materia seca. El rendimiento de materia verde se determinó pesando todo el forraje producido en un área de cálculo de 12 m² en cada sub parcela, despreciando 1 m entre cada tratamiento de riego del 1 al 3, y 6 m entre el 3 y el 4 (secano). Se utilizó una balanza tipo dinamómetro de 30 kg. de capacidad. Posteriormente se calculó el rendimiento de materia seca a partir del rendimiento de materia verde y el porcentaje de materia seca.

Cantidad de agua aplicada y momento de riego

En el centro de cada parcela cosechable se colocó un pluviómetro de cuña que resultaron ubicados a 2,25 m (H₁), 4,25 m (H₂) y 7,25m (H₃) y 13 m (H₀) de la línea central de aspersores. Previo al comienzo de los tratamientos se realizó una evaluación de la pluviometría con velocidad de viento < de 1.5 m·seg⁻¹ lo que resulto en una intensidad de aplicación de: 8,8 mm/h; 7,1 mm/h; 3,9 mm/h y 0 para H₁, H₂, H₃ y H₀ respectivamente.

El momento de riego se determinó mediante muestreo gravimétrico de la humedad del suelo, cada vez que el tratamiento de mayor humedad se encontraba próximo al 80 % de la capacidad de campo.

Análisis estadístico: Los datos obtenidos en el experimento se procesaron mediante el paquete estadístico "STATGRAPHIC" versión 8.3 (StatSoft, 2008).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Aun cuando se ha demostrado que el diseño de la línea central de aspersores puede ser utilizado efectivamente para estudiar el efecto de varios niveles de agua aplicada a un cultivo (Hanks *et al.*, 1976; Johnson *et al.*, 1983; Mendoza *et al.*, 1989; Roque *et al.*, 1990) y con ello se minimiza el área requerida para realizar estos experimentos, la no aleatorización de los tratamientos de riego impide dar una respuesta estadística a las posibles interacciones, por ello se analizaron por separado la respuesta de los clones y la respuesta de cada clon al riego.

La Tabla 3 muestra los resultados de los tres cortes realizados en la época lluviosa y dos en la de seca de 2014. En todos los cortes de primavera el clon CT 115 fue superior significativamente a los otros dos. En el primer corte de seca, el de más bajos rendimientos de los cinco cortes realizados, CT 115 y CT 169 no difirieron entre si, mientras que en el segundo corte de esta estación CT 115 volvió a ser significativamente superior al resto.

TABLA 3. Rendimiento por cortes y clones (t ha⁻¹) durante la época lluviosa y seca del 2014

CLONES	CORTES EN PRIMAVERA			CORTES EN SECA	
	1	2	3	1	2
CT-115	3.25 ^a	5.03 ^a	4.19 ^a	0.94 ^a	2.18 ^a
CT-169	2.67 ^b	2.88 ^b	3.03 ^b	0.88 ^a	2.07 ^b
CT-607	2.68 ^b	3.24 ^b	2.83 ^b	0.73 ^b	1.97 ^b
ES +/-	0.136	+/-0.187	0.281	0.05	0.059

ES+/- 0.22**Medias con letras desiguales difieren ** (P<0.01), según Duncan (1955)

El rendimiento total para los cinco cortes fue de 15,5 t·ha⁻¹ para el CT-115, quien fue significativamente superior en un 26% (p< 0.05 %, ES +/- 0.48) a los otros dos clones.

El rendimiento alcanzado para cualquiera de los tres clones fue inferior a lo reportado por Ramos y Herrera (1990)³ en la región occidental de Cuba, pero ambos autores señalan haber utilizado fertilizante nitrogenado en dosis de 40 a 50 kg·ha⁻¹, lo cual puede explicar el mayor rendimiento obtenido en una región de menor potencial climático.

La Tabla 4 muestra algunos indicadores morfológicos de los tres clones evaluados. Las mayores alturas fueron alcanzadas por CT- 115 y CT 169, sin diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, CT 607 presentó la mayor cantidad de hoja/planta (12,8), seguido por CT-115 y en último lugar CT 169.

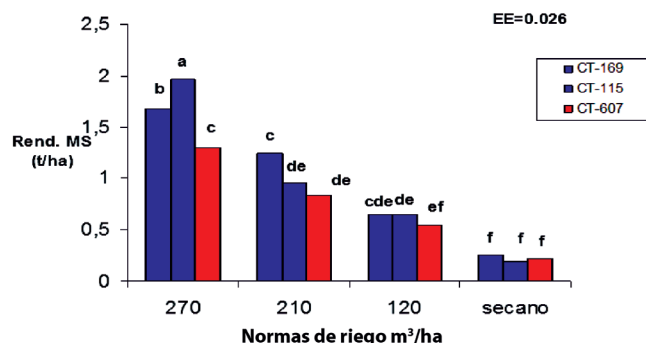
Los tres clones difirieron significativamente en el largo de las hojas, aunque en este indicador, CT 169 presentó el mayor valor (117,8), seguido por CT 115. No se encontraron diferencias significativas entre los clones para el diámetro del tallo y el porcentaje de materia seca.

TABLA 4. Comportamiento de indicadores morfológicos de tres clones de Pennisetum durante la época de lluvias (valores promedios de tres cortes)

Clones	Alturas, (cm)	Hojas/planta	Largo de hojas, (cm)	Diámetro del tallo, (cm)	Materia Seca, (%)
CT-115	204.5 ^a	11.6 ^b	105.9 ^b	1.22	18.2
CT-169	204.7 ^a	10.9 ^c	117.8 ^a	1.19	18.0
CT-607	190.0 ^b	12.8 ^a	98.4 ^c	1.16	18.5
ES ±	8.14 [*]	1.02 ^{**}	5.74 ^{**}	0.15 ns	0.66 ns

Medias con letras diferentes difieren ^{*}(P<0.05), ^{**}(P<0.01), según Duncan (1955)

En la época de seca del 2015 (Figura 3), el rendimiento promedio por corte para el tratamiento de mayor cantidad de agua recibida fue superior significativamente para el clon CT-115, con rendimiento máximo de 2,4 t·ha⁻¹, en este nivel de humedad los clones CT-169 y CT-607 rindieron un 15 y 40 % menos respectivamente al compararlos con el CT-115. En la medida en que la cantidad de agua recibida por el forraje fue menor, la diferencia en rendimiento entre los clones no fue significativa, con una ligera tendencia a ser superior en el clon CT -169.


FIGURA 3. Rendimiento MS (t·ha⁻¹ x corte) según los clones y nivel de humedad. Medias con letras diferentes difieren (P<0.01) según Newman-Keuls.

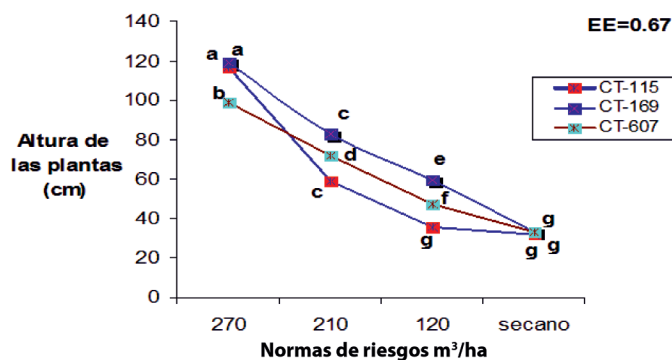
En este sentido en la zona Caribeña de Colombia, Murillo *et al.* (2014), encontraron una tendencia similar a este resultado observando que el rendimiento con riego duplica la producción respecto al secano, mientras que Bajuk *et al.* (2004), con la aplicación de riego en pasto llorón triplico la producción de materia seca en comparación con el cultivo sin riego. Los clones en el tratamiento secano no difirieron entre ellos, con una reducción sustancial en el rendimiento que no superaron las 0,4 ton ms/ ha, producto a las pocas precipitaciones en esta época. Los resultados obtenidos en este trabajo son concordantes a los publicados otros autores quienes obtuvieron promedios de rendimiento de 3 ton ms/ha corte en el tratamiento con mayor régimen de riego³. Es importante destacar que en el presente trabajo no se aplicó fertilización, lo que sin dudas puede haber sido la causa del inferior rendimiento; en este sentido, Padilla y Ayala (2006), plantearon que constituye una buena práctica realizar una fertilización nitrogenada a razón de 50 kg/ha de forma localizada 45 días después de la plantación.

Los resultados mostrados en la figura 3 indican que en las condiciones de la región de Granma, esta gramínea responde favorablemente a la aplicación de riego, especialmente en

la época de seca del año, donde el riego podría evitar una disminución drástica en la producción de forraje e incrementar el valor nutritivo del forraje la planta, y de acuerdo con Vargas (1983), también permitiría disminuir el tiempo entre cortes y aumentar el número de cosechas al año

La altura de las plantas (Figura 4) manifestó una tendencia descendente significativa a medida que disminuyeron los niveles de humedad en el suelo, no existió diferencia estadística entre los clones CT-169 y CT-115 en el nivel de mayor disponibilidad hídrica, en el segundo e inferior nivel de humedad CT-115 presentó un comportamiento descendente significativamente respecto a los dos clones, que entre ellos presentaron diferencias estadísticas, la tendencia en el tercer nivel de humedad fue similar al anterior, mientras que en el secano no se manifestó diferencias entre los clones. Los resultados en este trabajo demuestran que el CT-115 es sensible a la disminución de la humedad, mientras que el CT-169 responde mejor a la disminución de la disponibilidad hídrica.

Estos resultados son superiores a los señalados por otros autores⁶, al obtener valores que no excedieron en la época poco lluviosa los 90 cm, lo que reafirma lo planteado por Herrera (1990), que estos cultivares de ciclo de crecimiento largo pueden alcanzar hasta 400 cm de altura, pero en condiciones normales de explotación llegan a 190 cm. Ayala (1990), en King grass plantado al inicio del período lluvioso sobre suelo Ferralítico en Cuba, encontró alturas superiores a 45 cm a las 8 semanas y a 55 cm a las 12 semanas. Aun cuando está demostrado que el King grass es una variedad de porte alto Herrera (1990), esta alta superioridad corrobora el efecto de las condiciones ambientales (clima y suelo) en el establecimiento de estas variedades de alta producción de biomasa.


FIGURA 4. Efecto de los clones y niveles de humedad en la altura (cm) de las plantas. Medias con letras diferentes difieren (P<0.01) según Newman-Keuls.

⁶ DÍAZ, D.: Evaluación agronómica de nuevas variedades Pennisetum purpureum en condiciones de sequía en el Valle del Cauto, 98 pp., Tesis de Maestría, EEPF «Indio Hatuey», Matanzas, Cuba, 2008.

El largo de las hojas (Figura 5) en el clon CT-169 fue mayor en todos los niveles de humedad y entre las variedades, el nivel de humedad 270 m³/ha produjo un valor máximo de 85 cm en el clon CT-169, sin diferencia estadística con CT-115, en el segundo nivel 210 m³/ha mantuvo el CT-169 la delantera con diferencia estadística del resto de las variedades, el tratamiento secano manifestó un comportamiento similar entre las variedades sin diferencias significativas entre ellas con un valor mínimo de 44,1 cm en la variedad CT-115.

Algunos trabajos al evaluar la dinámica de crecimiento en los dos tratamientos más contrastantes (secano vs. 90% & Cc), señalan que los primeros 15 días después del corte no parece haber sido afectado por la disponibilidad de humedad en el suelo y obtienen un promedio de 0,56 cm/día; sin embargo a partir de esta edad, el ritmo diario de crecimiento se incrementa con la mayor disponibilidad de humedad en el suelo y alcanza

su mayor valor en el tratamiento 90% Cc a la edad de 50 días con 1,61 cm/día mientras que en secano alcanzó 1.23 cm/día³.

En el ancho promedio de las hojas (Figura 6), el CT-169 manifestó una mayor respuesta en los diferentes niveles de humedad, con un máximo valor de 3,04 cm en el mayor nivel de humedad, mientras que en los tres niveles de riego el CT-115 y CT-607, mantuvieron un comportamiento similar estadísticamente, en el tratamiento de secano los clones no manifestaron diferencias significativas, con un valor mínimo de 1,1 cm en el CT-607.

Este comportamiento en secano, según Herrera y Martínez (2006), lo asumen aquellas variedades que adoptan una estructura de defensa contra el período seco, lo que pudiera influir en la menor pérdida de agua por transpiración. En lluvia; sin embargo, incrementan los valores, los que llegan a ser comparables al control.

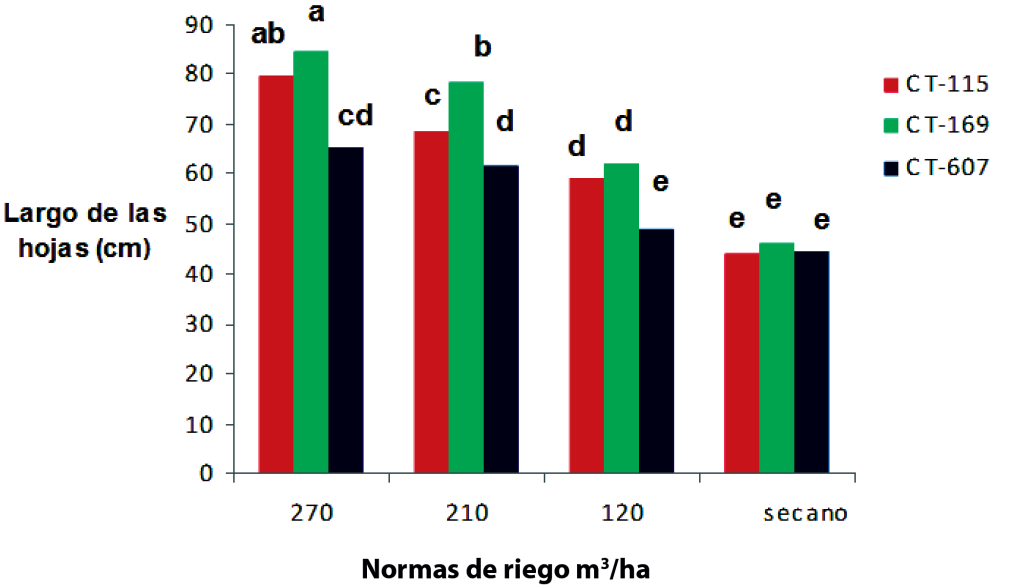


FIGURA 5. Efecto de los clones y niveles de humedad en el largo de las hojas (cm). Medias con letras diferentes difieren (P<0.01) según Newman-Keuls

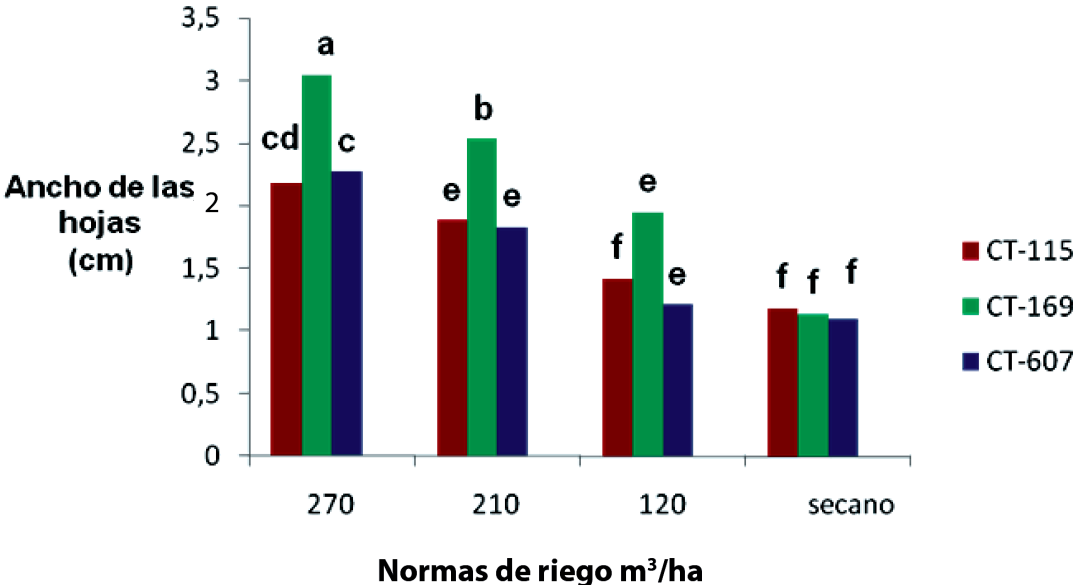


FIGURA 6. Efecto de los clones y niveles de humedad en el ancho de las hojas (cm). Medias con letras diferentes difieren (P<0.01) según Newman-Keuls

CONCLUSIONES

- Al clon CT-115 mostro el mejor comportamiento en rendimiento entre los tres clones estudiados a los que supero en rendimiento en un 26 % para el total de los cinco cortes realizados. Este clon, tambien mostro un comportamiento superior en las diferentes características morfológicas estudiadas. En general los tres clones mostraron una respuesta lineal al incremento en la cantidad de agua aplicada, la cual fue más acentuada para CT-115 en el mayor nivel de humedad, para el segundo nivel de humedad ($210 \text{ m}^3\text{-ha}^{-1}$),
- CT-169 fue significativamente superior al resto y de ahí en adelante todos los clones tuvieron similar comportamiento.
- Los resultados presentados confirman la importancia de la aplicación del riego en el king grass, sin embargo un estudio a mayor tiempo y con la aplicación de fertilizante podría aportar mejores resultados.
- El diseño de la línea central de aspersores, al igual que han,mostrado otros invstigadores demostro ser una herramienta económica y eficaz cuando se quiere conocer el comportamiento de diferentes cultivares al riego.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARGEL, P.J.: “Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito”, *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 14(2): 65–72, 2006, ISSN: 2075-8359.
- AYALA, J.R.: “Plantación y Establecimiento”, En: Herrera, R.S. (ed.), *King grass. Plantación, Establecimiento y Manejo en Cuba*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, pp. 43-94, 1990.
- BAJUK, M.; ARENAS, F.; LELIO, H.; ANTONINI, C.; MORÁBITO, J.: “Productividad del pasto llorón con riego limitado - Weeping love-grass yield with restricted irrigation”, *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 36(1): 1-8, 2004, ISSN: 0370-4661.
- DUNCAN, D.B.: “Multiple Range and Multiple F Tests”, *Biometrics*, 11(1): 1-42, 1955, ISSN: 0006-341X, DOI: 10.2307/3001478.
- ESPINOZA, F.; ARGENTI, P.; GIL, J.L.; LEÓN, L.; PERDOMO, E.: “Evaluación del pasto king grass (*Pennisetum purpureum* cv. king grass) en asociación con leguminosas forrajeras”, *Zootecnia Tropical*, 19(1): 59–71, 2001, ISSN: 0798-7269.
- FAO: *CROPWAT*, [en línea], (Versión 8.0), [Windows], Visual Delphi 4.0, Rome, Italy, 2015, Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/infoces_databases_cropwat.html.
- FUNES, F.: “Utilización de los pastos en Cuba. Realidades y perspectivas”, En: *Taller XXXV Aniversario del ICA*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, 2000.
- HANKS, R.J.; KELLER, J.; RASMUSSEN, V.P.; WILSON, G.D.: “Line Source Sprinkler for Continuous Variable Irrigation-crop Production Studies”, *Soil Science Society of America Journal*, 40(3): 426-429, 1976, ISSN: 0361-5995, DOI: 10.2136/sssaj1976.03615995004000030033x.
- HERNÁNDEZ, J.A.; PÉREZ, J.M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUÍZ, J.; SALGADO, E.J.; MARSÁN, R.; OBREGÓN, A.; TORRES, J.M.; GONZÁLES, J.E.; ORELLANA, R.; PANEQUE, J.; RUIZ, J.M.; MESA, A.; FUENTES, E.; DURÁN, J.L.; PENA, J.; CID, G.; PONCE DE LEÓN, D.; HERNÁNDEZ, M.; FRÓMETA, E.; FERNÁNDEZ, L.; GARCÉS, N.; MORALES, M.; SUÁREZ, E.; MARTÍNEZ, E.: *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*, Ed. AGROINFOR, La Habana, Cuba, 64 p., 1999, ISBN: 959-246-022-1.
- HERRERA, J.; MARTINEZ, E.; CORONA, L.: “Estudio del régimen de riego del King grass. I. Efecto sobre el rendimiento”, *Revista Ciencia y Técnica en la Agricultura. Riego y Drenaje*, 2(2): 17–33, 1985, ISSN: 0138-8487.
- HERRERA, P.J.; GONZÁLEZ, R.F.; ZAMORA, H.E.: “Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 19(1): 80-90, 2010, ISSN: 2071-0054.
- HERRERA, R.S.: “Introducción y características botánicas”, En: *King grass. Plantación, Establecimiento y Manejo en Cuba*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, 1990.
- HERRERA, R.S.; MARTÍNEZ, R.O.: “Mejoramiento genético por vías no clásicas”, En: *Pennisetum purpureum para la ganadería*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, pp. 15-39, 2006.
- HUGHES, C.E.: *Leucaena: Manual De Recursos Geneticos*, [en línea], Ed. Oxford Forestry Institute, Oxford, U.K., 280 p., enero de 1998, ISBN: 978-0-85074-146-9, Disponible en: <https://www.amazon.co.uk/Leucaena-Recursos-Geneticos-Tropical-Forestry/dp/0850741467>, [Consulta: 21 de febrero de 2016].
- JOHNSON, D.E.; CHAUDHURI, U.N.; KANEMASU, E.T.: “Statistical Analysis of Line-Source Sprinkler Experiments and Other Nonrandomized Experiments Using Multivariate Methods I”, *Soil Science Society of America Journal*, 47(2): 309-312, 1983, ISSN: 0361-5995, DOI: 10.2136/sssaj1983.03615995004700020027x.
- MENDOZA, R.G.; RAMÍREZ, L.A.; RINCÓN, M.: “Respuesta del ajo a un gradiente de humedad”, *Ingeniería e Investigación*, (19): 39-44, 1989, ISSN: 2248-8723, 0120-5609.
- MESA, N.Á.; NARANJO, G.M.: *Manual de interpretación de los índices físico-químicos y morfológicos de los suelos cubanos*, [en línea], Ed. Científico-Técnica, Ciudad de La Habana, Cuba, 136 p., 1984, Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/44495794_Manual_de_interpretacion_de_los_indices_fisico-quimicos_y_morfologicos_de_los_suelos_cubanos_Direccion_General_de_Suelos_y_Fertilizantes, [Consulta: 21 de febrero de 2016].
- MURILLO, S.J.; BARROS, H.J.A.; RONCALLO, F.B.; ARRIETA, P.G.: “Water requirement of four cutting grasses water efficiency in the Colombian dry Caribbean region”, *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(1): 83-99, junio de 2014, ISSN: 0122-8706.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Calidad del Suelo-Determinación de la Densidad Aparente Base Suelo Seco*, no. NC-ISO 11272: 2003, La Habana, Cuba, noviembre de 2013.
- OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Calidad del Suelo-Determinación de la Capacidad De Campo*, no. NC 1042: 2014, La Habana, Cuba, noviembre de 2014.

- PADILLA, C.; AYALA, J.R.: "Plantación y establecimiento", En: *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, pp. 15-39, 2006.
- RAMOS, N.; HERRERA, R.S.: "Evaluación Agronómica", En: Herrera, R.S. (ed.), *King grass. Plantación, Establecimiento y Manejo en Cuba*, Ed. EDICA, La Habana, Cuba, pp. 111-170, 1990.
- ROQUE, R.; HERRERA, J.; ÁLVAREZ, P.: "Respuesta de la papa a diferentes niveles de humedad mediante el diseño de la línea central de aspersores. Resultados preliminares", *Ciencia y Técnica en la Agricultura. Riego y Drenaje*, 13(1): 61-67, 1990, ISSN: 0138-8487.
- SÁNCHEZ, T.; ØRSKOV, E.R.; LAMELA, L.; PEDRAZA, R.; LÓPEZ, O.: "Valor nutritivo de los componentes forrajeros de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala*", *Pastos y Forrajes*, 31(3): 1-1, septiembre de 2008, ISSN: 0864-0394.
- SOSA, R.A.A.; PUEBLA, J.H.; ALARCÓN, L.R.: "Régimen de riego de proyecto para el King Grass (*Pennisetum purpureum*)", *Ingeniería Agrícola*, 2(2): 24-38, 2012, ISSN: 2306-1545, 2227-8761.
- STATSOFT: *STATISTICA (data analysis software system)*, [en línea], (Versión 8.3), [Windows], Ed. StatSoft, Inc., US, 2008, Disponible en: <http://www.statsoft.com>.
- VARGAS, B.R.: "Valor nutritivo del King grass entre 35 y 63 días de edad", *Carta Ganadera*, 20(8): 44-48, 1983.

Recibido: 23/10/2016.

Aprobado: 28/02/2017.

Ariel Antonio Sosa-Rodríguez, Inv., Instituto de investigaciones agropecuarias "Jorge Dimitrov", Carretera Manzanillo km. 16 ½, Bayamo. Granma. Correo electrónico: asosa@dimitrov.cu

Julián Herrera-Puebla, Correo electrónico: direccioninvest1@iagric.cu

Emilio Cordoví-Castillo, Correo electrónico: asosa@dimitrov.cu

Felicita González-Robaina, Correo electrónico: dptoambiente4@iagric.cu

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

