

## **Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*)**

Jorge A. Borges<sup>1\*</sup>, Mariana Barrios<sup>1</sup>, Orlando Escalona<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, San Felipe – Yaracuy. <sup>2</sup>Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos, San Juan de los Morros – Guárico. \*Correo electrónico: jborges@inia.gob.ve

### **RESUMEN**

Con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización orgánica (FO: 2000 kg compostaje ha<sup>-1</sup>) e inorgánica (FI: 200 kg N + 85 kg P ha<sup>-1</sup>) sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella, se condujo un ensayo durante el periodo seco en parcelas experimentales ubicadas en un bosque seco tropical, sobre un suelo franco de mediana fertilidad y bajo diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Se evaluaron las variables altura de plantas (AP), producción de biomasa verde (BV) y seca (BS), materia seca acumulada (MSA), rendimientos de materia seca en hojas (RMSH) y rendimientos de materia seca en tallos (RMST), así como relación hoja-tallo (RHT), tasa de crecimiento diario (TCD), proteína cruda (PC), cenizas totales (CT), macro y microelementos presentes, a los 21, 35, 49 y 63 días post-fertilización (dpf). Los datos resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba LSD Fisher. La FI mostró un efecto significativamente mayor en promedio para AP (49,8 cm), BV y BS (10952,5 y 3017,5 Kg.ha-corte, respectivamente), excepto para RHT donde no se encontraron diferencias entre los tratamientos. La MSA fue mayor en los pastos bajo FO (30,7%), mientras que los RMSH y RMST (2513 y 1068 Kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) fueron superiores en la FI a los 63 dpf, al igual que la TCD (33,8 g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>). La composición química del pasto no se vio afectada por las fuentes de fertilización empleadas, a excepción del hierro y zinc que disminuyeron significativamente su contenido en las plantas que fueron fertilizadas.

*Palabras clave:* Pasto estrella, compostaje, rendimientos, materia seca, macro y microelementos.

### **Effect of organic and inorganic fertilization on star grass (*C. nlemfuensis*) agro-production and chemical composition**

#### **ABSTRACT**

In order to evaluate the effect of organic fertilizer (FO: 2000 kg compost\*ha<sup>-1</sup>) and inorganic (FI: 200 kg N + 85 kg P\*ha<sup>-1</sup>) on agro-productive variables and chemical composition of star grass, is conducted a trial during the dry season in experimental plots located in a tropical dry forest, on a loam soil of medium fertility and under randomized block design with three replications. The variables evaluated were plant height (PH), green (GB) and dry (DB) biomass production, dry matter accumulated (DMA), yields of dry matter in leaves (DMYL) and stems (DMYS), leaf-stem relation (LSR), daily growth rate (DGR), crude protein (CP), total ash (TA), macro and microelements present, at 21, 35, 49 and 63 days post-fertilization (dpf). The resulting data were subjected to analysis of variance and mean separation by LSD Fisher test. The FI showed a significantly higher average PH (49.8 cm), GB and DB (10952.5 and 3017.5 kg\*ha<sup>-1</sup>\*cut, respectively), except for LSR where no differences between treatments. The DMA was higher in pastures under FO (30.7%), while DMYL and DMYS (2513 and 1068 kg\*ha<sup>-1</sup>, respectively) were higher in the FI at 63 dpf, like DBT (MS 33.8 g\*m<sup>2</sup>\*day<sup>-1</sup>). The chemical composition of pasture was not affected by sources of fertilizer used, except for iron and zinc content decreased significantly in plants that were fertilized.

*Key words:* Star grass, compost, yield, dry matter, macro and microelements.

## INTRODUCCIÓN

En la ganadería bovina, la producción de leche y/o carne depende en gran medida de la alimentación del rebaño y por consiguiente de la calidad y cantidad de forraje que se logra por unidad de superficie, sin olvidarnos de que en nuestro país los pastos tienden a ser de baja calidad biológica debido a que se encuentran establecidos en suelos de muy poca fertilidad natural (Guzmán, 1996), suelo ácidos y bajo contenido de materia orgánica (Mogollón y Comerma, 1994), donde sólo el 7% de la superficie total de pastos introducidos es fertilizada (Casanova, 1998). Por tales motivos, la fertilización de las pasturas pasa a desempeñar un papel fundamental dentro de la ganadería bovina, ya que se considera que el pasto es la fuente de alimentación más económica para producir carne o leche.

Es conocido que al aplicar fuentes inorgánicas de fertilizantes su efecto es inmediato, lo que garantiza su aprovechamiento y conversión por parte del pasto, pero también han surgido problemas de contaminación por uso excesivo (Del Pozo *et al.*, 2001), y aunque se aplican fácilmente y en menor cantidad que el estiércol, su aprovechamiento depende de la dosis, fuente y de la clase de suelo donde se incorpore (Pirela *et al.*, 2006).

Por otra parte, la aplicación de fuentes o enmiendas orgánicas sobre pastos ha mostrado efectos variados sobre la producción de forraje, lo cual se debe a que su composición química depende de la calidad nutritiva del alimento consumido por los animales (Muinga *et al.*, 2007) y del manejo que recibe previo a su incorporación en el suelo (Informativo Ovino, 2006). Un ejemplo de enmienda orgánica son los compostajes, los cuales se elaboran con residuos vegetales y excretas que aportan diversos nutrientes en proporciones variadas a los cultivos, por lo que no existe una recomendación específica de su uso (LeaMaster *et al.*, 1998).

Trabajos realizados por Rincón *et al.* (2004), Vásquez *et al.* (2009) y Jiménez *et al.* (2010), donde se ha evaluado fuentes orgánicas vs. inorgánicas de fertilizantes en los pastos *Cynodon nlemfuensis*, *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria humidicola*, respectivamente, han señalado mejores resultados tanto en producción como en calidad cuando se aplica fertilizantes de origen químico. Sin embargo, dada la variada existencia de alternativas orgánicas y las dosis

de aplicación necesarias para lograr efectos visibles en las pasturas, se hacen necesarias seguir con las investigaciones que arrojen resultados más puntuales. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto *C. nlemfuensis*, a cuatro edades de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas del estado Yaracuy (INIA) Planta Sede, zona caracterizada como Bosque Seco Tropical (Bs-T) según la clasificación de Holdridge (1967) y localizada bajo las coordenadas UTM (Datum REGVEN) E: 527094, N: 1137795 y a una altitud de 254 m.s.n.m. El ensayo se ubicó sobre un suelo de textura franca y mediana permeabilidad, con pH ligeramente alcalino (7.3), baja conductividad eléctrica ( $0,06 \text{ dS/m}^{-1}$ ), contenidos de fósforo (5 mg/kg), potasio (82 mg/kg), calcio (632 mg/kg) y materia orgánica (2,54%), que lo caracterizan como un suelo de fertilidad media, según los resultados analíticos emitidos por el Laboratorio Suelo-Agua-Planta, estación Local Yaritagua, INIA Yaracuy.

Las condiciones climáticas predominantes durante el periodo experimental definieron un periodo seco, caracterizado por temperatura promedio de  $27,6^{\circ}\text{C}$ , con mínimas y máximas de  $22,9$  y  $32,3^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, precipitaciones acumuladas entre los meses de marzo a junio de 109,9 mm y humedad relativa promedio de 73,6%.

Las evaluaciones se realizaron en parcelas experimentales de pasto estrella, establecidas desde el año 2008, a las cuales se les realizó un corte de uniformización aproximadamente a 10 cm del suelo, se desmalezaron manualmente para eliminar malezas de hojas anchas presentes, obteniéndose 9 parcelas con área efectiva de  $2 \text{ m}^2$  cada una y espacio entre parcela de 1 m, con un diseño de bloques aleatorizados. Estas parcelas fueron sometidas a los siguientes tratamientos: T0= Sin fertilización (testigo), T1= Fertilización inorgánica en base a 200 kg N/ha + 85 kg P/ha equivalentes a los requerimientos del pasto según previo estudio del suelo, T2= Fertilización orgánica con 2000 kg de compostaje/ha, elaborado en base a excretas bovinas y bagazo de caña, en proporción 1:1 (pH= 6.9; 15,18% MO; 1,08% N; 0,18%

P; 0,40% K; 1,67% Ca; 0,30% Mg; 0,41% Fe; 29,9 mg.kg<sup>-1</sup> Cu; 77 mg.kg<sup>-1</sup> Zn; 638,5 mg.kg<sup>-1</sup> Mn).

A nivel agronómico se evaluaron las variables altura de plantas (AP), producción de biomasa verde (BV) y seca (BS), materia seca acumulada (MSA), rendimientos de materia seca en hojas (RMSH) y rendimientos de materia seca en tallos (RMST), y relación hoja-tallo (RHT). La tasa de crecimiento diario (TCD) se estimó cada 15 días a partir de los datos de biomasa seca, empleando la siguiente ecuación (Pérez *et al.*, 2004):

$$\text{TCD} = \text{FC}/\text{T}$$

Donde:

TCD: Tasa de crecimiento diario (g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>)

FC: Forraje cosechado (expresado en función al peso seco en gramos)

T: Tiempo transcurrido entre un corte y el siguiente (días)

Conjuntamente se colectaron muestras de pasto (±500 gr), las cuales fueron procesadas en laboratorio para la determinación de proteína cruda (PC) y cenizas totales (CT) según los procedimientos analíticos señalados por FONAIAP (1999); así mismo se realizó un análisis foliar para determinar los macro y microelementos presentes, como fósforo (P) por fotocolorimetría, potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), zinc (Zn), cobre (Cu), hierro (Fe) y manganeso (Mn) cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica (Sadzawka *et al.*, 2004).

Las evaluaciones y muestreos se realizaron con frecuencia quincenal, a cuatro edades del pasto (21, 35, 49 y 63 días post-fertilización). Los datos resultantes fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba LSD Fisher, empleando el programa InfoStat/Profesional v.1.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Variables Agroproductivas

La fertilización inorgánica determinó los mayores valores para las variables AP, BV y BS (Cuadro 1) con diferencias significativas respecto a los otros tratamientos, excepto para RHT donde no se encontraron diferencias entre las medias de los tratamientos a la edad de culminación del ensayo

(63 dpf). La MSA fue mayor en los pastos bajo fertilización orgánica. Entre los tratamientos testigo y orgánico no hubo diferencia entre las primeras variables.

La AP mostro una respuesta positiva a la fertilización inorgánica, manifestada por un incremento estadísticamente significativo con respecto a los otros tratamientos; este incremento de la altura, en plantas con fertilización inorgánica, es la respuesta fisiológica del pasto cuando crece en un medio donde existe mayor suministro de elementos nutritivos, en concordancia con lo expresado por Ortega y González (1990). Similares resultados fueron señalados por Romero *et al.* (1998) en esta especie durante la primera y tercera semana de crecimiento al adicionar fuentes nitrógenadas de origen inorgánico. Así mismo, se observó en este ensayo que el incremento se dio a partir de los 21 dpf, alcanzando el pico máximo entre los 49 y 63 dpf donde ya no se observó diferencia entre estos. La altura del pasto es otro de los componentes del rendimiento que nos permite conocer cuando puede ser cosechado el pasto al correlacionarlo con otros indicadores (Ortega y González, 1990).

Para la BV y BS se observó una mejor respuesta igualmente bajo la fertilización química, con valores promedios superiores a las 10 y 3 ton/ha/corte, respectivamente. En trabajo similar, Rincón *et al.* (2004), no encontraron diferencias entre la aplicación de fuentes orgánicas y químicas de fertilizante sobre los rendimientos promedios de MS (875 y 779 Kg MS·ha<sup>-1</sup>·corte, respectivamente) en cultivares del género *Cynodon*, lo cual difiere de los resultados obtenidos en este trabajo y pudiese estar relacionado directamente con las fuentes y dosis de nutrientes aplicados. Para la edad de corte, los mayores valores de BV y BS se obtuvieron entre los 49 y 63 dpf, sin diferencias entre estos últimos, infiriendo entonces que entre estas edades de crecimiento es cuando se expresan los mayores valores de producción de biomasa en esta especie para luego iniciar el proceso fisiológico de maduración. Ortega y González (1990) consiguieron un incremento de la BS a partir de los 28 días al aplicar 300 kg. N ha<sup>-1</sup>·año, sin diferencias con la dosis de 200 kg. N ha<sup>-1</sup>·año, y lo atribuyen posiblemente a un índice de área foliar óptimo lo que le permite al pasto, tener una mayor eficiencia fotosintética, utilización de Nitrógeno y por consiguiente un mayor rendimiento.

Cuadro 1. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre las variables agroproductivas de *C. nlemfuensis*.

Tratamientos	Altura de plantas (cm)**	Biomasa verde	Biomasa seca	Materia seca (%)*	Relación hoja/tallo
		(Kg. ha <sup>-1</sup> . corte)**			
S/Fertilización	40,85 <sup>b</sup>	6595,0 <sup>b</sup>	1950,0 <sup>b</sup>	29,59 <sup>ab</sup>	0,34
F. Inorgánica	49,89 <sup>a</sup>	10952,5 <sup>a</sup>	3017,5 <sup>a</sup>	27,44 <sup>b</sup>	0,33
F. Orgánica	43,00 <sup>b</sup>	5965,0 <sup>b</sup>	1880,0 <sup>b</sup>	30,75 <sup>a</sup>	0,30
<i>Promedio</i>	<i>44,58</i>	<i>7837,5</i>	<i>2282,5</i>	<i>29,26</i>	<i>0,32</i>
<b>Días post-fert.</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>**</b>	<b>*</b>
21	18,1 <sup>c</sup>	3917,5 <sup>b</sup>	1250,0 <sup>c</sup>	26,7 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>
35	43,7 <sup>b</sup>	6222,5 <sup>ab</sup>	1610,0 <sup>bc</sup>	28,6 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>
49	65,7 <sup>a</sup>	7695,0 <sup>a</sup>	2207,5 <sup>ab</sup>	31,7 <sup>ab</sup>	0,25 <sup>b</sup>
63	68,3 <sup>a</sup>	8305,0 <sup>a</sup>	2852,5 <sup>a</sup>	35,1 <sup>a</sup>	0,41 <sup>a</sup>
<i>Promedio</i>	<i>48,9</i>	<i>6535,0</i>	<i>1980,0</i>	<i>30,5</i>	<i>0,28</i>

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05^*$  y  $P < 0,0001^{**}$ , según prueba LSD Fisher.

La MSA fue significativamente mayor al aplicar fertilizante orgánico (30,75%) con respecto al resto de los tratamientos, expresando su mayor acumulación a los 63 dpf (35,1%), y coincidiendo con el periodo de maduración del pasto, concordando con que el uso de abonos orgánicos y/o la combinación de éstos con los minerales estimulan una mayor concentración de materia seca en la planta, señalado por González (1995).

Las RHT no fueron diferentes entre tratamientos, lo cual permite inferir que bajo las condiciones de fertilización estudiadas en este trabajo, no hubo un efecto importante de la fuente y dosis aplicado sobre esta variable fenológica para este pasto en cuestión, ya que al coincidir cercanamente los valores promedios entre los tratamientos y el testigo, podría decirse entonces que morfoestructuralmente el pasto estrella posee una RHT baja, indicando mayor presencia de tallos que hojas. Resultados similares fueron reportados por Herazo y Morelo (2008), al no encontrar diferencias estadísticas entre fertilizaciones químicas y orgánicas en pasto Guinea cv. Mombaza para esta variable.

Los rendimientos de materia seca a nivel de hojas y tallos fueron mayores en las plantas fertilizadas con N+P inorgánico (Cuadro 2), resultando

significativamente diferentes las medias entre tratamientos y la edad ( $P \leq 0,05$ ). El mayor incremento de la MS en las hojas se observó entre los 49 y 63 dpf para todos los tratamientos, siendo la fertilización inorgánica la que logro los mayores rendimientos a los 63 dpf, seguido por la fertilización orgánica, mientras que las plantas sin fertilizar no mostraron mayores rendimientos a partir de los 49 dpf. En el caso de los tallos, se obtuvo un comportamiento similar al observado en las hojas, siendo la fertilización inorgánica la que reportó los mayores rendimientos para este componente morfológico de las plantas. Se observó que a edades tempranas de desarrollo, entre los 21 y 35 dpf, no existieron cambios significativos en los rendimientos de materia seca de los tallos, lo que pudiese inferir una mayor disposición de fotosintatos a nivel de las hojas, coincidiendo con la mayor etapa de acumulación de nutrientes estos órganos de la planta. Del Pozo *et al.* (2004), encontraron que al aplicar nitrógeno de fuentes inorgánicas predominó el componente tallo, a partir de la sexta y quinta semana de las épocas seca y lluvia, respectivamente, lo cual difiere de lo encontrado en esta investigación, ya que en ninguno de los casos (tratamientos) los rendimientos de los tallos superaron a los de hojas. Las diferencias en el crecimiento de los componentes hojas y tallos, con respecto al nivel de nitrógeno aplicado,

pueden estar asociadas a una desigual repartición de los asimilatos entre estos órganos de la planta y sus funciones. Estos factores están relacionados con la disponibilidad de elementos nutritivos, entre los que se encuentra el nitrógeno (Del Pozo *et al.*, 2001).

La tasa de crecimiento diario fue mayor en las plantas bajo fertilización inorgánica (Cuadro 3), obteniéndose el máximo de acumulación de MS (51,17 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>) a los 63 días post-fertilización, incrementándose significativamente en un 62,1% en comparación con los tratamientos T1 y T3 (21,32 y 20,72 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>, respectivamente) y sin diferencia estadística entre ellos. Los picos alcanzados a los 63 dpf entre estos últimos tratamientos ( $\chi=35,52$  g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup>) no mostraron diferencias significativas. Al respecto, Del Pozo *et al.* (2001), señalan una TCD de 6,63 g MS.m<sup>2</sup>.día<sup>-1</sup> a los 21 dpf en pasto Estrella fertilizado con 50 Kg N/ha, pero con un comportamiento creciente a partir de allí prolongado hasta los 70 dpf, resultados que difieren con lo encontrado en esta investigación. Según Teitzel y Middleton (1979), la tasa de crecimiento de gramíneas tropicales varía de 33 a 150 kg MS·ha·día<sup>-1</sup>, encontrándose valores superiores en este trabajo para esta especie (213 kg MS·ha·día<sup>-1</sup>) aun cuando no se aplicó ninguna fuente de nutrientes, comportamiento que pudiese estar explicado por el incremento de la radiación solar durante los periodos secos del año.

### Composición Nutricional

En cuanto a los contenidos proteicos y minerales presentes en el forraje cosechado

(Cuadro 4), no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, siendo mayor el porcentaje de proteína presente en el pasto bajo fertilización inorgánica con respecto a los demás, mientras que el porcentaje de cenizas o minerales presentes fue mayor para las parcelas tratadas con compostaje. Este efecto pudiese estar explicado en el aporte de macros y micronutrientes ofrecido por el compostaje, caso contrario donde sólo se aplicó N + P. La literatura señala que el efecto de la fertilización inorgánica nitrogenada sobre la composición mineral de los pastos es muy variable y depende del nivel de fertilidad del suelo, de las fuentes de N y P, el pH, clima, especie, entre otros (González *et al.*, 1985).

El mayor porcentaje de proteína cruda (PC) acumulada se encontró en promedio para los tratamientos a los 35 dpf, disminuyendo a partir de allí progresivamente conforme avanzaba el estado fisiológico de la planta y coincidiendo con el mayor valor promedio de cenizas totales. Al respecto, Ortega y González (1990), encontraron una respuesta positiva de *C. nlemfuensis* a la fertilización inorgánica, obteniendo los mayores valores de PC (13,8%) a los 21 días, disminuyendo significativamente al aumentar la edad del pasto, similar al comportamiento observado en este trabajo. Miller (1979) ha señalado que contenidos del 7% PC es aproximadamente el nivel mínimo requerido para obtener un balance de nitrógeno

Cuadro 2. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los rendimientos de materia seca en hojas y tallos (Kg·ha<sup>-1</sup>) en *C. nlemfuensis*.

Dpf	Hojas			Tallos		
	Testigo	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica	Testigo	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica
21	1175,0 <sup>def</sup>	1500,0 <sup>cdef</sup>	837,5 <sup>f</sup>	260,8 <sup>de</sup>	361,7 <sup>cde</sup>	270,8 <sup>de</sup>
35	1455,8 <sup>cdef</sup>	1849,2 <sup>abcd</sup>	937,5 <sup>ef</sup>	272,5 <sup>de</sup>	351,7 <sup>cde</sup>	165,0 <sup>e</sup>
49	1633,3 <sup>bcde</sup>	2275,0 <sup>ab</sup>	1345,0 <sup>cdef</sup>	355,8 <sup>cde</sup>	709,2 <sup>abc</sup>	297,5 <sup>de</sup>
63	1655,0 <sup>bcde</sup>	2513,3 <sup>a</sup>	1936,7 <sup>abc</sup>	853,3 <sup>ab</sup>	1068,3 <sup>a</sup>	528,3 <sup>bcd</sup>

Letras distintas en columnas en interacción tratamientos\*días postfertilización (dpf) indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$  para hojas y tallos separadamente, según la prueba LSD Fisher.

Cuadro 3. Tasa de crecimiento diario (g MS·m<sup>2</sup>·día<sup>-1</sup>) estimada para *C. nlemfuensis* bajo tratamientos de fertilización orgánica e inorgánica.

Días post-fertilización	Tratamientos		
	S/Fertilización	Fert. Inorgánica	Fert. Orgánica
21	3,17 <sup>g</sup>	9,52 <sup>g</sup>	5,16 <sup>g</sup>
35	17,86 <sup>ef</sup>	32,14 <sup>bcd</sup>	19,05 <sup>ef</sup>
49	28,42 <sup>cde</sup>	42,63 <sup>ab</sup>	23,46 <sup>de</sup>
63	35,83 <sup>bc</sup>	51,17 <sup>a</sup>	35,21 <sup>bc</sup>
<i>Promedio</i>	<i>21,32<sup>b</sup></i>	<i>33,87<sup>a</sup></i>	<i>20,72<sup>b</sup></i>

Letras distintas entre filas y columnas indican diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ), según prueba LSD Fisher.

Cuadro 4. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre el contenido de proteína cruda y cenizas en *C. nlemfuensis*.

Tratamiento	% Proteína cruda	% Cenizas totales
S/Fertilización	10,03	8,59
F. Inorgánica	11,43	8,90
F. Orgánica	9,28	9,64
<i>Promedio</i>	<i>10,25</i>	<i>9,04</i>
<b>Días post-fert.</b>		
21	10,43	8,83
35	11,87	9,31
49	9,83	8,98
63	8,83	9,05
<i>Promedio</i>	<i>10,24</i>	<i>9,04</i>

positivo en la vaca y que esta pueda producir de acuerdo a su potencial genético.

Los contenidos a nivel foliar de macroelementos no mostraron ser estadísticamente diferentes con respecto a las fuentes de fertilizantes empleadas (Cuadro 5), lo que permite inferir que bajo las condiciones edafoclimáticas donde se ubicó el ensayo, estos son los mayores valores de

acumulación de nutrientes que puede tener esta especie en estudio. Ortega y González (1990), no encontraron diferencias entre las dosis de nitrógeno inorgánico aplicado sobre los contenidos de P (0,27%) y Ca (0,38%) en pasto estrella, resultados que se comportan similares a los obtenidos en esta investigación. En cuanto a los días post-fertilización (dpf), se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,0001$ )

para los porcentajes de fósforo contenidos en las hojas de *C. nlemfuensis*, encontrándose los mayores valores a los 49 dpf (0,41%). Ortega y González (1990) encontraron un 0,32% P a los 21 días de cosecha, disminuyendo a medida que aumentó la edad del pasto ( $P \leq 0,05$ ), concluyendo que este comportamiento se puede deber a los efectos de dilución en la materia seca, así como a la posible disminución de la capacidad de la planta para absorber sustancias nutritivas y a la variación de la relación RHT.

La relación calcio: fósforo tampoco mostró ser diferente entre los tratamientos, siendo en promedio 1:1,05, y encontrándose dentro del rango de 1:1 a 2:1 que se establece como óptimo para la adecuada absorción de ambos elementos en el tracto digestivo (McDowell *et al.*, 1984).

Para el caso de microelementos, los contenidos de hierro y zinc fueron estadísticamente diferentes ( $P \leq 0,05$ ) y mayores en aquellas plantas no fertilizadas, mientras que para el resto de estos elementos no se observó respuesta ante la aplicación de nutrientes. Puntualmente en el

caso del hierro, se observó un efecto negativo de la aplicación de fertilizante inorgánico sobre las concentraciones de este elemento en el pasto (75,9 mg·Kg MS<sup>-1</sup>). Así mismo, Mosquera y González (2001) señalaron que la fertilización nitrogenada y potásica afectó el contenido de hierro del pastizal pero sin encontrar una tendencia clara en dicho efecto. De acuerdo con Whitehead (1995), parece ser que el nivel de hierro en el pasto se relaciona más con la forma de fertilizante nitrogenado aplicado y su efecto sobre la acidez del suelo que con la acción del nitrógeno en sí, de tal modo que si éste tiende a aumentar el pH, la disponibilidad del hierro se reduce, explicación que pudiese interpretar los resultados encontrados respecto a este elemento en el pasto estrella.

Para el caso del zinc, se observó un efecto similar al del hierro, con la variante de que ambas fuentes de fertilización tendieron a disminuir los contenidos de este mineral en la planta (13,4 mg·Kg MS<sup>-1</sup>), valor que se encuentran por debajo del límite mínimo (20 mg·Kg MS<sup>-1</sup>) indicativo

Cuadro 5. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre los contenidos de macro y microelementos en *C. nlemfuensis*.

Tratamiento	P	K	Ca	Mg	Fe*	Cu	Zn*	Mn
	-%-				mg·Kg MS <sup>-1</sup>			
S/Fertilizar	0,36	1,36	0,35	0,09	116,3 <sup>a</sup>	10,3	17,1 <sup>a</sup>	42,8
Fert. Inorg.	0,34	1,55	0,38	0,11	75,9 <sup>b</sup>	11,0	13,3 <sup>b</sup>	37,3
Fert. Org.	0,36	1,57	0,31	0,09	109,2 <sup>a</sup>	9,9	13,5 <sup>b</sup>	40,7
<i>Promedio</i>	<i>0,35</i>	<i>1,49</i>	<i>0,35</i>	<i>0,10</i>	<i>100,5</i>	<i>10,4</i>	<i>14,6</i>	<i>40,3</i>
<b>Días post-fert.</b>	<b>**</b>				<b>*</b>			<b>*</b>
21	0,28 <sup>c</sup>	1,54	0,33	0,09	160,9 <sup>a</sup>	11,9	17,1	38,7 <sup>ab</sup>
35	0,37 <sup>b</sup>	1,55	0,35	0,10	105,7 <sup>ab</sup>	10,4	14,5	47,2 <sup>a</sup>
49	0,41 <sup>a</sup>	1,57	0,34	0,10	69,1 <sup>b</sup>	10,3	14,1	41,4 <sup>ab</sup>
63	0,35 <sup>b</sup>	1,31	0,37	0,09	66,1 <sup>b</sup>	9,0	12,9	33,9 <sup>b</sup>
<i>Promedio</i>	<i>0,35</i>	<i>1,49</i>	<i>0,35</i>	<i>0,10</i>	<i>100,5</i>	<i>10,4</i>	<i>14,6</i>	<i>40,3</i>

Letras distintas en columnas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05^*$  y  $P < 0,0001^{**}$ , según prueba LSD Fisher.

de deficiencia en las plantas (Kabata-Pendías y Pendías, 1984).

Los días post-fertilización si fueron significativos ( $P \leq 0,05$ ) para los contenidos de hierro y manganeso, siendo entre los 21 y 35 dpf donde se acumularon los mayores valores de estos elementos (cuadro 5). En el hierro fue más notable la disminución conforme aumentaba la edad de las plantas, reduciéndose en un 41,3% a los 63 dpf respecto al valor encontrado al inicio de las evaluaciones (21 dpf).

Según la clasificación del NRC (1978), los contenidos de P, K, Ca, Cu y Mn encontrados en esta investigación para el pasto estrella, se encuentran en niveles adecuados para suplir los requerimientos de vacas con producciones de leche menores a 11 Kg de leche/día, mientras que el Mg, Fe y Zn se encuentran por debajo de estos requerimientos.

### CONCLUSIONES

Podemos concluir entonces que el pasto estrella respondió mejor a la fertilización inorgánica, cuyo efecto se observó en la mayor parte de las variables agroproductivas estudiadas, mientras que la materia seca acumulada fue la única variable que respondió mejor a la fertilización con compostaje. La calidad nutricional no se vio afectada por las fuentes de fertilización empleadas, a excepción del hierro y zinc que disminuyeron significativamente su contenido en las plantas que fueron fertilizadas. En función a esto, se recomienda seguir las evaluaciones que permitan ajustar las fuentes, dosis y momento de aplicación de alternativas orgánicas e inorgánicas de forma racional, cuya interacción permita mejorar la oferta y calidad de los pastos en pro de una agricultura más amigable con el ambiente.

Se corroboró también que existe una relación inversamente proporcional en cuanto al crecimiento del pasto y sus contenidos nutricionales, independientemente de las fuentes de fertilizantes aplicadas.

### LITERATURA CITADA

Casanova, E. 1998. Suelos y fertilización de forrajes en Venezuela. En: R. Tejos, C. Zambrano, L.

Mancilla, W. García, y M. Camargo (Eds.). Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. UNELLEZ, Barinas, Venezuela. pp 129-136.

Del Pozo, P. P., R. S. Herrera, M. García, A. M. Cruz y A. Romero. 2001. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 35(1): 51-58.

Del Pozo, P. P., R. S. Herrera y M. García. 2004. Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento y desarrollo de los componentes morfológicos del pasto estrella. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 38(2): 189-195.

FONAIAP. 1999. Métodos y procedimientos analíticos con fines bromatológicos. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela. Serie D-40. 40 p.

González, S. 1995. Aplicación y efecto residual del estiércol en la producción y calidad del buffel (*Cenchrus ciliaris* cv. texas-4464) en el trópico seco. Tesis de maestría en ciencias agropecuarias. Universidad de Colima. Colima-México.

González, S., R.S. Herrera y M. Sánchez. 1985. Efectos de la fertilización mineral en *Cynodon nlemfuensis*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 16: 297-304.

Guzmán, J. 1996. Pastos y Forrajes: producción y aprovechamiento. 3ª Edición. Espasande Eds. Caracas, Venezuela.

Herazo, R. y C. Morelo. 2008. Evaluación del crecimiento vegetativo, rendimiento y calidad del cultivo de pasto Guinea Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) bajo cuatro fuentes de abonamientos en la Finca Pekín, Municipio de Sincé, Sucre - Colombia. Tesis de grado. Universidad de Sucre, Sincelejo-Colombia.

Holdridge, L. R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica.

Informativo Ovino. 2006. Manejo y evolución de las características del estiércol de ovino. Boletín IV. 85. 1-2.

- Jiménez, O.M., L. Granados, J. Oliva, J. Quiroz y M. Barrón. 2010. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. Arch. Zootec. 59(228): 561-570.
- Kabata-Pendias, A. and H. Pendias. 1984. Trace elements in soil and plants. Ediciones CRC Press Inc, 315pp. Boca Ratón, Florida, EEUU.
- LeaMaster, B., J. R. Hollyer and J. L. Sullivan. 1998. Composted animal manures: Precautions and processing. Animal Waste Management. 1:1-5.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis and J.K. Loosli. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Gainesville, University of Florida, Departamento de Ciencia Animal. 91 p.
- Miller, W.J. 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. New York, Academy Press. 411 p.
- Mogollón, L. y J. Comerma. 1994. Suelos de Venezuela. Gerencia Corporativa de Asuntos Públicos de PDVSA Palmaven, Caracas, Venezuela. 313 p.
- Mosquera, M.R. y A. González R. 2001. Fertilización nitrogenada y potásica en pradera mixta. II. Efecto sobre el nivel de microelementos. Pastos, XXXI(2): 233-248.
- Muinga, R. W., J. G. Mureithi, H. Juma and H. M. Saha. 2007. The effect of supplementing napier grass or maize stover basal diet with either Gliricidia, Clitoria or Mucuna on manure quantity and quality in jersey cows. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 7: 157-163.
- National Research Council (NRC). 1978. Nutrient requirements of dairy cattle. 5ed. Washington, D.C., National Academy of Science. 76 p.
- Ortega, L. y B. González. 1990. Efecto de la fertilización nitrogenada y frecuencia de corte sobre los rendimientos de materia seca y valor nutritivo del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Rev. Fac. Agron. (LUZ), 7: 217 – 228.
- Pérez, J. A., M. E. García, J. F. Enríquez, A. R. Quero, P. J. Pérez y G. A. Hernández. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto ‘Mulato’ (*Brachiaria* híbrido). Téc. Pec. Méx., 42(3): 447-458.
- Pirela, M. F., T. Clavero, L. Fernández y L. Sandoval. 2006. Balance del nitrógeno en el sistema suelo-planta con pasto Guinea (*Panicum máximum* Jacq) en condiciones de bosque seco tropical. Rev. Fac. Agron. (LUZ), 23: 80-91.
- Rincón, J., Y. Salazar y M. Rea. 2004. Efecto de la fertilización orgánica y química sobre el rendimiento de materia seca de cuatro cultivares de *Cynodon* spp. en bosque muy seco tropical. XII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal 2004, Maracay-Venezuela. 114 p.
- Romero, C., S. Alfonzo, R. Medina y R. Flores. 1998. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre los componentes morfológicos del pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) en la zona de bajo tocuayo estado Falcón. Zoot. Trop., 16(1):41-60.
- Sadzawka, A., R. Grez Z., M. A. Carrasco y M. Mora G. 2004. Métodos de análisis de tejidos vegetales. Comisión de Normalización y Acreditación, Sociedad Chilena de las Ciencias del Suelo. 53 p.
- Teitzel, J.K. y CH. Middleton. 1979. New pastures for the wet tropical coast. Queensland Agric. J., 105(2): 98-103.
- Vásquez, J. N., J. J. Solano, R. Vásquez, V. Aguirre, M. E. Bahena, R. Oliver, A. Granjeno, A. Orihuela y F. Flores. 2009. Efecto de enmiendas orgánicas y fertilizante químico en la producción de pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* Schaum. Investigación Agropecuaria 6(2): 205-218.
- Whitehead, D.C. 1995. Grassland Nitrogen. Ediciones CAB International, 397 p. Guildford (Gran Bretaña).