

Distribución vertical de las hojas, tallos y rendimiento de materia seca después del pastoreo del *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 durante el período poco lluvioso

Dayleni Fortes¹, R.S. Herrera¹, L. Ramírez-Avilés², M. García¹, Ana M. Cruz¹ y Aida Romero¹

¹Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de Las Lajas, Mayabeque, Cuba

²Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Carretera Mérida-Xmatkuil, km. 15.5, UADY, Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: dfortes@ica.co.cu

Para estudiar el comportamiento de algunos indicadores morfoagronómicos en los estratos de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 se utilizó un diseño de muestreo completamente aleatorizado, con 15 repeticiones. Los tratamientos consistieron en cinco estratos: 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm, 90-120 cm y más de 120 cm. Los resultados indicaron que en el rechazo (inmediatamente después del pastoreo) el rendimiento del residuo se estabilizó hacia los estratos superiores ($P < 0.05$), mientras que a los 30 y 60 d de rebrote no hubo diferencias. A los 90 d de rebrote apareció material vegetal en el estrato mayor de 120 cm, con valores de 0.64 kg MS/macolla, que difirió del resto de los estratos ($P < 0.001$), excepto del estrato basal (0-30 cm). Los porcentajes de hojas del residuo para todas las edades de rebrote se incrementaron hacia los estratos superiores, con valores máximos de 18.67, 19.45, 21.66 y 46.51 % para el rechazo, 30, 60 y 90 d de rebrote, respectivamente. Sin embargo, los porcentajes de tallos y de material muerto (MM) se redujeron. Los hijos basales surgieron a partir de los 60 d de rebrote, sin mostrar diferencias en cuanto al rendimiento de los mismos entre estratos. El porcentaje de hojas en los hijos basales mostró incremento ($P < 0.001$) hacia el estrato de 30-60 cm, con valores de 60.37 y 63.33 %, para 60 y 90 d, respectivamente. Los tallos tuvieron un comportamiento inverso. Se concluye que los estratos superiores presentaron los mayores porcentajes de hojas, menores de tallo y material muerto, en los hijos basales como en el residuo, para todas las edades de rebrote, lo que favorece el valor nutritivo del forraje. Se recomienda utilizar esta información para diseñar otras opciones de manejo.

Palabras clave: estratos, *Pennisetum*, rendimiento, pastoreo

Los pastos constituyen la fuente principal de alimento para el ganado bovino en las regiones tropicales. Entre las gramíneas más utilizadas en Cuba y otros países de Latinoamérica, se encuentra el *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115, por su alta capacidad de rebrote, bajo porte y aceptable valor nutritivo, que permite su uso en pastoreo.

Para caracterizar el forraje disponible para los animales en pastoreo, el fraccionamiento del forraje acumulado en estratos y su separación en los componentes hoja, tallo y material muerto describe mejor las alteraciones morfológicas y fisiológicas que ocurren durante el crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras (Ramos 1997).

Los estudios detallados acerca del análisis de la estructura del dosel por estratos son de gran importancia para comprender cómo ocurre el desarrollo de hojas y tallos en la planta, de modo que puedan optimizarse los sistemas de manejo.

En este sentido, Dean y Clavero (1992) estudiaron por estratos la producción de hojas y tallos de *Pennisetum purpureum* vc. Mott. Bueno (2003) investigó acerca de las características estructurales, valor nutritivo y producción de forraje por estratos en pasto Mombaza, sometido a pastoreo rotacional. Paris *et al.* (2008) analizaron la producción y calidad del forraje de los estratos del cultivar *Cynodon dactylon* (L.) Pers, asociado a una leguminosa.

El objetivo de este trabajo consistió en estudiar el comportamiento de algunos indicadores morfoagronómicos en los estratos de *Pennisetum*

purpureum vc. Cuba CT-115, utilizado como banco de biomasa.

Materiales y Métodos

Tratamiento y diseño. Se utilizó un diseño de muestreo completamente aleatorizado, con 15 repeticiones (Fortes *et al.* 2007). Los tratamientos consistieron en los estratos de la planta *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115: 0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm, 90-120 cm y mayor de 120 cm.

Procedimiento. El estudio se realizó durante el primer ciclo de pastoreo del período poco lluvioso, según la tecnología de banco de biomasa (Martínez y Herrera 2006), desde noviembre de 2007 hasta febrero de 2008, en la vaquería B del Instituto de Ciencia Animal, situado en el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana, entre los 22° 53' LN y los 82° 02' LW y a 92 m.s.n.m. Se utilizó un cuartón de 0.68 ha, plantado de Cuba CT-115 en un suelo pardo con carbonatos (Hernández *et al.* 1999). En la figura 1 se muestra el comportamiento de las precipitaciones y la temperatura, durante 2007 y 2008.

En el cuartón con población uniforme del pasto (Fortes *et al.* 2007), se tomaron inmediatamente después del pastoreo (rechazo), a los 30, 60 y 90 d de rebrote, 15 muestras al azar (macollas como unidades experimentales) durante el período poco lluvioso. Las macollas se separaron siempre en residuo (rechazo con el nuevo crecimiento de tejidos) e hijos basales. Luego se procedió a la estratificación de las mismas con ayuda de una regla. Las macollas se

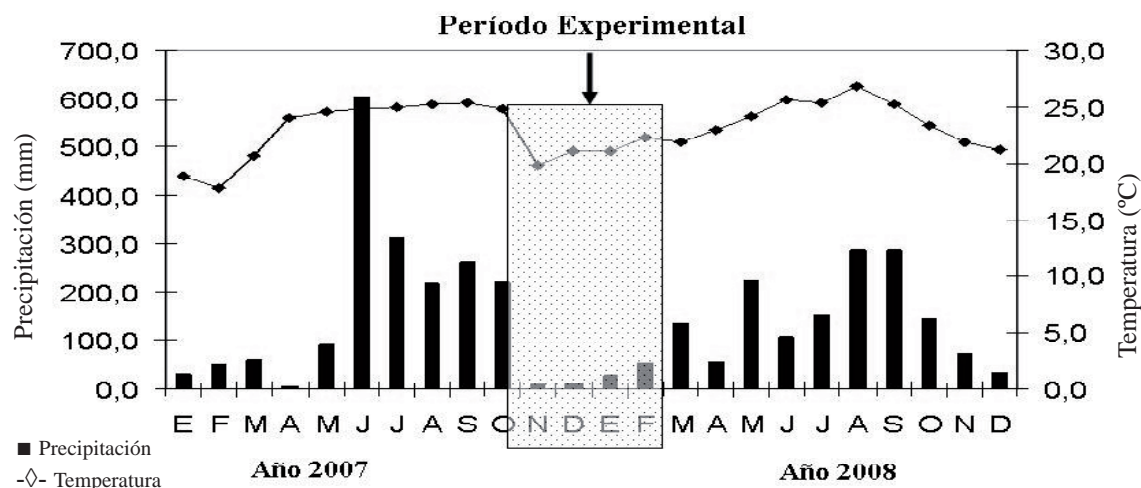


Figura 1. Comportamiento de las precipitaciones y temperaturas durante los años 2007 y 2008

fraccionaron en hojas, tallos y material muerto (MM) del residuo, y hoja y tallo de los hijos basales. Los indicadores determinados fueron: rendimiento de materia seca del residuo y de los hijos basales, así como porcentaje de cada fracción por estrato.

Las muestras frescas se introdujeron en una estufa de circulación de aire a 60 °C hasta alcanzar peso constante. A partir de este momento, se determinó el rendimiento seco (MS) de cada fracción.

Análisis estadístico. Se efectuó análisis de varianza, según paquete estadístico SPSS (Visauta 2007). Se empleó la dócima de Duncan (1955) para la comparación de las medias en los casos necesarios.

Resultados

En la tabla 1 se presenta el comportamiento del rendimiento del residuo en los estratos de la planta. En el estrato superior (mayor de 120 cm) no hubo material hasta los 60 d de rebrote. En el rechazo, inmediatamente después del pastoreo, el rendimiento del residuo se estabilizó hacia los estratos superiores ($P < 0.05$), mientras que a los 30 y 60 d de rebrote no se observaron diferencias en el rendimiento entre estratos. A los 90 d, apareció material vegetal en el estrato mayor de 120 cm, con valores de 0.64 kg MS/macolla, menor que en el resto de los estratos ($P < 0.001$), excepto en el basal (0-30 cm).

La tabla 2 muestra el comportamiento del porcentaje de hojas del residuo en los estratos, a diferentes edades. Inmediatamente después del pastoreo (rechazo 0 d), no hubo hojas en el estrato basal (0-30 cm). Sin embargo, hacia el estrato superior se incrementó el porcentaje de hojas ($P < 0.001$), con valores máximos de 18.67 % para esta edad. A partir de los 30 d de rebrote, aparecieron hojas en el estrato basal y continuó la misma tendencia a incrementar su porcentaje hacia los estratos superiores ($P < 0.001$), con valores que llegaron a 46.51 % de hojas en el estrato mayor de 120 cm, a los 90 d.

El comportamiento del porcentaje de tallos del residuo (tabla 3) mostró que para todas las edades de rebrote hubo reducción ($P < 0.001$) de este indicador hacia los estratos superiores.

En la tabla 4 se muestra que el porcentaje de material muerto se redujo del estrato basal a los estratos superiores ($P < 0.001$). En el rechazo se encontraron valores de 17.87 % de MM en el estrato basal, mientras que a los 90 d, en ese mismo estrato, fue de 12.15 %. A los 90 d se encontró MM, incluso en el estrato mayor de 120 cm, con valores de 7.08 %.

El comportamiento del rendimiento de los hijos basales, a los 60 y 90 d de rebrote, se muestra en la tabla 5. En el rechazo no existieron hijos basales, ya que se eliminaron por el pastoreo, y a los 30 d aún no habían aparecido nuevos hijos. Para las dos edades de

Tabla 1. Comportamiento del rendimiento del residuo en los estratos de la planta a diferentes edades de rebrote

Estratos, cm	MS, kg/macolla rechazo	MS, kg/macolla 30 d	MS, kg/macolla 60 d	MS, kg/macolla 90 d
0 - 30	0.71 ^a	1.05	1.01	0.75 ^{ab}
30 - 60	0.78 ^{ab}	1.05	0.98	0.88 ^b
60 - 90	0.78 ^{ab}	0.99	1.04	0.87 ^b
90 - 120	0.79 ^b	0.92	0.94	0.81 ^b
>120	-	-	-	0.64 ^a
EE±/sign.	0.02*	0.05	0.05	0.03***

^{ab} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

* $P < 0.05$ *** $P < 0.001$

Tabla 2. Comportamiento del porcentaje de hojas del residuo en los estratos de la planta a diferentes edades de rebrote

Estratos, cm	% Hojas rechazo	% Hojas 30 d	% Hojas 60 d	% Hojas 90 d
0 - 30	-	3.71 ^a	7.15 ^a	11.66 ^a
30 - 60	11.65 ^a	10.40 ^b	12.24 ^b	21.34 ^b
60 - 90	16.48 ^b	15.04 ^c	17.45 ^c	31.3 ^c
90 - 120	18.67 ^c	19.45 ^d	21.66 ^c	43.67 ^d
>120	-	-	-	46.51 ^d
EE ± /sign.	0.33 ***	0.43***	0.78***	1.14***

^{abcd} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

*** $P < 0.001$

Tabla 3. Comportamiento del porcentaje de tallos del residuo en los estratos de la planta a diferentes edades de rebrote.

Estratos, cm	% Tallos rechazo	% Tallos 30 d	% Tallos 60 d	% Tallos 90 d
0 - 30	82.13 ^a	82.97 ^a	80.74 ^a	76.23 ^a
30 - 60	75.71 ^{ab}	81.20 ^{ab}	77.72 ^{ab}	67.84 ^b
60 - 90	73.29 ^b	77.87 ^{bc}	75.58 ^{ab}	59.27 ^c
90 - 120	72 ^b	75.11 ^c	74.26 ^b	48.34 ^d
>120	-	-	-	46.70 ^d
EE±/sign.	1.22***	0.61***	0.93***	1.13***

^{abcd} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

*** $P < 0.001$

Tabla 4. Comportamiento del porcentaje de material muerto del residuo en los estratos de la planta a diferentes edades de rebrote

Estratos, cm	% MM rechazo	% MM 30 d	% MM 60 d	% MM 90 d
0 - 30	17.87 ^a	13.32 ^a	12.12 ^a	12.15 ^a
30 - 60	12.65 ^{ab}	8.39 ^b	10.04 ^a	10.81 ^{ab}
60 - 90	10.23 ^b	7.09 ^{bc}	6.97 ^b	9.40 ^{abc}
90 - 120	9.33 ^b	5.44 ^c	4.07 ^c	7.97 ^{bc}
>120	-	-	-	7.08 ^c
EE ±/sign.	1.22***	0.44***	0.38***	0.55 ***

^{abc} Valores con letras no comunes por columna difieren a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

*** $P < 0.001$

Tabla 5. Comportamiento del rendimiento por estratos de los hijos basales a dos edades de rebrote

Estratos, cm	MS, kg/macolla 60 d	MS, kg/macolla 90 d
0 - 30	0.058	0.14
30 - 60	0.070	0.15
60 - 90	-	-
90 - 120	-	-
>120	-	-
EE ± /sign.	0.005	0.01

rebrote (60 y 90 d), los hijos solo alcanzaron el estrato de 30-60 cm, sin mostrar diferencias en el rendimiento para cada uno de los estratos.

El porcentaje de hojas en los hijos basales se incrementó ($P < 0.001$) hacia el estrato de 30-60 cm (tabla 6), con valores de 60.37 % y 63.33 %, para 60 y 90 d, respectivamente. Mientras que los tallos tuvieron

un comportamiento inverso. Es decir, se encontraron reducciones hacia los estratos superiores, con valores de 39.63 % y 37.72 %, para 60 y 90 d, respectivamente.

Discusión

La defoliación realizada por los animales pudo ser la causa de que no existiera material vegetal en el estrato

Tabla 6. Comportamiento del porcentaje de hojas y tallos por estratos de los hijos basales a dos edades de rebrote

Estratos, cm	Hojas		Tallos	
0-30	60.0 ^d	90.0 ^d	60.0 ^d	90.0 ^d
30-60	43.19	45.89	56.81	54.11
60-90	60.37	63.33	39.63	37.72
90-120	-	-	-	-
>120	-	-	-	-
EE \pm /sign.	1.63***	1.31***	1.63***	1.56***

superior (mayor de 120 cm), inmediatamente después del pastoreo (tabla 1). A los 30 y 60 d de rebrote, aún no había biomasa en dicho estrato, lo que pudo deberse a las condiciones climáticas del período poco lluvioso, que no favorecen el crecimiento vegetal por las bajas temperaturas y escasas precipitaciones que caracterizan a esta estación (figura 1).

Los mayores porcentajes de hojas menores de tallos y de MM, en el residuo como en los hijos basales, resultaron lógicos, ya que esta especie es de crecimiento erecto y, por ende, el material vegetal más viejo está situado en los estratos inferiores, donde es menor la actividad metabólica de la planta y la síntesis de enzimas, proteínas y otras sustancias. Según Taíz y Zeiger (2010), durante el proceso de envejecimiento ocurren diferentes cambios bioquímicos y fisiológicos, entre los que se destacan la reducción en los contenidos de clorofila, proteínas y carbohidratos, que conllevan a la formación de material senescente.

Paris *et al.* (2008) en *Cynodon dactylon* encontraron proporciones de MM en los estratos superiores menores, con respecto al resto. Esto se debe a que este estrato estaba constituido, fundamentalmente, por láminas foliares nuevas. Este comportamiento también coincide con los resultados obtenidos por Dean y Clavero (1992) en estudios de estructura del pasto Elefante enano vc. Mott.

Esta característica de los pastos erectos, y específicamente de los *Pennisetum*, garantiza mayor calidad del dosel forrajero en los estratos superiores, producto del incremento de la relación hoja/tallo.

Resultados similares informó Bueno (2003) en pasto Mombaza, donde los estratos superiores presentaron los mayores porcentajes de hojas y los menores de tallos y MM.

La aparición sostenida de material muerto en los estratos inferiores, y hasta los 90 d de rebrote, podría deberse al mayor sombreado del estrato por parte de las hojas de los estratos superiores y a las condiciones climáticas que favorecieron la formación de material senescente. Humphreys (1991) y Lara (2007) plantearon que la conformación geométrica del dosel determina el ambiente luminoso y las tasas fotosintéticas de las superficies clorofiladas debajo de las hojas y tallos superiores. También Carneiro (2002), Carneiro (2006)

y Nave (2007) confirmaron que la cantidad de energía radiante que llega al dosel se reduce a medida que penetra los estratos inferiores del perfil forrajero.

El rendimiento de los hijos basales, a los 60 y 90 d de rebrote, fue bajo (tabla 5), y solo alcanzó el estrato de 30-60 cm. Esto pudo deberse también a las bajas temperaturas y escasas precipitaciones durante el período de crecimiento (figura 1). Existe controversia en cuanto a la influencia del estrés hídrico en el ahijamiento de las gramíneas. Al respecto, algunos autores plantean que el ahijamiento se inhibe por el déficit hídrico (Dias Filho *et al.* 1989 y Buxton y Fales 1994), mientras que otros no observaron esta influencia (Barreto *et al.* 2001). Este hecho puede estar asociado con la fase de crecimiento en que ocurre el estrés. Sin embargo, Santos *et al.* (2001) confirmaron que en *Pennisetum purpureum* la época lluviosa fue más propicia para el ahijamiento que la época seca.

En un trabajo de Cunha *et al.* (2007) se informó que durante el período de seca el ahijamiento basal está limitado, debido probablemente a la baja humedad del suelo y a una distribución de asimilados hacia los hijos aéreos y al sistema radicular o a ambos.

Estos estudios resultan importantes, ya que mayor número de hijos basales implica una cantidad superior de yemas axilares para el desarrollo de hijos aéreos (Jacques 1994), los que según Corsi (1993) constituyen la base de la producción de pastos durante el período de crecimiento. De esta forma, los cultivares que presentan mayor número de hijos basales y aéreos serán de gran importancia para los sistemas de pastoreo rotacional (Botrell *et al.* 2000).

Se concluye que los estratos superiores presentaron los mayores porcentajes de hojas, menores de tallo y material muerto, en los hijos basales como en el residuo, para todas las edades de rebrote estudiadas. Esto favorece el valor nutritivo del forraje. Se recomienda utilizar esta información para diseñar otras opciones de manejo.

Referencias

- Barreto, G.P., Lira, M.A., Ferreira, M.V. & Dubeux Júnior, J.C. 2001. Avaliação de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um Híbrido com o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. 1. Parâmetros Morfológicos. Rev. Bras.

Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 1, 2011.

- Zootec., 30:1
- Botrel, M.A., Pereira, A.V., Freitas, V. & Ferreira, X. 2000. Potencial Forrageiro de Novos Clones de Capim-Elefante. Rev. Bras. Zootec. 29: 334
- Bueno, A.A.O. 2003. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brasil
- Buxton, D.R. & Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. En: Forage quality, evaluation and utilization. Fahey, G.C. (Ed.) Madison: American Society of Agronomy. p.155
- Carneiro, A. 2002. Respostas morfofisiológicas do Capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens. Piracicaba, Brasil. p. 15
- Carneiro, B. 2006. Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capimxaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado. Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens Piracicaba, SP, Brasil.
- Corsi, M. 1993. Manejo de capim-elefante sob pastejo. Simpósio sobre Manejo de Pastagem, 10, Piracicaba. Anais. Piracicaba: ESALQ. p.143
- Cunha, M.V., dos Santos, M.V., Lira, M.A., Leão de Mello, A.C., Ferreira, R.L., de Freitas, E.V. & Nunes, J.C. 2007. Características estruturais e morfológicas de genótipos de *Pennisetum* sp. sob pastejo no período de seca. R. Bras. Zootec. 36: 540
- Dean, D. & Clavero, T. 1992. Características de crecimiento del Pasto Elefante Enano (*Pennisetum purpureum* cv. Mott). Revista de Agronomía (LUZ): 9:25
- Dias Filho, M. B., Corsi, M. & Cusato, S. 1989. Respostas morfológicas de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã ao estresse hídrico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília. 24: 893
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F tests. Biometrics 11:1
- Fortes, D., Herrera, R.S., Torres, V., García, M., Cruz, A.M., Romero, A., Noda, A. & González, S. 2007. Determinación de un método de muestreo para el estudio morfofisiológico de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 en pastoreo. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 41:381
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L., Camacho, E. & Ruíz, J. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Ciudad de la Habana, MINAG. p.119
- Humphreys, L. R. 1991. Effects of defoliation on the growth of tropical pastures. Tropical Pasture Utilitation. Cambridge University Press. p. 46
- Jacques, A.V.A. 1994. Caracteres morfo-fisiológicos e suas implicações com o manejo. En: Capim-elefante: produção e utilização. Carvalho, M.M., Alvim, M.J., Xavier, D.F. (Eds.). Coronel Pacheco, MG: Embrapa-CNPGL. p. 31-47
- Lara, M.A.S. 2007. Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria spp.* às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Brasil.
- Martínez, R.O. & Herrera, R.S. 2006. Empleo del Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimentos durante la seca. En: Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. Eds. M.E. Velasco, A. Hernández, R.A. Perezgrovas y B. Sánchez. Univ. Autónoma de Chiapas, México. p. 75
- Nave, R. 2007. Productividade, valor nutritivo e características físicas da forragem do capim-Xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) STAPF] em desposta a estratégias de pastejo sob lotação intermitente. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. Universidade de São Paulo. p. 20
- Paris, W., Cecato, U., Tadeo, G., Barbeiro, L., Avanzo, L. & Limão, V. 2008. Produção e qualidade de massa de forragem nos estratos da cultivar coactcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. Acta Sci. Anim. Sci. Maringá, 30:135
- Ramos, A. K. B. 1997. Avaliação do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. Universidade de São Paulo
- Santos, E.V., Silva, D.S. & de Queiroz Filho, J.L. 2001. Perfilamento e Algumas Características Morfológicas do Capim-Elefante cv. Roxo sob Quatro Alturas de Corte em Duas Épocas do Ano. Rev. Bras. Zootec. 30:24
- Taiz, L. & Zeiger, E. 2010. Growth and Development. Senescence and programmed Cell Death. Plant Physiology, Fifth Edition, Sinauer Associates, Inc. 339 p.
- Visauta, B. 2007. Análisis estadístico con SPSS 14. Estadística básica. Tercera Edición. McGrawHill/Interamericana de España, S.A.V. p. 358

Recibido: 30 de septiembre de 2010