

Impacto de la tecnología de banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* Cuba CT-115 en el sistema suelo-pasto-animal de una unidad de producción de leche con ganado vacuno

Sandra Lok, G. Crespo, Verena Torres, S. Fraga y Aida Noda

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

Correo electrónico: slok@ica.co.cu

Con el objetivo de determinar el impacto de la tecnología de banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115 y lograr recomendaciones para mejorarla, se realizaron estudios durante tres años (2004, 2005 y 2006) en la vaquería Genético 4 de la Granja del Instituto de Ciencia Animal. Se evaluaron 20 indicadores de la estabilidad del suelo, 11 de las características de la vegetación y 16 del comportamiento animal. Se empleó para su interpretación el análisis multivariado de componentes principales. La vaquería mostró una evolución favorable con la utilización de la tecnología, que estuvo dada por la mejora de sus propiedades edáficas, la composición botánica en sus áreas, el aumento de la población de CT-115 y el incremento en producción de leche. Se concluye que el pasto Cuba CT-115, si es pastoreado en correspondencia con lo recomendado por la tecnología, permite conservar la fertilidad del suelo, aunque con el tiempo de explotación deberán realizarse labores que eviten el incremento de la resistencia a la penetración del suelo. Esta tecnología potencia la presencia del pasto base y regula la presencia de malezas. Se recomienda respetar lo que establece la tecnología, continuar la capacitación de los ganaderos en los principios de su manejo, e incluir labores de rehabilitación en el suelo de CT-115 para prevenir su compactación. Además, por su importancia y la extensión en numerosas vaquerías en el país, se propone que los indicadores seleccionados en el suelo se evalúen y controlen en dichas unidades.

Palabras clave: *Pennisetum purpureum* vc. CT-115, banco de biomasa, impacto de la tecnología, indicadores.

El problema fundamental de la ganadería tropical es la alimentación de los animales en la época seca, la que puede durar de 4 a 7 meses ininterrumpidamente y constituye el período crítico para la ganadería. En esta época, el rendimiento de los pastos tropicales disminuye considerablemente, ocurren pérdidas de peso en los animales, muerte y apreciable disminución de la continuidad del proceso productivo (Martínez 2001). Para evitar la interrupción de la producción y los problemas que acarrea el período seco, hay que almacenar o producir con planificación las cantidades de alimentos necesarios para esta etapa, de la forma más económica posible. Para solucionar este problema se utiliza el ensilaje, el heno, los forrajes y otros alimentos concentrados. Sin embargo, por razones económicas se necesitan sistemas rentables y seguros que demanden menos labores y combustibles.

Con este fin, en el Instituto de Ciencia Animal se logró la variedad de gramínea elefante Cuba CT-115 (*Pennisetum purpureum* vc. CT-115), que puede almacenar alimento en el campo para el período de sequía, puede ser pastada, posee alto contenido de azúcares y responde con un buen rebrote y ahijamiento, resultando así una planta útil para satisfacer las necesidades en la seca (Martínez 2001).

La tecnología para la utilización del CT-115 ha tenido amplia aceptación por los productores del país, como banco de biomasa para la época poco lluviosa (Martínez 2006), debido, fundamentalmente, a los incrementos en la producción de leche que genera y constituir una alternativa viable para satisfacer el déficit de alimentos en este período estacional.

Pese a que esta tecnología ha mostrado ser una alternativa atractiva para los productores, no se han

estudiado aún los efectos integrales que puede provocar en el sistema ganadero. En este sentido, estudios realizados en el género *Pennisetum* lo señalan como plantas altamente extractoras de N y K del suelo (Herrera y Ramos 2006). Por otra parte, su abundante crecimiento hace que bajo su follaje casi no crezcan otras especies, lo que deja descubiertas al suelo de vegetación y debe favorecer, junto con el continuo pisoteo animal, el incremento de su compactación. También, el diámetro de la macolla tiende a aumentar e ir ocupando totalmente el espacio. Así mismo, el acuartonamiento que requiere y el empleo de las leguminosas, pueden tener una repercusión en la estabilidad del sistema. Estos y otros aspectos constituyen incógnitas necesarias de descifrar. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar el impacto de la tecnología de banco de biomasa en el sistema suelo-planta-animal y lograr recomendaciones para mejorarla.

Materiales y Métodos

Los estudios se realizaron durante tres años (2004, 2005 y 2006) en la vaquería Genético 4 de la Granja del Instituto de Ciencia Animal, ubicado en La Habana, Cuba, la cual constituye la unidad pionera en el empleo de esta tecnología, la que es manejada desde el año 1994.

Se realizó un diagnóstico inicial para conocer las características de la vaquería y su historial productivo. Se evaluaron indicadores edáficos, de la vegetación y el comportamiento animal en toda la unidad. Para el análisis de las evaluaciones se les denominó: área con CT-115 (30%) y área sin CT-115 (70%). Esto se debió a que la tecnología establece que el pasto Cuba CT-115 debe ocupar el 30% del área de pastizal y, en función de esto, la vaquería posee 48 cuarterones de aproximadamente

0.6 ha cada uno. El resto del área, que se corresponde al 70%, posee cuarterones con *Cynodon nlemfuensis* (estrella), silvopastoreo (*Leucaena leucocephala* y estrella) y *Panicum maximum* vc. Mombaza.

Los suelos predominantes son pardos con carbonatos y posee un área de 60 ha, distribuida en 100 cuarterones adecuadamente delimitados por cercas eléctricas. La carga global es 2.46 vacas/ha. El pastoreo se realiza de forma vespertino-nocturna y rotacional. El tiempo de reposo de los cuarterones varía entre 30 y 90 días y el tiempo de ocupación es de 1 a 3 días, dependiendo del pasto que ocupe cada cuarterón y sus respectivas curvas de crecimiento.

Los indicadores edáficos evaluados fueron: textura, estabilidad estructural, distribución de agregados en seco y en húmedo, resistencia a la penetración, Valor N, coeficiente de estructura en húmedo (CE) y en seco (K), humedad natural, contenido (N, P, Ca, Mg), pH y materia orgánica. Estos indicadores se midieron cada año una vez estabilizada la estación lluviosa (entre julio y septiembre). La profundidad de muestreo fue entre 0 y 15 cm.

Se tomaron 20 muestras inalteradas, para lo cual se dividió el área de la unidad en 4 cuadrantes y se tomaron 5 muestras por cuadrante. Uno de estos cuadrantes correspondió al área donde estaba ubicado el CT-115. Todas las muestras de suelo se secaron al aire y posteriormente se dividieron en dos porciones: una para el análisis químico y otra para el físico.

La distribución de agregados en seco y en húmedo y la estabilidad estructural se realizaron según el método de Savinov (Martín y Cabrera 1987a). La textura se obtuvo por el método de Bouyucous (Martín y Cabrera 1987b) y la resistencia a la penetración se midió por la técnica del penetrómetro. Se calcularon el coeficiente de estructura en húmedo (CE), el coeficiente de estructura en seco (K) y las condiciones concretas del suelo para admitir una carga de ganado dada (Valor N) según las fórmulas:

Estabilidad Estructural (ES) (Kaurichev 1984)

$$ES = \frac{\sum \% \text{ Agregados } < 0.25 \text{ mm (Th)}}{\sum \% \text{ Agregados } > 0.25 \text{ mm (Ts)}}$$

Donde:

Th: tamizado en húmedo

Ts: tamizado en seco

Coeficiente de estructura en húmedo (CE) (Kaurichev 1984)

$$CE = \frac{\sum \% \text{ Agregados } < 0.25 \text{ mm}}{\sum \text{ Agregados } > 0.25 \text{ mm}}$$

Coeficiente de estructura en seco (K) (Mbagwu et al. 1983)

$$K = \frac{\sum \% \text{ Agregados de } 0.25 \text{ a } 10 \text{ mm}}{\sum (\text{Agregados } > 10 \text{ mm}) + (< 0.25 \text{ mm})}$$

Condiciones concretas del suelo para admitir una carga de ganado dado (Valor n) (Alonso 1997)

$$\text{Valor n} = \frac{A - (0.2 * R)}{L + 3 H}$$

Donde:

A: % humedad natural del suelo

R: % limo + % arena

L: % arcilla

H: % materia orgánica

Se determinó el pH en cloruro (potenciométrico), la materia orgánica (Walkley y Black, citado por Jackson, 1970), el nitrógeno (AOAC 1995), el fósforo (Oniani 1964) y el calcio y el magnesio (Maslova, citado por Paneque 1965). La humedad natural se calculó según Martín y Cabrera (1987c).

Para determinar las características del comportamiento de la vegetación de los pastizales se evaluaron la composición botánica, la frecuencia y densidad por especie, la cobertura del suelo, la aparición y la desaparición de especies de toda la unidad. Estos indicadores se evaluaron una vez por estación climática: entre diciembre y enero en la época poco lluviosa; entre junio y julio en la lluviosa. Las evaluaciones se realizaron en cuatro cuarterones fijos en cada cuadrante.

El comportamiento del banco de biomasa de CT-115 se evaluó en cada estación climática en cuarterones fijos. Se tomaron al azar 5 áreas de 1m x 1m para cada cuarterón, en los que se contaron la cantidad de macollas, la altura y la cantidad de hijos por macolla. En cada área se evaluó, además, la fitomasa subterránea mediante la metodología propuesta por Hernández (1999). Este indicador se midió para la profundidad de 0 a 10 cm mediante cilindros de borde cortantes, con volumen conocido. También se evaluó la extracción de nitrógeno que efectuó el CT-115, para lo que se calculó el rendimiento de la planta y su contenido de este nutriente.

La composición botánica se determinó en 80 marcos ha⁻¹ distribuidos al azar en cada cuarterón mediante el método de t' Mannelje y Haydock (1963). La densidad se calculó según la relación entre el número total de individuos de una especie por unidad de superficie muestreada y la frecuencia de aparición de una especie se calculó según la relación entre el número de muestras en que aparece la especie y el total de muestras (10 puntos de 1 m² tomados al azar por cuadrante) (Huss et al. 1996).

El suelo cubierto se halló en cada punto muestreado según el área de suelo sin ninguna cubierta vegetal. La cobertura vegetal se identificó como el porcentaje de área cubierta por la porción aérea de las plantas.

Los indicadores del comportamiento animal (producción anual de la unidad, promedio diario de vacas en ordeño y total, producción por vaca en ordeño y

producción por área) se muestrearon anualmente mediante la toma de la información almacenada en las bases de datos de la unidad.

Se formaron cuatro grupos de análisis:

- Indicadores del suelo (físicos y químicos).
- Indicadores de la vegetación del área sin CT-115.
- Indicadores de la vegetación del área con CT-115.
- Indicadores del comportamiento productivo y reproductivo del ganado (anual).

A cada grupo se le realizó el análisis multivariado según la metodología propuesta por Torres *et al.* (2003). Esta metodología permitió seleccionar aquellas variables de mayor variabilidad. Se seleccionaron las componentes principales con valor propio mayor a 1.00 y en cada componente principal se escogieron aquellas variables con valor de preponderancia mayor o igual a 0.70.

Para ello, previamente se realizó el estudio de correlación de los indicadores para cada año. Esta evaluación permitió conocer que existía alta correlación entre las variables analizadas (valores de correlación superiores a 0.50) y constituyó la premisa básica para realizar el posterior análisis de componentes principales.

A las variables seleccionadas se les aplicó modelo lineal general de varianza.

Resultados y Discusión

El banco de biomasa con CT-115 mantuvo entre 80 – 85 % de pureza. Además, se mantuvo el 30 % del área con CT-115 y la rotación correcta establecida para la tecnología. En la época poco lluviosa las áreas de CT-115 mostraron incrementos en la cantidad de macollas, hijos por macolla y altura (tabla 1), pero en la época lluviosa solo los hijos por macolla se incrementaron,

mientras los otros indicadores se mantuvieron estables en ambas épocas estacionales. Esto parece deberse a la edad que poseen estas plantaciones, la que sobrepasa los 14 años y hace que sus macollas posean el grosor que impide la aparición de nuevas plantas y desarrollo de hijos, porque la altura es regulada siempre por el pastoreo.

Durante la época poco lluviosa este pasto se pastorea según el ciclo establecido por la tecnología, lo que hace que las plantas rebroten adecuadamente después de cada pastoreo. Por ello, debieron de aumentar todos los indicadores. Sin embargo, durante la lluvia el pastoreo solo se realiza una vez y las plantas acumulan energía y biomasa hasta el siguiente pastoreo que debe ser en noviembre, por ello, la cantidad de macollas se mantiene similar pero rebrotan hijos.

Se observó correspondencia entre desarrollo aéreo de las plantas (tabla 1) y su fitomasa subterránea entre 0 y 10 cm de profundidad (figura 1). Este indicador se incrementó en ambas épocas. Este comportamiento estuvo vinculado al incremento de la porción aérea de la planta. A su vez, las mejoras en las propiedades estructurales del suelo le permitieron explorar mayor área a las raíces, tal como se discutirá después.

Se obtuvieron mayores valores de fitomasa que los reportados por Hernández *et al.* (1998) y Lok (2005) al estudiar pastizales basados en *Panicum maximum*. Estos resultados mostraron que las raíces de esta especie exploran hasta profundidades entre 30 y 50 cm y coinciden con estudios hechos por Wingchin *et al.* (2008) en el género *Pennisetum*.

Por otra parte, la literatura plantea que durante la época seca debe existir mayor cantidad de fitomasa subterránea por presentar menor humedad el suelo

Tabla 1. Desarrollo de algunos componentes del crecimiento del CT-115 en la vaquería

Indicador	Poco lluviosa			Lluviosa		
	2005	2006	± EE y Sig	2005	2006	± EE y Sig
Cantidad de macollas/ m ²	1.95	2.00	0.01*	2.0	2.1	0.35 NS
Hijos/macolla	23.54	25.39	0.36**	25.63	27.3	0.65*
Altura (m)	1.45	1.62	0.01*	1.83	1.97	1.52 NS

*P < 0.05 **P < 0.01

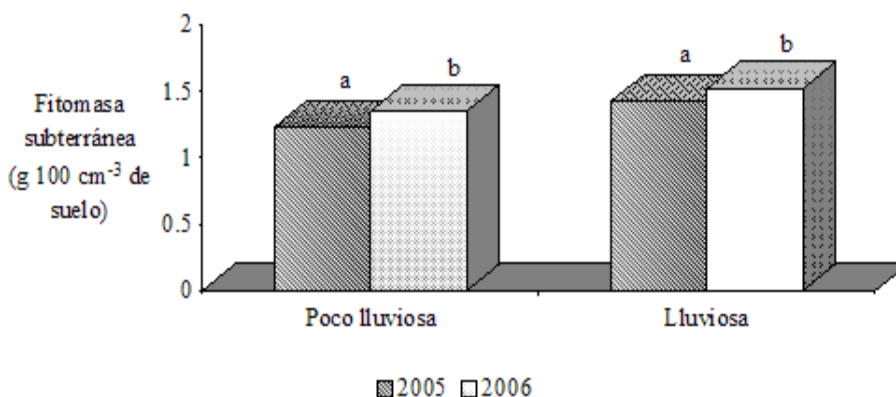


Figura 1. Comportamiento de la fitomasa subterránea en el banco de biomasa de Cuba CT-115 en la vaquería

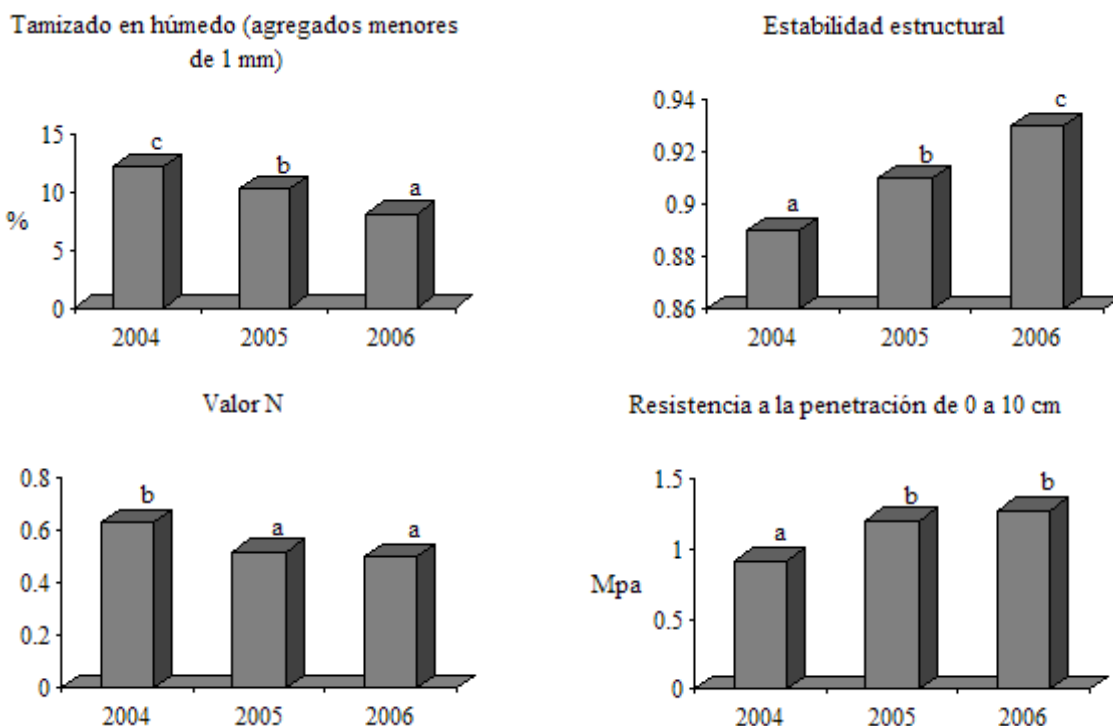
(Hernández *et al.* 1998), lo que hace que las raíces se prolonguen en busca de agua y aumenten la producción de raicillas (Vilche *et al.* 2000). En estos resultados se observó que en los bancos de biomasa de CT-115 este proceso no ocurre así, ya que en la época lluviosa este indicador mostró los mayores valores. Este resultado debió estar relacionado con el manejo del sistema y las características de esta especie, es decir, los bancos ya establecidos dejan de ser pastoreados a partir de abril o mayo y es durante el período lluvioso que tiene lugar su mayor acumulación de biomasa, con el consecuente crecimiento de su sistema radicular. Además, los intensos y prolongados períodos secos de los años 2005 y 2006, estuvieron por debajo de la media de precipitaciones históricas de la zona las que se encuentran entre 300 y 1200 mm para la época poco lluviosa y la lluviosa, respectivamente (Lok 2005 y García 2007), lo cual también pudo afectar el comportamiento de la fitomasa subterránea.

La figura 2 muestra los indicadores seleccionados en el área con CT-115, que tuvieron diferencias entre años (resistencia a la penetración de 0 a 10 cm, la distribución de agregados en húmedo menores de 1 mm de diámetro, estabilidad estructural y Valor N).

áreas algunas labores de rehabilitación. Sin embargo, se plantea que esta área fue apropiadamente manejada y se favoreció su progreso en el tiempo.

Por su parte, en el resto del área del pastizal sin CT-115 y ocupada, fundamentalmente, por pasto estrella, el suelo mostró mayores diferencias entre años en la mayoría de los indicadores seleccionados (tabla 2). Así, el nitrógeno aumentó significativamente entre años, lo cual se relacionó con el incremento del porcentaje del área de *Leucaena leucocephala*, la cual posee propiedades beneficiosas para el suelo y el ambiente en general, además de brindar otra alternativa de alimento proteico a los animales (Espinosa *et al.* 2006).

El Ca y el Mg decrecieron, pero este comportamiento deberá ser estudiado con mayor profundidad para conocer las causas de ello, ya que, aparentemente, no sucedieron acontecimientos que pudieran ocasionar este proceso. A su vez, se obtuvo incremento de los agregados en húmedo mayores de 5 mm, pero los valores se mantuvieron adecuados para aquellos entre 1 y 5 mm de diámetro, los que representan los de mayor valor agronómico, pues, según Gavande



Letras diferentes entre columnas difieren significativamente a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

Figura 2. Comportamiento de los indicadores físico-químico seleccionados por su mayor aporte a la explicación de la varianza en la vaquería

En esta área la estabilidad estructural aumentó y el Valor N disminuyó respecto al primer año evaluado, lo cual manifiesta un progreso edáfico. Por su parte, la resistencia a la penetración aumentó respecto al primer año, pero mantuvo su valor por debajo del valor crítico. Este indicador es el único que mostró deterioro, por lo que se sugiere incorporar al manejo de estas

(1972) y Alonso (1997), ellos pueden representar parte de los terrones originales, que al tomar agua pueden separarse por el hinchamiento y la separación mecánica de las partículas del terrón, así como al desplazamiento del oxígeno y el agua al embeberse en agua, lo que facilita la disgregación.

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores del suelo seleccionados en la vaquería en el área sin Cuba CT-115.

Indicadores	Años			EE ± y Sig
	2004	2005	2006	
RP (0 a 10 cm)	0.81 ^a	0.99 ^b	1.01 ^b	0.03***
RP (10 a 20 cm)	1.19 ^a	1.26 ^{ab}	1.30 ^b	0.04*
Nitrógeno	0.18 ^a	0.21 ^b	0.25 ^c	0.01***
Calcio	2.66 ^b	2.75 ^b	1.21 ^a	0.08***
Magnesio	1.23 ^b	1.24 ^b	0.35 ^a	0.04***
TS (agregados menores de 1 mm)	4.71 ^b	9.12 ^c	1.21 ^a	0.12***
TH (agregados mayores de 5 mm)	50.86 ^a	58.48 ^b	63.84 ^c	1.00***
TH (agregados menores de 1 mm)	14.49 ^c	9.13 ^b	8.07 ^a	0.26***
ES	0.87 ^a	0.93 ^b	0.94 ^c	0.004***
Valor N	0.60 ^b	0.53 ^a	0.49 ^a	0.02***

^{abc}Medias con letras diferentes entre filas difieren significativamente a $P < 0.05$ (Duncan 1955)

RP: Resistencia a la penetración

ES: Estabilidad estructura

* $P < 0.05$

*** $P < 0.001$

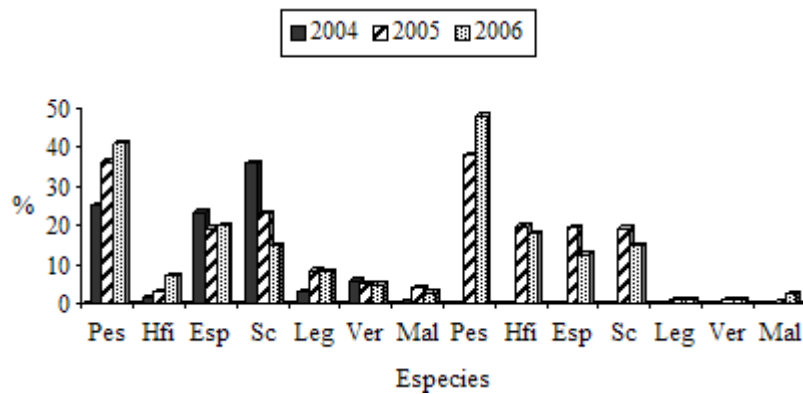
También, en el área restante del pastizal, la estabilidad estructural y el Valor N mostraron mejoras, lo que indica el progreso integral del suelo en esta unidad (tabla 2).

Los resultados indicaron que el área de Cuba CT-115 tenía estabilidad edáfica, mientras que en el resto del pastizal las condiciones del suelo no variaron mucho, lo cual se atribuyó a la disciplina tecnológica de esta unidad y al acertado y riguroso manejo de sus animales y el pastoreo en general.

En el área de pastizal de la vaquería (sin CT-115) se observó en ambas épocas del año incremento del pasto estrella en la composición botánica, mientras que el espartillo y el sacasebo decrecieron (figura 3).

Por otro lado, el pasto estrella alcanzó los mayores valores de frecuencia de aparición por especie (86 y 96 % en la época poco lluviosa y lluviosa, respectivamente) y densidad (5.9 y 6.4 plantas/m² en la época poco lluviosa y lluviosa, respectivamente). Por otra parte, se observó incremento paulatino de la cobertura del suelo por la vegetación (figura 4).

Este comportamiento reflejó el correcto manejo del pastizal y el apropiado uso de la tecnología de banco de biomasa, los que conllevó a la mejor distribución de las especies mediante la potenciación del pasto base, con la mejora de la calidad del pasto ofertado al ganado.



Pes: *Cynodon nlemfuensis*

Sc: *Paspalum notatum*

Ver: *Bouchea prismatica*

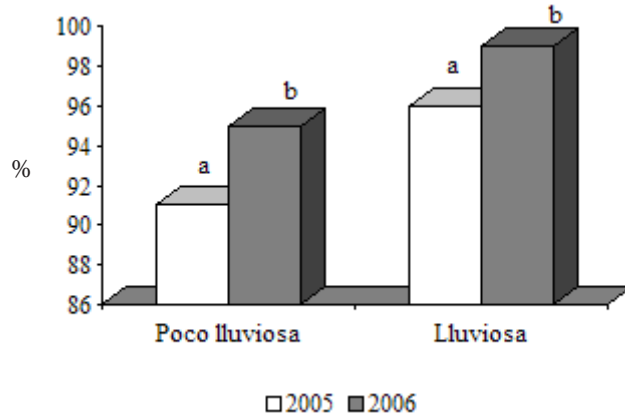
Hfi: *Cynodon spp.*

Leg: Leguminosas nativas

Mal: *Sida acuta*

Esp: *Sporobolus indicus*

Figura 3. Comportamiento de la composición botánica durante la época poco lluviosa y lluviosa en la vaquería en el área sin Cuba CT-115



Letras diferentes entre columnas difieren significativamente P < 0.05 (Duncan 1955)

Figura 4. Comportamiento de la cobertura del suelo por la vegetación en la vaquería en el área sin Cuba CT-115

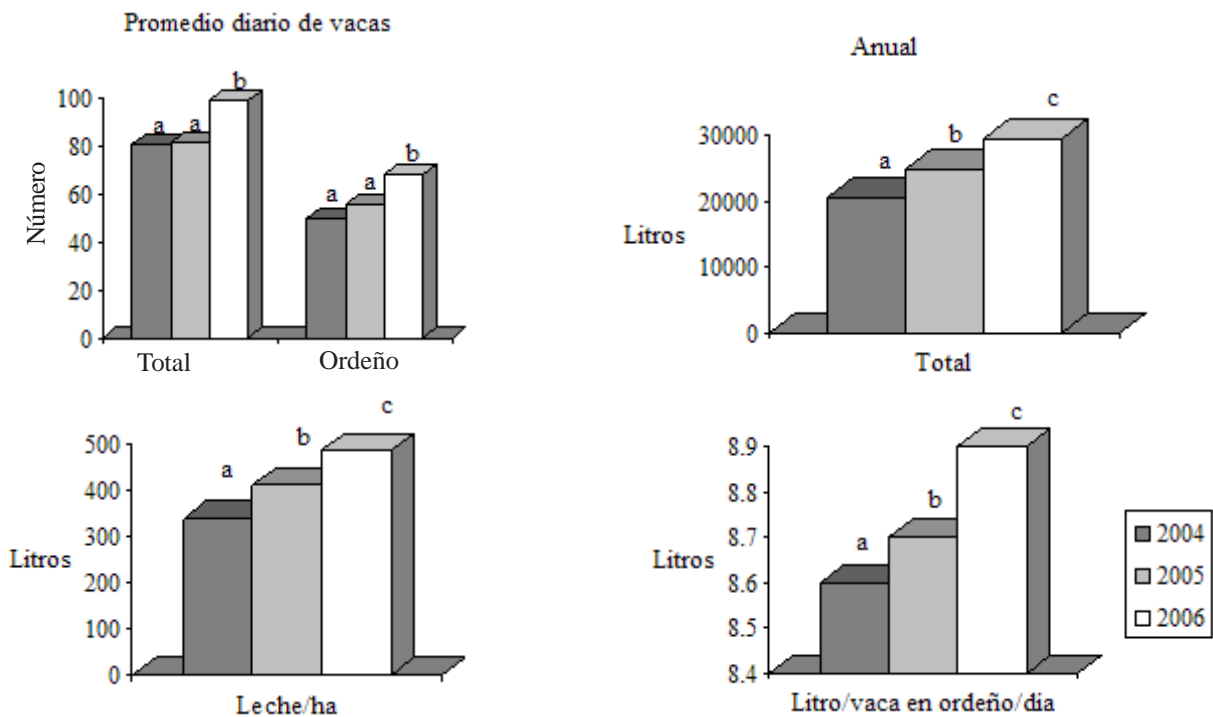
Al considerar, que esta es la vaquería pionera en la utilización de la tecnología, los resultados mostraron que el cumplimiento de la disciplina tecnológica y manejo apropiado, según establece ésta del banco de biomasa y del resto del área del pastizal, deberán favorecer el desarrollo del pasto base en el área sin CT-115 y evitar el progreso de las malezas en el sistema.

Al evaluar los diferentes indicadores de la producción y reproducción animal (figura 5), se pudo comprobar que la producción total aumentó progresivamente entre años, lo que se debió al incremento de la producción de leche por vaca en ordeño. Esto se puede corresponder con el adecuado manejo del rebaño y la mejora de su alimentación por el efecto de la tecnología. Asimismo, se comprobó

aumento en la producción de leche por área lo que indicó la mejora en la eficiencia del sistema.

Los resultados encontrados en el comportamiento edáfico y vegetativo de la unidad demuestran que la tecnología de banco de biomasa con CT-115 favorece la estabilidad productiva, al brindar una fuente de alimentos, justo en el período de mayor escasez y que ésta, siempre que sea adecuadamente manejada, debe contribuir a la mejora ecológica y productiva de las unidades ganaderas donde se aplique. Por todo lo anterior, se concluye que la tecnología de banco de biomasa tuvo impacto positivo en la productividad, sostenibilidad y estabilidad íntegra del sistema.

Se concluye que siempre que sea adecuadamente manejado el suelo ocupado por el CT-115, este conserva



Letras diferentes entre columnas difieren significativamente P < 0.05 (Duncan 1955)

Figura 5. Comportamiento de algunos indicadores productivos en la Vaquería Genético 4

y mejora su fertilidad, aunque con el tiempo de explotación, deberán realizarse labores que eviten el incremento de la resistencia a la penetración. Asimismo, la tecnología permite potenciar la presencia del pasto base y regular las malezas tales como el espartillo en el área sin CT-115. Esto provoca el incremento de la cobertura del suelo sobre la base del progreso de la composición botánica del pasto.

Por otra parte, no se detectaron variaciones en los contenidos de nitrógeno del suelo, lo que reflejó que si las plantas realizan grandes extracciones, el sistema de pastoreo permite el adecuado reciclaje de este nutriente.

Se recomienda el empleo de la tecnología, según los principios de manejo que establece. Por la creciente proliferación de esta tecnología en todo el país y otras regiones de América Central y el Caribe, se propone que los indicadores seleccionados se evalúen y controlen en las unidades donde se emplee. Es necesario incluir labores de rehabilitación del área de CT-115 para prevenir el incremento de la compactación del suelo.

Referencias

- Alonso, C. 1997. Influencia de tres sistemas de cultivos en algunas propiedades físicas de los suelos Ferralíticos Rojos. Tesis de Máster en Ciencias. Facultad de Agronomía. ISCAH. La Habana. Cuba. p.112
- AOAC 1995. Official methods of analysis. 15 ed. Washington: Association of Official Agricultural Chemists. 1298 p.
- Duncan, D. B. 1955. Multiple range and multiple F test Biometrics 11:1
- Espinosa, F., Torres, A. & Urbano, D. *Leucaena leucocephala*: Especie arborea multipropósito en sistemas agroforestales. Simposio-Taller Experiencias en agroforestería ejecutado o en proceso en INIA. Disponible: www.ceniap.gov.ve/pbd/congresos/epinosa-freddy.pdf. Consultado: 24/9/09
- García, C.R. 2007. Características de la dinámica de crecimiento de *Panicum maximum* cv. mombaza en las condiciones de La Habana. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal. p.100
- Gavande, S. 1972. Física de suelos. Editorial Limusa. Wiley S.A. México. p. 351
- Hernández, L. 1999. Fitomasa Subterránea en un Pastizal de *Paspalum notatum*, en la Sierra del Rosario, Cuba. Tesis de Master en Ecología y Sistemática. IES. p. 100
- Hernández, L., Sánchez, J.A. & Lazo, J. 1998. Caracterización espacial de la biomasa subterránea en pastizales del Instituto de Ciencia Animal. Acta botánica. Rev Botánica de Cuba. IES. No.116
- Herrera, R. S. y Ramos, N. 2006. factores que influyen en la producción de biomasa y calidad. En: *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Eds. Herrera, R. S, Febles, G. y Crespo, G. Edica, La Habana, p. 79
- Huss, D.H., Bernandon, A., Anderson, D. & Brun, J.M. 1996. En: Principios de manejo de praderas naturales. FAO. INTA. Chile. 156 p.
- Jackson, M.L. 1970. Análisis químico de suelos. Ed. Univ. Winsconsin USA
- Kaurichev, A. 1984. Prácticas de edafología. Ed. Mir, Moscú. p. 269
- Lok, S. 2005. Estudio y selección de indicadores de la estabilidad en el sistema suelo-planta de pastizales en explotación. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencia Animal, la Habana. p.100
- Martín, N.J. & Cabrera, R. 1987a. Determinación de la estabilidad estructural. Método del tamizado en seco y en húmedo. En: Manual de actividades prácticas de suelos. Ed. Instituto Superior de Ciencias Agrícolas de La Habana. La Habana, Cuba, p. 236
- Martín, N.J. & Cabrera, R. 1987b. Determinación de la composición mecánica (textura) del suelo mediante la utilización del hidrómetro (método de Booyoucus). En: Manual de actividades prácticas de suelos. Ed. Instituto Superior de Ciencias Agrícolas de La Habana. La Habana, Cuba, p. 224
- Martín, N.J. & Cabrera, R. 1987c. Determinación de la humedad natural del suelo En: Manual de actividades prácticas de suelos. Ed. Instituto Superior de Ciencias Agrícolas de La Habana. La Habana, Cuba, p.113
- Martínez, O. 2001. Manual de producción de biomasa. Yerba Elefante CT-115. Consejo de Iglesias de Cuba. Departamento de coordinación de asesoría de proyectos. Ciudad de la Habana. p. 27
- Martínez, O. 2006. Bancos de biomasa para la sostenibilidad de la ganadería tropical. Memorias del curso: Estrategia de alimentación para el ganado bovino en el trópico. Editorial EDICA. Instituto de Ciencia Animal. p. 123
- Mbagwu, J.S.C., Lal, R. & Scout, T.W. 1983. Physical properties of three soils in Southern Nigeria. Soil Sci. 136:48
- Oniani, O.G. 1964. Determinación del fósforo y potasio del suelo en una misma solución de los suelos Krasnozen y Podsólicos en Georgia. Agrojima 6:25
- Paneque, V. 1965. Manual de prácticas de suelo. Univ. de La Habana. p. 25
- t' Mannelje, L. & Haydock, K.P. 1963. The dry weight with rank method for the botanical analysis of pasture. J. Brit. Grassld. Soc. 18:268
- Torres, V., Mederos, R.E. & Lizazo, D. 2003. Sistema de información y metodología estadística multivariada para medir el impacto de la innovación y la transferencia tecnológica. XV Forum de Ciencia y Técnica. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba
- Vilche, M.S., Martín, B. & Mortico, S. 2000. Incidencia de la degradación edáfica en el desarrollo aéreo y radical de una pastura asociada. XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal Uruguay. p. 35
- Wingching, R. Salazar, L., Flores, L. & Rojas, A. 2008. reconocimiento de nemátodos en pastos tropicales en las comunidades Sucre y San Vicente, Cabtón de San Carlos, Nota técnica. Agronomía Costarricense. 32: 129

Recibido: 13 de abril de 2008