

Evaluación de *Panicum maximum* vc. Mombaza y modelación de indicadores agronómicos durante tres años en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana

C.R. García-Cardoso, R.O. Martínez, R. Tuero, Ana. M. Cruz, Aida Romero, L. Estanquero, Aida Noda y Verena Torres

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana

Correo electrónico: crgarcia@ica.co.cu

Para caracterizar la dinámica de acumulación de biomasa de la guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq) durante tres años, se utilizó un diseño de muestreo sistemático con cinco repeticiones. En el primer año, se estudiaron diferentes edades de rebrote (14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126, 140 y 154 d) para el período lluvioso, y hasta 168 d para el poco lluvioso. Para los dos años restantes se estudiaron hasta los 168 d en ambas épocas del año. La altura y el rendimiento de materia seca fueron los indicadores de crecimiento. Los resultados se analizaron mediante los paquetes estadísticos Infostat y SPSS y se probaron los modelos que mayor bondad de ajuste mostraron, teniendo en cuenta el coeficiente de determinación, el cuadrado medio del error y la significación de cada modelo. El modelo logístico fue el que mejor ajuste presentó para los indicadores agronómicos. Se identificó que aproximadamente a los 56 d de rebrote se encuentra el punto de inflexión, momento en el que se inicia el crecimiento de la guinea Mombaza. En las condiciones estudiadas, el rendimiento potencial de materia seca de la Mombaza fue de 21.09 t/ha como promedio en los tres años. La altura alcanzada fue de 224 cm a los 168 d de rebrote. Mientras que en el período seco alcanzó 74 cm a la misma edad.

Palabras clave: Guinea Mombaza, *Panicum maximum*, evaluación, curvas de acumulación de biomasa.

La introducción, evaluación y selección de nuevos cultivares o variedades de pastos ofrece la ventaja de utilizar germoplasma que ha sido aprobado para su utilización en condiciones similares. Esto permite incorporar rápidamente estas especies (promisorias) al flujo productivo en los diferentes agroecosistemas del país.

Para evaluar la adaptación de una planta a las condiciones productivas de una zona climática es necesario conocer sus características principales, lo que es posible determinando su curva de crecimiento. Según Bogden (1966) y Machado y Menéndez (1979), en la región tropical es importante conocer la palatabilidad, la resistencia a enfermedades y a la sequía, las características de establecimiento, calidad y floración, así como la habilidad para recuperarse después del pastoreo.

La guinea Mombaza, liberada por EMBRAPA en Brasil, ha sido utilizada con muy buenos resultados en la producción de carne y leche basada en pastos en regiones tropicales de México y otros países del trópico (Alves *et al.* 1999).

Debido a que Cuba no dispone de información abundante acerca de la guinea Mombaza, y conociendo que los atributos productivos de la planta cambian según la edad y el ambiente, y que dependen además de la acción de otros factores, es importante caracterizar el ciclo de acumulación de biomasa para ofrecer a los productores y técnicos la predicción de un rango de comportamiento para un suelo ferralítico rojo típico de la provincia de La Habana. Por ello, el objetivo de este trabajo es caracterizar la dinámica de acumulación de biomasa de la guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) durante tres años en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana.

Materiales y métodos

Tratamientos y diseño. Para caracterizar la dinámica de crecimiento de *Panicum maximum* vc. Mombaza durante las épocas lluviosa y poco lluviosa del período experimental correspondiente a 2004-2007, se utilizó un diseño de muestreo sistemático con cinco repeticiones en un área de 290 m² en un suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.* 1999). Se consideró como variable independiente la edad de rebrote cada 14 d. En el primer año, para el período lluvioso se estimó desde 14 a 154 d, y para el poco lluvioso hasta 168 d. En el segundo y tercer año, para ambos períodos fue de hasta los 168 d, sin empleo de riego ni fertilizantes. Las variables dependientes fueron el rendimiento de materia seca, la altura de la planta y el porcentaje de hojas.

Procedimiento. Se utilizó el método convencional de preparación del suelo (roturación, grada, cruce, grada y surcado) para sembrar 17 surcos de 17 m de largo por 1 m de camellón. Se consideró un surco a cada lado del área experimental y 1 m a cada extremo como efecto de borde, para un total de 15 surcos de 15 m de largo. Estos se dividieron en 5 secciones (repeticiones) de 3 m, que se correspondían con el área a muestrear en cada surco. La guinea se sembró a surco corrido, con 10 cm de profundidad, a razón de 5 kg de SPG/ha. La siembra se realizó en marzo y el corte de establecimiento para comenzar el estudio se efectuó el 15 de mayo, fecha que coincide el período lluvioso en Cuba.

El muestreo se realizó cada 14 d. En cada muestreo se tomaron 3 m² del área de cada una de las cinco repeticiones. Se tomaron en cada muestreo cinco muestras y se midió la altura de las plantas desde el nivel del suelo hasta donde se dobla la hoja bandera. Se cortó y pesó el área total de cada surco de 3 m. Se

tomaron 200 g, se separaron en hoja-tallo y se secaron en estufa de recirculación de aire durante 72 h a 60 °C. Posteriormente, se pesaron de nuevo para obtener la materia seca y el porcentaje de hoja en base seca, según la metodología de Herrera (2006).

Análisis estadístico. Se utilizó el análisis de regresión lineal y no lineal para probar la bondad de ajuste de los modelos cuadrático, lineal, exponencial, Goumpertz y logístico. Se consideraron los siguientes criterios estadísticos:

coeficiente de determinación (R^2), el cuadrado medio del error (CMe) y la significación de los modelos (Sig.). Para esto se usaron los softwares estadísticos Infostat y SPSS (Infostat 2001 y Visauta 1998).

Resultados y Discusión

Rendimiento de materia seca (MS). En la figura 1 se muestran las curvas correspondientes a los modelos matemáticos que representan la acumulación de la materia

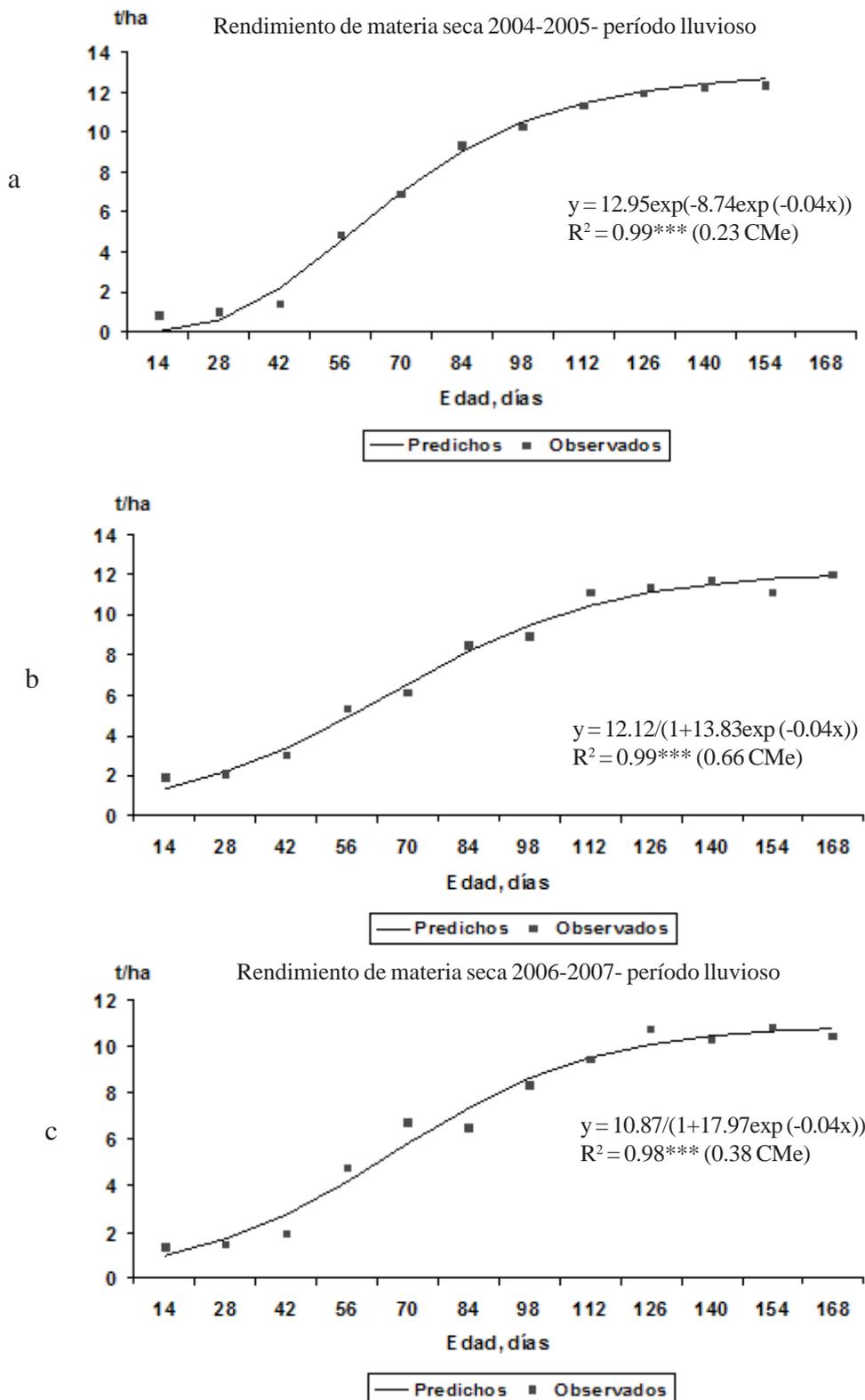


Figura 1. Modelos ajustados para el rendimiento acumulado de materia seca en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) y 2006-2007 (c) en el período lluvioso

seca producida en las 12 edades consecutivas para los períodos estudiados. Las figuras muestran modelos de Gompertz y logísticos, semejantes en su forma, y que son muy utilizados para describir curvas de crecimiento (Cayré *et al.* 2007 y Noguera *et al.* 2008). En el primer año, el

mejor ajuste se obtuvo para el modelo de Gompertz (figura 1a), mientras que en el segundo y tercero, fueron para el logístico (figura 1).

Es mucho más común obtener descripciones de la curva de crecimiento de los pastos por el modelo de

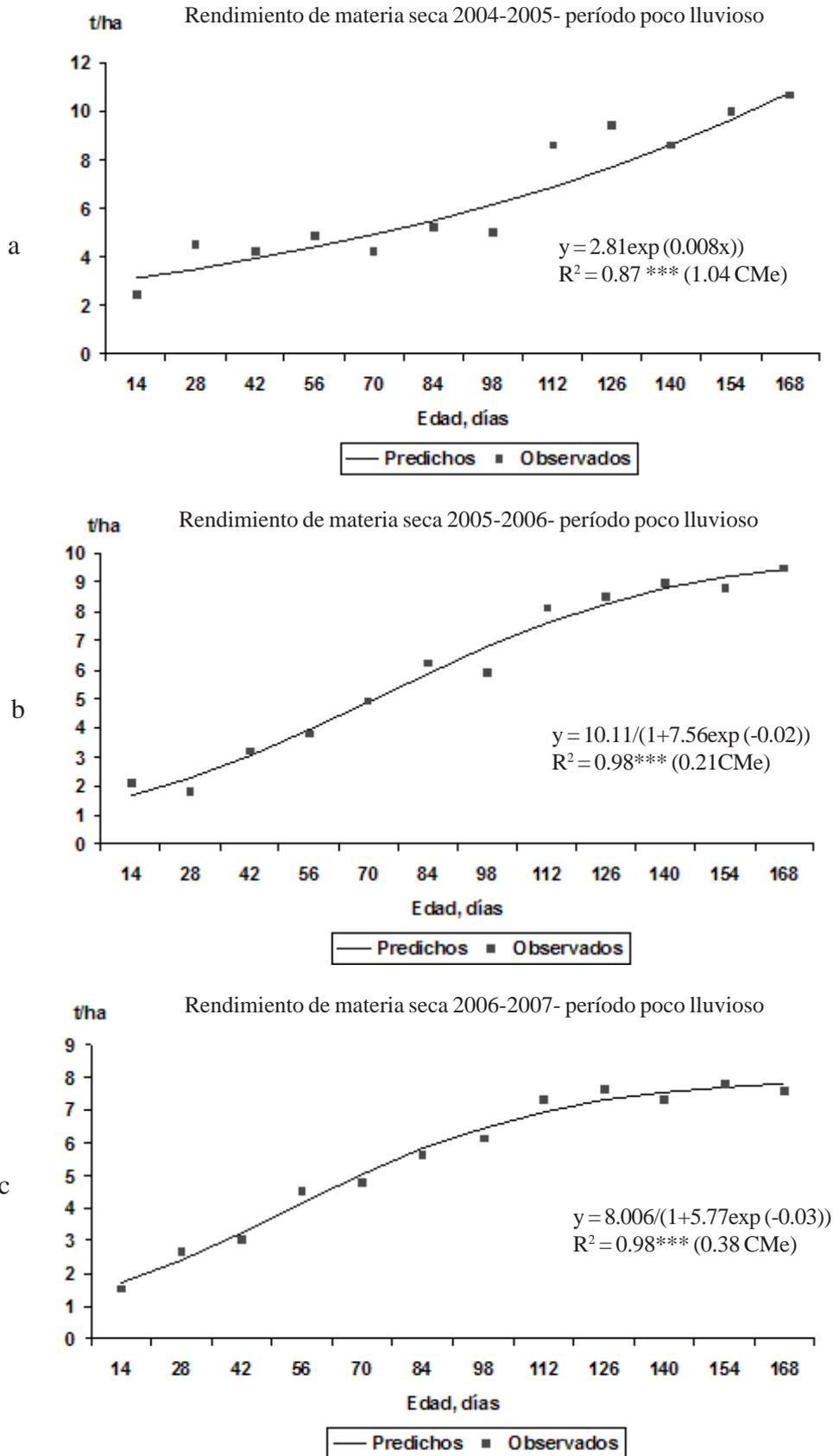


Figura 2. Modelos ajustados para el rendimiento de materia seca en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) y 2006-2007 (c) en el período poco lluvioso.

Gompertz que por el logístico (García *et al.* 2008). Sin embargo, todo parece indicar que con la disminución del vigor juvenil de este pasto y la disminución de la alta expresión del rendimiento en un primer año, el modelo logístico, con el mismo origen matemático, es capaz de interpretar con mejor ajuste la acumulación de materia seca en el ciclo de crecimiento de la planta.

De igual forma sucedió en los tres ciclos estudiados para el período poco lluvioso, solo que en el primer año se ajustó un modelo exponencial (figura 2) que describe una curva sin punto de inflexión definido. Sin embargo, en los dos ciclos siguientes se mantuvo de nuevo el modelo logístico como el de mejor interpretación para el acumulado de materia seca en edades sucesivas (figura 2).

Para justificar este criterio se valoraron los altos coeficientes de determinación (0.99 y 0.98), el análisis de los residuos, así como el menor cuadrado medio del error en cada caso.

La diferencia presentada por los modelos entre años puede estar asociada a las características que presentan las plantas (vigor juvenil) en su primer año de explotación, debido fundamentalmente a las mejores condiciones del suelo al realizar la aradura.

Estos resultados hacen concluir que los rendimientos esperados para las 12 edades de rebrote, estudiadas según el modelo logístico, serían la mejor predicción para un productor o profesional que necesite conocer en qué rango podría estar el rendimiento en condiciones similares a las estudiadas.

Los rendimientos acumulados en cada año estudiado (tabla 1) también manifiestan la disminución que se produce al aumentar la edad de la guinea Mombaza desde su siembra. Las curvas alcanzaron acumulados máximos de rendimiento de materia seca en el primer año y disminuyeron a un ritmo próximo al 10 % anual. Estos valores se consideran normales con respecto a la disminución de los rendimientos informados para otras especies, los que superan el 15% anual.

Los valores acumulados de MS, entre 18 y 23 t de MS/ha/año, son similares a los informados por otros autores en condiciones semejantes (Cruz *et al.* 2005).

La acumulación de MS en los ciclos del período poco lluvioso son considerados altos en relación con lo informado para otros cultivares de guinea (Verdecia *et al.* 2004 y 2009). No obstante, se observa que la disminución del acumulado de MS entre años decrece rápidamente durante el período poco lluvioso.

El hecho de dejar la guinea creciendo durante un ciclo de 168 d en el período lluvioso pudiera influir en la

acumulación de reservas radicales y mejorar el comportamiento en el período poco lluvioso, lo que no ocurriría si tuviera mayor frecuencia de corte.

Por esta razón, para precisar este comportamiento se recomienda estudiar los rendimientos con frecuencias de corte fijas a los 70 d de edad.

La curva de acumulación de biomasa que se describe con el modelo logístico coincide con los estudios realizados por Abunza *et al.* (1991) en otras especies de gramíneas. Estos autores señalaron que la tasa de crecimiento ocurre hasta un valor máximo para luego decrecer. Esta conducta está dada, fundamentalmente, por el estado de madurez que alcanza la planta. En esta etapa ocurre la lignificación de las paredes celulares y disminuye el crecimiento, aunque también puede justificarse por la llegada de la floración.

Como puede observarse en la tabla 1, la máxima tasa de acumulación diaria de materia seca varió con los años y ciclos entre 175 y 115,7 t de MS/ha/d para el período lluvioso. Quedó bien definida la etapa entre 56 y 70 d como la de máximo crecimiento y los 56 d, como punto de inflexión de la tasa de crecimiento.

En el período poco lluvioso, las curvas son semejantes en extensión. Sin embargo, por los efectos adversos del clima sobre la guinea Mombaza, la máxima tasa de acumulación diaria de materia seca alcanzó valores entre 64 y 71 t de MS/ha/d, y ocurrió entre los 56 y 84 d. Los indicadores climáticos en el período seco son más variables, por lo que este comportamiento, más errático, lo valoramos como normal.

Porcentaje de materia seca. Los resultados obtenidos para el porcentaje de materia seca tuvieron el mejor ajuste en el primer año de estudio para el modelo exponencial, en ambos períodos (figura 3a y 4a). El modelo logístico se ajustó para los dos años restantes con sus respectivos períodos de estudio (figuras 3 y 4).

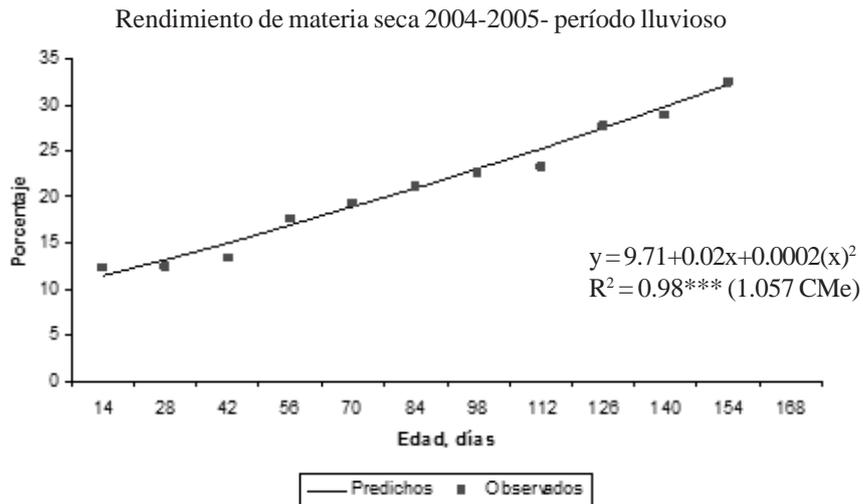
En la medida que aumentó la edad de rebrote, en ambas épocas, se incrementó el porcentaje de materia seca desde los 14 hasta los 168 d de rebrote, con valores desde 9.74 hasta 32.61% en el período lluvioso y desde 30.60 hasta 41.93 % en el poco lluvioso. En los tres años el comportamiento de esta variable fue similar.

El menor porcentaje de materia seca en el período de mayor precipitación se debió al rápido crecimiento de la planta y al incremento de tejido vegetal en esta época del año. Los porcentajes de materia seca encontrados coinciden con lo informado por otros autores para el período lluvioso (Juárez *et al.* 2007). Con respecto a otras gramíneas, estos porcentajes se consideran bajos,

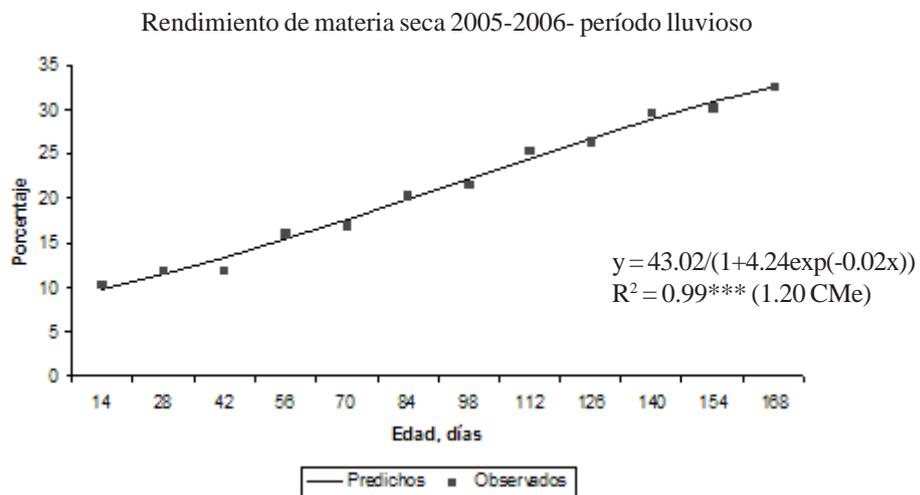
Tabla 1. Rendimientos potenciales a los 168 días (t MS/ha) de guinea Mombaza en los ciclos estudiados en el período lluvioso y poco lluvioso.

Año	Ciclo en el período lluvioso, t MS/ha	Ciclo en el período poco lluvioso, t MS/ha	Rendimiento acumulado en los dos ciclos, t MS/ha/año
2004-2005	12.33	10.69	23.02
2005-2006	12.00	9.48	21.48
2006-2007	10.45	7.60	18.05

a



b



c

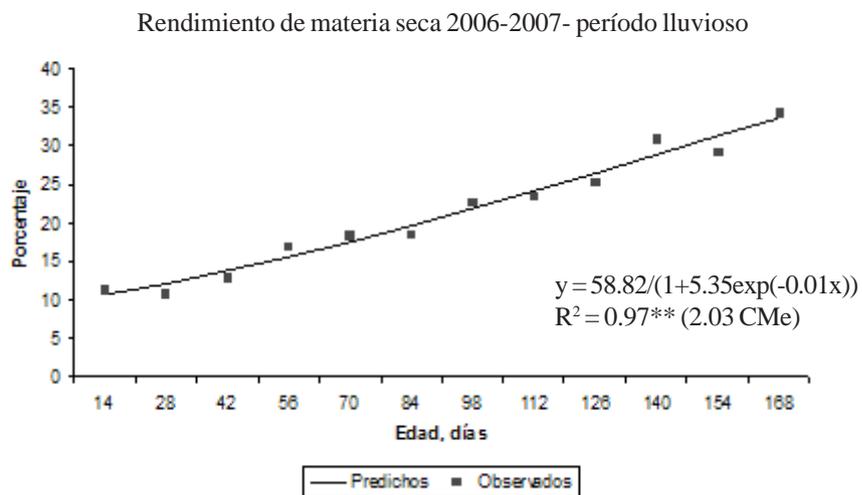


Figura 3. Modelos ajustados para el porcentaje de materia seca en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) 2006-2007 (c) el período lluvioso

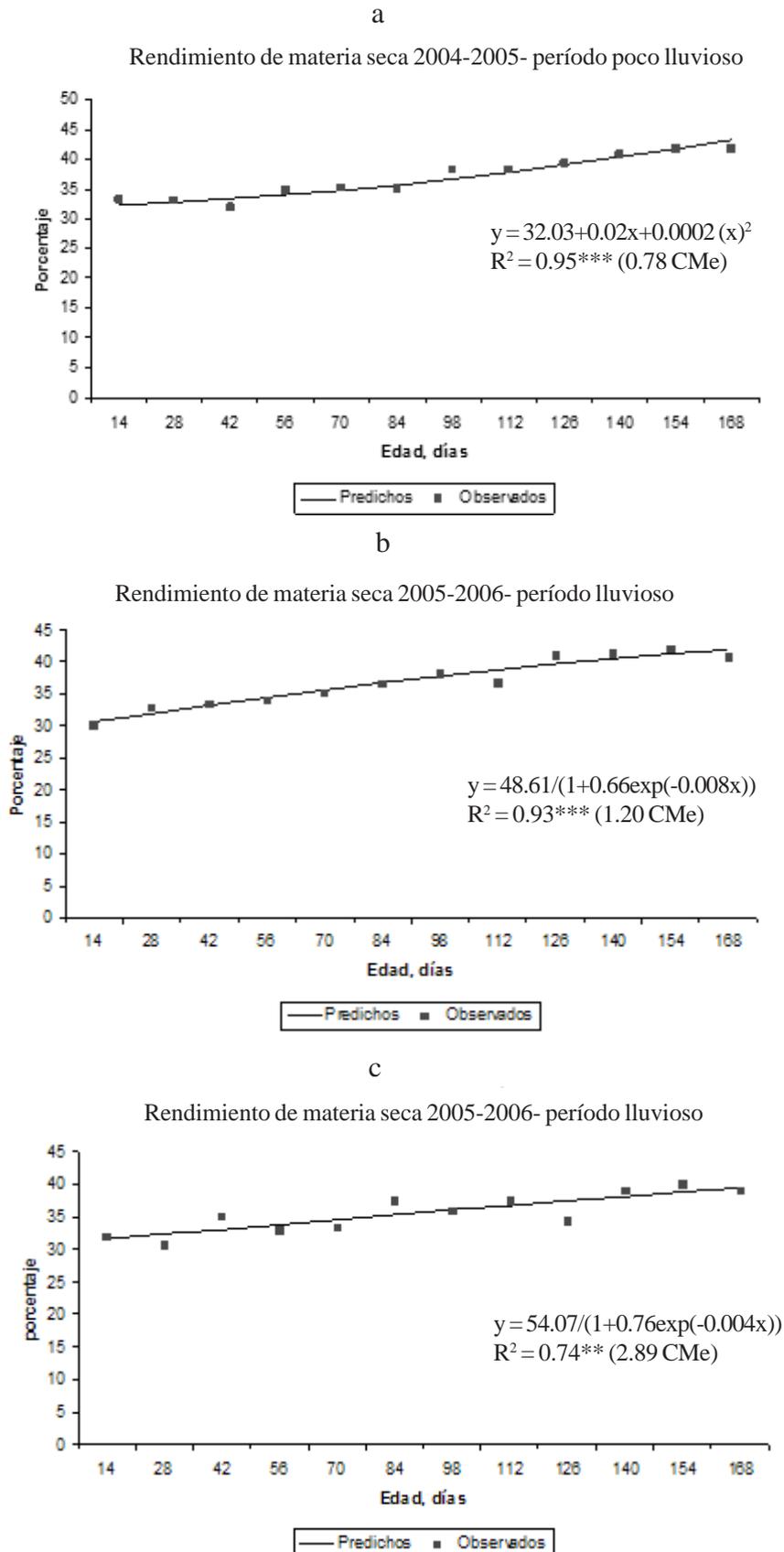


Figura 4. Modelos ajustados para el porcentaje de materia seca en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) y 2006-2007 (c) en el período Poco lluvioso

ya que a los 42 d de edad están por debajo del 15 %. Sin embargo, son los preferidos por el animal en pastoreo, debido a la succulencia de las hojas, que es una de las ventajas planteadas para la guinea Mombaza.

En el período seco fue mayor el porcentaje de MS, el cual no bajó de 30 % en todo el ciclo de la planta.

Altura de la planta. En el primer año, para la variable altura el modelo con mejor ajuste fue el exponencial (figura 5 y 6) en los dos períodos, ajustándose el modelo logístico a los dos restantes años, con sus respectivos períodos estudiados (figura 5 y 6).

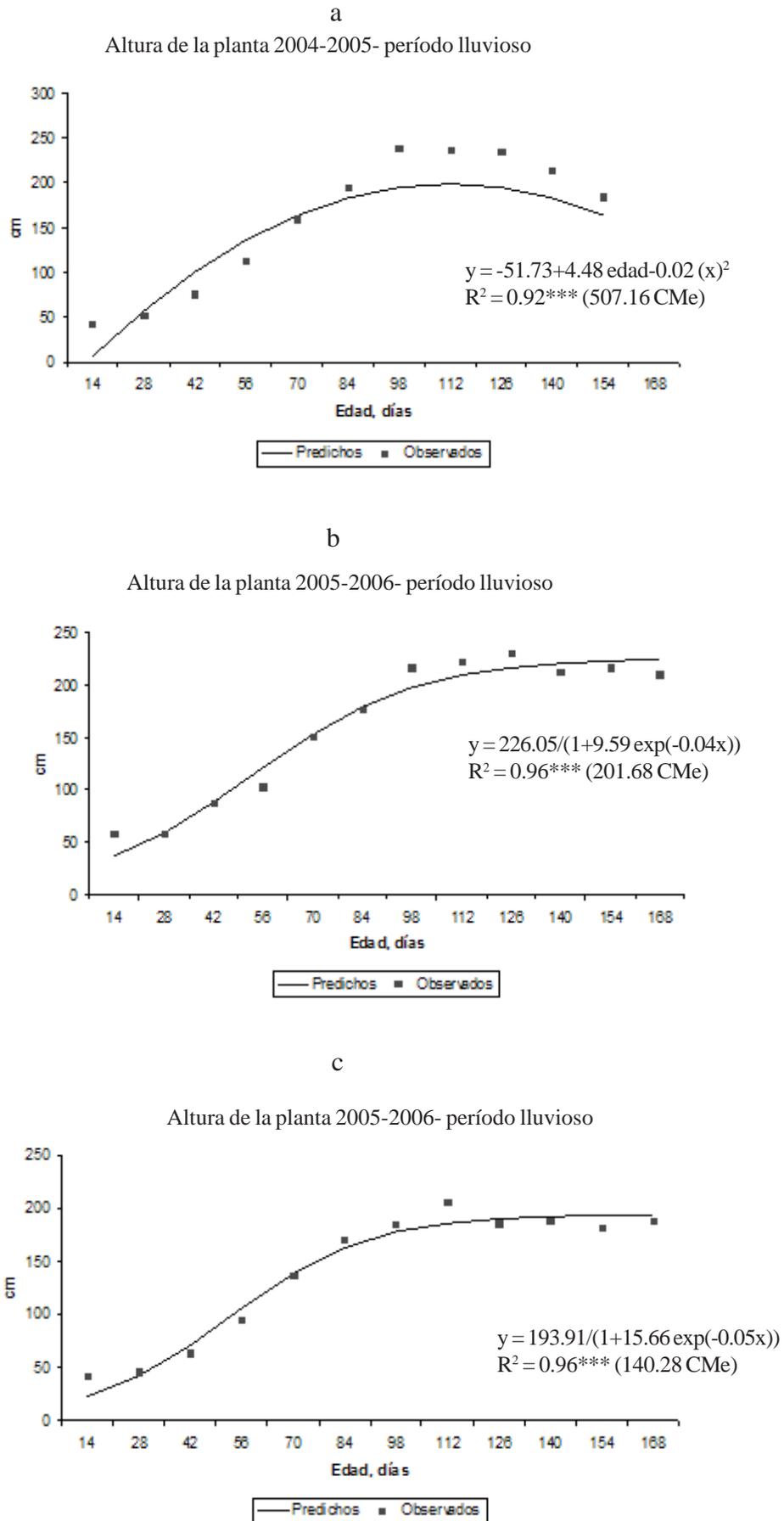


Figura 5. Modelos ajustados para la altura de la planta en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) y 2006-2007 (c) en el período lluvioso.

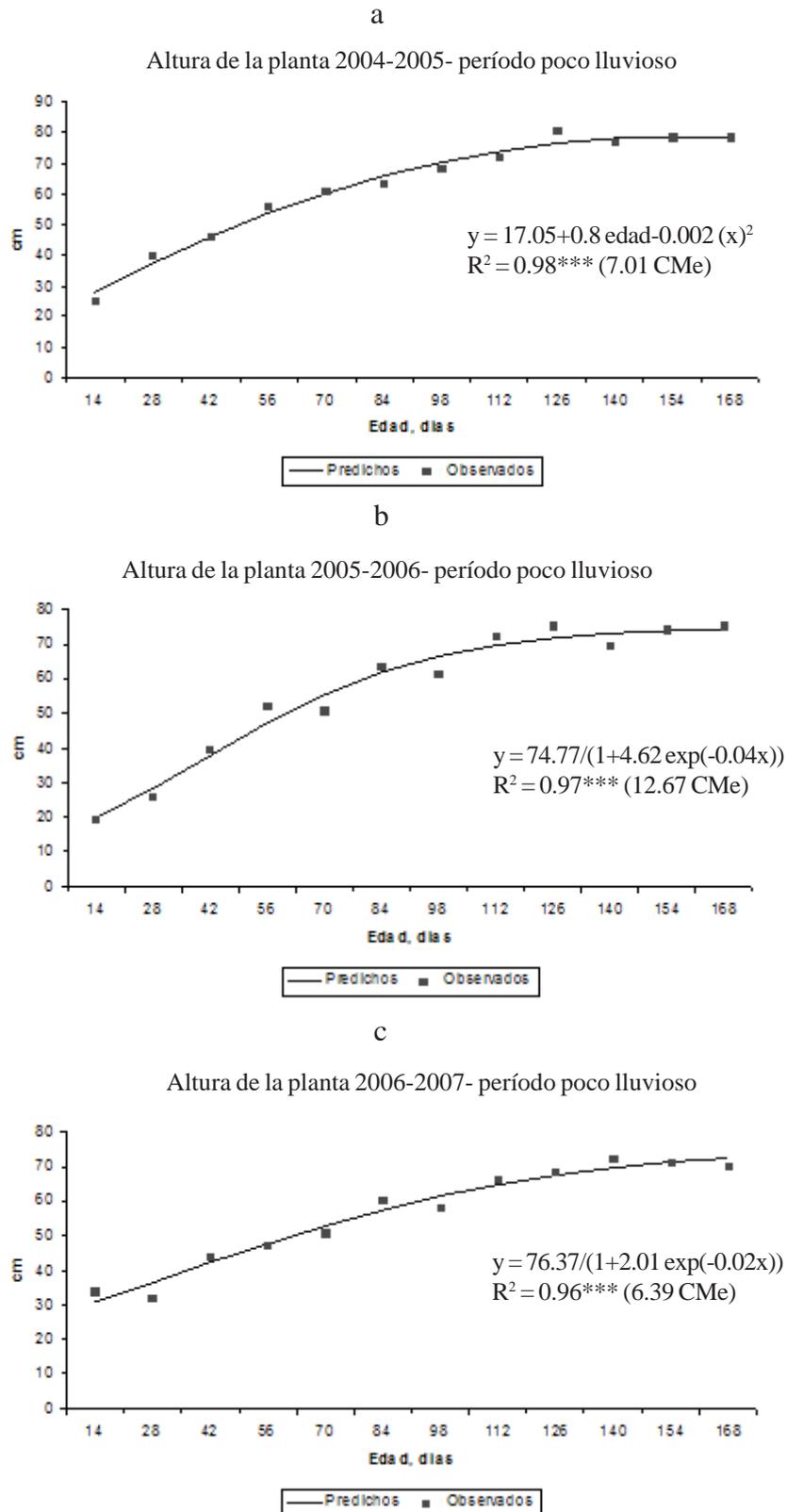


Figura 6. Modelos ajustados para la altura de la planta en los años 2004-2005 (a), 2005-2006 (b) y 2006-2007 (c) en el período poco lluvioso

Velasco *et al.* (2005) observaron que el crecimiento aumentó rápidamente al inicio, hasta alcanzar un nivel máximo cuando la biomasa de hojas fue mayor, posteriormente declinó como consecuencia del aumento progresivo en material muerto y tallos. En este trabajo no se realizó el estudio de material muerto, pero se pudo apreciar el cese del crecimiento por el aumento de la producción de tallos por la planta.

Jank (1995) y Alves *et al.* (1999) encontraron en Brasil alturas de 59.9 y 53.9 cm en el período lluvioso a los 35 d de rebrote de la Guinea Mombaza, resultados inferiores a los obtenidos en este trabajo, donde se informa alturas de 64.00 y 72 cm a la misma edad de rebrote durante el período lluvioso, en el primer y segundo año. Se observó una diferencia en el tercero, donde la altura a esa edad fue de 54.5 cm, lo que pudo deberse a

la disminución de los rendimientos de la planta por requerir, en este tercer año de explotación, algún tipo de fertilizante que proporcione al suelo los nutrientes que necesita, ya que el cultivo tiene tres años de explotación, sin riego ni fertilización. Por esta razón, se ha esquilado el suelo de nutrientes que deben reponerse nuevamente.

Autores como Custodio *et al.* (2004) informaron resultados superiores en guinea Tanzania en las condiciones de Brasil. De Lima *et al.* (1999) realizaron la evaluación agronómica de siete gramíneas, entre las cuales se encontraban tres cultivares de *Panicum maximum* BRA-008826, *Panicum maximum* BRA-008761 y *Panicum maximum* BRA-008788), donde observaron que la altura en el período lluvioso fue de 54.5, 54.1 y 48.3 cm, respectivamente, a los 84 d de rebrote. Estos valores resultan inferiores a los obtenidos en este trabajo (183.47 cm) para este período del año, sin utilizar riego ni fertilizantes.

Lo mismo sucedió en la época poco lluviosa, con una diferencia menos marcada en las alturas informadas por estos autores, con valores de 40.9, 38.7 y 37.5 cm para *Panicum maximum* BRA-008826, *Panicum maximum* BRA-008761 y *Panicum maximum* BRA-008788, respectivamente. En este trabajo, los valores observados fueron de 65.90 para la misma época estudiada por estos autores a los 84 d de rebrote.

Por otra parte, con el empleo de fertilizantes (50 kg de P_2O_5 /ha, 100 kg de K_2O /ha y 100 kg de N/ha fraccionadas tres veces al año), Pérez-Silva *et al.* (1999) informaron valores de 56.5 y 92.5 cm a los 42 y 84 d de rebrote en el período lluvioso. Estos resultaron inferiores a los obtenidos en este trabajo a las mismas edades de rebrote, con valores de 101.15 y 183.47 cm, para los 42 y 84 d de rebrote en la misma época del año.

Se concluye que el período de máximo crecimiento diario de la guinea Mombaza ocurre entre los 56 y 70 d. Se comprobó que, aproximadamente, a los 56 d de rebrote se encuentra el punto de inflexión, momento en que se inicia la etapa de mayor ritmo de crecimiento de la guinea Mombaza. El rendimiento potencial de materia seca de la guinea Mombaza en las condiciones estudiadas fue como promedio de 21.09 t/ha en los tres años. La Mombaza alcanzó 224 cm de altura en el período lluvioso, a los 168 d de rebrote y 74 cm en el período poco lluvioso, mientras que el contenido de MS fue de 32 y 42% para los períodos lluviosos y poco lluvioso, respectivamente. La guinea Mombaza muestra un ciclo de crecimiento de más de 168 d, más prolongado que otras especies, incluso otros cultivares de *Panicum maximum*. Por tanto, se identifica como un pasto de ciclo largo en las condiciones edafoclimáticas de la provincia La Habana para este tipo de suelo. El modelo que mejor ajuste presentó a los indicadores agronómicos estudiados fue el logístico.

Referencias

Abaunza, M. A., Lascano, C. E. Giraldo, H. & Toledo, J. M. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y

- leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales* 13:2
- Alves, S.J., De Moraes, A., Weberdo, M. & Sandini, I. 1999. Espécies forrageiras recomendadas para produção animal. Importância econômica das espécies forrageiras na produção animal. Disponible: <http://www.fundepecpr.org.br/tev/palestras/palestra10.doc>> Consultado: 25/10/04
- Bogden, A. V. 1966. Plant introduction, selection, breeding and multiplication. En: *Tropical Pastures*. London. p. 75
- Cayré, M.E., Vignolo, G.M. & Garro, O.A. 2007. Selección de un Modelo Primario para Describir la Curva de Crecimiento de Bacterias Lácticas y *Brochothrix thermosphacta* sobre Emulsiones Cárnicas Cocidas. *Información Tecnológica*. 18:23
- Cruz, M., Muñoz, D. & Cabrera, Y. 2005. Evaluación agronómica de especies de pastos de nueva introducción en diferentes zonas edafoclimáticas de Camagüey. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. I Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana, Cuba. CD-ROM
- Custódio, P.D., De Oliveira, I.P., De Pinho, K.A., Santos, R.S.M. & Faria, C.D. 2004. Avaliação do gesso no desenvolvimento e produção do capim-tanzânia. *Ciência Animal Brasileira*. 6:27
- De Lima, P., Mochiuti, S. & Da Silva-Souza, A.P. 1999. Avaliação agronômica de gramíneas forrageiras no cerrado do AMAPÁ. XXXVI Reunião Anual das Sociedades Brasileira de Zootecnia. Porto Alegre-RS
- García, C.R., Martínez, R.O., Tuero, R., Cruz, A.M., Romero, A., Estanquero, L., Noda, A. & Torres, V. 2008. Evaluación agronómica de Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) en un suelo ferralítico rojo típico de la provincia La Habana. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 42:205
- Hernández, A., Pérez, J.M. & Bosch, D. 1999. Nueva versión de la clasificación de los suelos de Cuba. Agraifor. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de La Habana, Cuba. 64p.
- Herrera, R. S. 2006. Fisiología, calidad y muestreos. En: *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás*. Eds. R.S. Herrera, I. Rodríguez y G. Febles. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. p.1
- Infostat 2001. Cersión 1.0. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Jank, L. 1995. Melhoramento de variedade de *Panicum maximum*. Simposio sobre Manejo da Pastagem, 12. Piracicaba. Anais. Piracicaba. FEAIQ. p. 21
- Juárez, F.I., Montero, M., Serna C. & Canudas, E.G. 2007. Evaluación nutricional de gramíneas forrajeras tropicales para bovinos (en línea). Disponible: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/5/evaluacion%20de%20gram%C3%96neas%20forrajeras%20tropicales%20e2%80%a6.pdf>. Consultado: 4/2/07]
- Machado, R. & Menéndez, J. 1979. Descripción de gramíneas y leguminosas. En: *Los pastos en Cuba*. Tomo I. Producción. EDICA. La Habana. p. 103
- Noguera, R.R., Pereira, R.L. & Solarte, C.E. 2008. Comparación de modelos no lineales para describir curvas de crecimiento en cuyes (*Cavia porcellus*) desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio. *Livestock Res. Rural Development* 20:5

- Pérez-Silva, G., Faria-Mármol, J. & González, B. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras en Carora, estado Lara, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 16:621
- Velasco, M.E., Perezgrovas, R., Alegría, A., Hernández, A. & González, V.A. 2005. Crecimiento de *Panicum maximum* cv. Mombaza y *Andropogon gayanus* en la región central de Chiapas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 13:214
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Acosta, I.L. & García, F. 2009. Potencialidades agroproductivas de dos cultivares de *Panicum maximum* (cv. Mombaza y Uganda) en la provincia Granma. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 10:5
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Acosta, I.L., Ramírez, B., Pascual, Y. & López, Y. 2004. Indicadores del rendimiento y composición bromatológica del *Panicum maximum* cv. Tanzania en una zona de la provincia Granma. *VET-UY*
- Visauta, B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows. Estadística multivariada. Vol II. Ed. Mc. Graw – Hill/ Interamericana de España, S.A.V. 358 p

Recibido: 25 de septiembre de 2009