

EFFECTO DE ENMIENDAS ORGÁNICAS Y FERTILIZANTE QUÍMICO EN LA PRODUCCIÓN DE PASTO TAIWÁN *Pennisetum purpureum* Schaum

José Natividad Vázquez Nicolás¹, Jaime Jesús Solano Vergara^{2*}, Reyes Vázquez Rosales¹,
Virginio Aguirre Flores¹, María Eugenia Bahena Galindo³, Rogelio Oliver Guadarrama³,
Andrea Elizabeth Granjeno Colín³, Agustín Orihuela Trujillo¹, Fernando Iván Flores Pérez¹

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. CP 62209, México.

²Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario 154 de Huitzilac, Morelos. Prolongación Benito Juárez
s/n col. Centro. Huitzilac, Morelos. CP 62510, México. Correo-e: jsolano_ver@hotmail.com

³Laboratorio de Edafoclimatología, Departamento de Biología Vegetal del Centro de Investigaciones
Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, col. Chamilpa,
Cuernavaca, Morelos. CP 62209, México.

*Autor para correspondencia.

RESUMEN

El empleo de enmiendas orgánicas y fertilizantes químicos en pastos presenta resultados muy variables, desconociéndose la cantidad requerida y el tiempo que tienen efecto en la producción de pastos tropicales. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de enmiendas orgánicas y de fertilizante químico en la producción de forraje de pasto Taiwán, así como el porcentaje de materia orgánica (MO) y nitrógeno (NI) del suelo. Un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones se empleó, incluyendo 11 tratamientos: T₁ y T₆ = borregaza, T₂ y T₇ = composta, T₃ y T₈ = vacaza, T₄ y T₉ = caballaza, T₅ y T₁₀ = químico, en dosis de 300 y 200 kg de N/ha, respectivamente. T₁₁ = control, 0 kg de N/ha. El contenido de MO y NI en suelo se

determinó mediante la clasificación por clases. La producción de forraje fue mayor (P<0.05) en el T₅ y T₁₀ los dos primeros meses después de la aplicación de las enmiendas y fertilizante químico (8.7 ± 3.7 y 7.3 ± 5.8; 11.1 ± 2.3 y 10.9 ± 0.6 ton de ms/ha). Al sexto mes la producción del T₂ fue mayor (P<0.05) con 7.4 ± 3.6 ton de ms/ha. El porcentaje de MO fue superior (P<0.05) en el T₂ (3.72) y T₆ (3.67) al tercer mes. Los tratamientos en dosis de 300 fueron superiores (P<0.05) a los de 200 kg de N/ha al sexto mes, descendiendo un nivel en la clasificación. El porcentaje de NI (0.164) fue superior (P<0.05) en la composta al final. Se concluye que las enmiendas orgánicas favorecen una mayor producción y porcentajes de materia orgánica y nitrógeno en suelo, siendo mejor la composta.

Palabras clave: *Pasto Taiwán, producción, enmiendas orgánicas, materia orgánica, nitrógeno.*

Recibido: 3/11/2009; Aceptado: 14/12/2009.

ABSTRACT

Highly variable results have been obtained from the use of natural and artificial fertilizers in tropical grasses. In addition, a lack of information about the precise amount required and the period that they remain active in the soil is not clear. Thus, the purpose of this experiment was to evaluate the effect of natural and artificial fertilization in Taiwan grass forage production, and the amount of organic matter (OM) and Nitrogen (N₂) that these products bring into the soil. A complete random block model with four repetitions and 11 treatments was used. Treatments were: T₁ and T₆ = ovine feces, T₂ and T₇ = compost, T₃ and T₈ = bovine feces, T₄ and T₉ = equine feces, T₅ and T₁₀ = artificial fertilizer, in doses of 300 and 200 kg of N/ha, respectively, while T₁₁ = control, no fertilization. Forage production was higher in T₅ and T₁₀ treatments during the two first months after fertilization, while in the sixth month, T₂ showed the highest (P<0.05) forage production with 7.4 ± 3.6 tons of dry matter/ha. Organic matter percentage was higher (P<0.05) in T₂ and T₆ (3.72 and 3.67 % of OM, respectively) at the third month after fertilization. Treatments with doses of 300 kg of N/ha were better (P<0.05) than those with 200 kg of N/ha at month six, descending one level in the classification. It was concluded that organic fertilization leads to higher forage production, and higher percentages of soil OM and N₂, where compost was notable among them all.

Key words: *Taiwan grass, Forage production, organic fertilization, Organic matter, Nitrogen*

INTRODUCCIÓN

Cuando los residuos, desechos o cultivos, se emplean como enmiendas orgánicas para los suelos, favorecen una producción sustentable (Crespo, 1984; Nico *et al.*, 2005; Sosa, 2005; García *et al.*, 2008), además de aportar nutrientes a las plantas.

Las enmiendas orgánicas más comúnmente utilizadas en la fertilización de los pastos tropicales son las excretas (Crespo y González, 1983; Lumaret y Martínez, 2005), las cuales son distribuidas heterogéneamente en el potrero, ya que de manera natural el ganado suele concentrarlas en sitios alrededor de bebederos, cercas y sombras (Crespo y González, 1983; Sosa, 2005), teniendo efectos variados en la producción de forraje, debido en parte a que su composición química está en función de la calidad nutritiva del alimento ofrecido (Toor *et al.*, 2005; Muinga *et al.*, 2007) y del manejo que recibe hasta el momento de su incorporación al suelo, principalmente cuando proviene de corrales y establos (Williams, 2003; Karanja *et al.*, 2005; Informativo ovino, 2006).

Cuando el fertilizante químico se aplica al pasto, su efecto es inmediato, pero surgen problemas de contaminación por su uso excesivo (Del Pozo *et al.*, 2001; Marino *et al.*, 2004; Pirela *et al.*, 2006), incrementando las áreas que sufren procesos degradativos por la disminución de la fracción orgánica de los suelos (Chirinos *et al.*, 2006), y aunque se aplica 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).

Cuando se emplean dosis superiores a 400 kg de nitrógeno por hectárea, la producción de los pastos se incrementa a niveles máximos (Ramos, *et al.*, 1980), pero las pérdidas por volatilización y lixiviación también son mayores (Robinson *et al.*, 2009), aspectos que debe considerar el productor, al decidir utilizar el pasto para pastoreo o corte (Orskov, 1993).

Las compostas como enmiendas orgánicas, se elaboran con diversos residuos vegetales que aportan nutrientes en proporciones muy variadas (Subair *et al.*, 1999; Williams, 2003), por lo que no existe

una recomendación específica de su uso (LeaMaster *et al.*, 1998; Leroy *et al.*, 2008).

De tal manera, que el empleo de diversas enmiendas y fertilizantes químicos en pastos presentan resultados muy variables, desconociéndose la cantidad requerida y el tiempo que tienen efecto en la producción de forraje de pastos tropicales.

Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo evaluar el efecto de enmiendas orgánicas y de fertilizante químico en la producción de forraje de pasto Taiwán durante un periodo de seis meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos en Cuernavaca Morelos, México situado a 18° 56' de latitud Norte y 99° 13' de longitud Oeste.

Características Climáticas

El clima es (A)Cw₂(w)ig semicálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981). La precipitación y temperatura promedio anual en los últimos 10 años en la localidad fue 1098.7 mm y 24.7° C, respectivamente (Estación Meteorológica, 2008) y se encuentra a 1900 msnm (INEGI, 2004).

Características Edáficas

La clasificación del suelo corresponde al Andosol húmico con alto contenido en compuestos de ordenación de corto alcance o materiales amorfos (alofana e imogolita) con una profundidad hasta 35 cm, se forman casi siempre a partir de materiales volcánicos, son ligeros y con alta capacidad de retención de agua y nutrientes (Ortiz, 1975; Aguilar, 1998).

Enmiendas y fertilizante nitrogenado

La borregaza se obtuvo de un rebaño que consumía pasto Taiwán *ad libitum* y 200 gr de alimento comercial por animal/día.

La caballaza de una manada que era alimentada con zacate de maíz y heno de avena.

La vacaza, de un hato lechero que consumía alfalfa fresca, heno de avena y 800 gr de alimento comercial por animal/día. Las tres especies eran alimentadas en corral.

La composta fue preparada con residuos de verduras y frutas, tierra de monte y una proporción de borregaza equivalente al 50 % de la tierra de monte, manteniéndose húmeda y se volteaba cada semana.

El fertilizante nitrogenado empleado fue el sulfato de amonio, que se usa comercialmente y se mantuvo a la sombra en un lugar fresco hasta el momento de su utilización.

Los estiércoles fueron secados a la sombra y posteriormente almacenados en costales durante dos meses antes de su utilización, mientras que la composta se mantuvo en una pila durante tres meses, tiempo suficiente para su descomposición y uso inmediato.

Con este manejo se eliminan olores, proliferación de moscas y patógenos (Wheeler y Smith, 2002; Williams, 2003; Varnero *et al.*, 2007), tanto en los estiércoles como en la composta.

Las Características físicas y químicas de las enmiendas se muestran en el Cuadro 1.

Riego

El sistema de riego probado en pasto Taiwán (Ascencio *et al.*, 1999), consistió de cuatro cintillas de goteo separadas a 50 cm una de otra y a 25 cm de las orillas de la parcela, los goteros se encuentran separados a 15 cm en las cintillas. La cantidad de agua que aportaban los goteros en promedio fue de un litro cada 45 minutos.

Los riegos se realizaron de acuerdo a la recomendación de Rain Bird Corporation (Tucson Arizona, USA), dos veces por semana durante tres horas con el propósito de mantener en capacidad de campo los primeros 20 cm de profundidad del suelo.

El riego se suspendió una vez iniciada la temporada de lluvia y se reinició cuando esta fue intermitente hacia el último mes de la fase experimental.

Conducción del Experimento

En un potrero de siete años de pasto Taiwán *Pennisetum purpureum* manejado en condiciones de corte cuatrimestral y con riego, el cual no fue fertilizado durante un año con ningún tipo de enmienda orgánica o fertilizante nitrogenado, se le realizó un corte a ras de suelo para uniformizar y estimular el rebrote.

Las enmiendas orgánicas empleadas estaban secas y pulverizadas, y fueron aplicadas al igual que el fertilizante nitrogenado homogéneamente en sus parcelas respectivas una sola vez un mes antes del primer corte de forraje. La cantidad empleada de cada una se muestra en el Cuadro 2.

Variables evaluadas

La producción de forraje fresco se obtuvo dos veces de cada parcela con un cuadrante de 0.25 m² cortando a una severidad de 5 cm de altura, después del

muestreo se removió todo el forraje de la parcela. El peso seco se obtuvo en un horno secador a una temperatura de 55° C durante 48 horas.

La determinación de la producción se realizó cada mes durante seis ocasiones, iniciando en mayo y terminando en octubre. Con el propósito de conocer el efecto de las enmiendas orgánicas y del fertilizante nitrogenado en el porcentaje de materia orgánica (MO) y nitrógeno (NI) del suelo, se tomaron muestras de suelo antes de la aplicación a una profundidad de 0 a 20 cm, así como una muestra representativa de cada tratamiento a la mitad y final del periodo experimental de acuerdo a las recomendaciones de Cuesta y Villaneda, (2002).

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Edafoclimatología del Departamento de Biología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Análisis Estadístico

Los tratamientos establecidos fueron los siguientes: T₁ = borregaza, T₂ = composta, T₃ = vacaza, T₄ = caballaza y T₅ = químico, cada uno en dosis de 300 kg de N/ha. T₆ = borregaza, T₇ = composta, T₈ = vacaza, T₉ = caballaza y T₁₀ = químico, cada uno en dosis de 200 kg de N/ha. T₁₁ = control, 0 kg de N/ha.

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (Little y Hills, 1976) con 11 tratamientos y cuatro repeticiones. El tamaño del bloque y de la parcela fue de 66 m² y 6 m² respectivamente (Figura 1).

Un análisis de varianza y la prueba de Tukey (P < 0.05) se realizaron para comparar el rendimiento promedio mensual (D. E.) en kg de ms/ha entre los tratamientos.

Para comparar el porcentaje de MO y NI en suelo antes de la aplicación de las enmiendas y fertilizante químico, a los tres (mitad) y seis (final) meses de la fase experimental en los tratamientos, se empleó la clasificación propuesta por Vázquez

(1997), la cual incluye siete y cinco clases para MO y NI respectivamente y un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo (Coolican, 2003) y la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Características físicas y químicas de las enmiendas orgánicas.

	borregaza	vacaza	caballaza	composta
Densidad aparente	0.72	0.58	0.59	0.76
Densidad real	2.70	2.0	2.0	2.3
Porosidad	74.0	71.0	71.0	67.0
Materia ¹ orgánica (%)	13.80	7.2	18.1	17.3
Nitrógeno disponible (%)	0.45	0.28	0.55	0.53

¹Método Walkey-Black; Nitrógeno orgánico total. MO % x 0.05; Análisis realizados en el Laboratorio de Edafoclimatología del Departamento de Biología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Cuadro 2. Cantidad (Kg) aplicada de enmiendas orgánicas y fertilizante químico por parcela*, de acuerdo al contenido de nitrógeno (%/100 Kg de fuente empleada) y dosis de fertilización (Kg).

enmiendas	N	N/ha	
		200	300
borregaza	4.74	2.5	3.8
composta	4.0	3.0	4.5
vacaza	2.0	6.0	9.0
caballaza	4.0	3.0	4.5
(NH ₄) ₂ SO ₄	20.5	0.59	0.88

*Parcela= 6 m²

Cuadro 3. Contenido de Materia orgánica y Nitrógeno en el análisis del suelo (%) en los días 0, 90 y 180, del periodo de evaluación abril-octubre, en pradera de pasto Taiwán fertilizada con 300* y 200** kg de N/ha usando enmiendas orgánicas y fertilizante químico.

Enmiendas	Análisis del suelo (%)					
	Materia orgánica			Nitrógeno		
	Abril (Antes de aplicar enmiendas)	Julio (Después del corte)	Octubre (Después del último corte)	Abril (Antes de aplicar enmiendas)	Julio (Después del corte)	Octubre (Después del último corte)
Borregaza*	2.70	3.45 ^{ab}	3.30 ^a	0.13	0.16 ^a	0.14 ^{ab}
Composta*	2.70	3.72 ^a	3.16 ^a	0.13	0.19 ^a	0.16 ^a
Vacaza*	2.70	3.58 ^{ab}	3.24 ^a	0.13	0.19 ^a	0.16 ^{ab}
Caballaza*	2.70	3.34 ^{ab}	3.32 ^a	0.13	0.18 ^a	0.16 ^{ab}
Químico*	2.70	2.95 ^{ab}	2.75 ^{ab}	0.13	0.16 ^a	0.13 ^{ab}
Borregaza*	2.70	3.67 ^a	2.76 ^{ab}	0.13	0.18 ^a	0.12 ^b
Composta*	2.70	2.94 ^{ab}	2.22 ^{bc}	0.13	0.17 ^a	0.13 ^{ab}
Vacaza**	2.70	2.76 ^{ab}	2.38 ^{bc}	0.13	0.17 ^a	0.13 ^{ab}
Caballaza**	2.70	2.72 ^{ab}	2.29 ^{bc}	0.13	0.17 ^a	0.13 ^{ab}
Químico**	2.70	2.73 ^{ab}	2.41 ^{bc}	0.13	0.16 ^a	0.12 ^b
Control	2.70	2.20 ^b	1.89 ^c	0.13	0.01 ^b	0.01 ^c

Distinta literal dentro de columnas, es diferente (P<0.05); Materia orgánica (%) = 1.81-2.4 (medio), 2.41-3.0 (medianamente rico), 3.1-4.2 (rico) Velasco (1983); Nitrógeno total (%) = < 0.032 (pobre), 0.1-0.158 (mediano), 0.159-0.221 (medianamente rico) Moreno (1978); *300 kg N/ha; **200 kg N/ha.

BLOQUES							
A		B		C		D	
	5		3		6		9
6	11	8	10	7	4	1	2
10	7	4	9	3	5	8	5
4	8	6	2	1	11	10	3
2	9	7	5	8	10	11	6
1	3	11	1	9	2	7	4

Figura 1. Diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones (A,B,C,D) y 11 tratamientos.

Tratamientos: 1= borregaza, 2= composta, 3= vacaza, 4= caballaza, 8= químico (con dosis de 300 Kg de N/ha). Tratamientos: 5= borregaza, 6= composta, 7= vacaza, 8= caballaza, 10= químico (con dosis de 200 Kg de N/ha). Tratamientos: 11= control (con 0 Kg de N/ha).

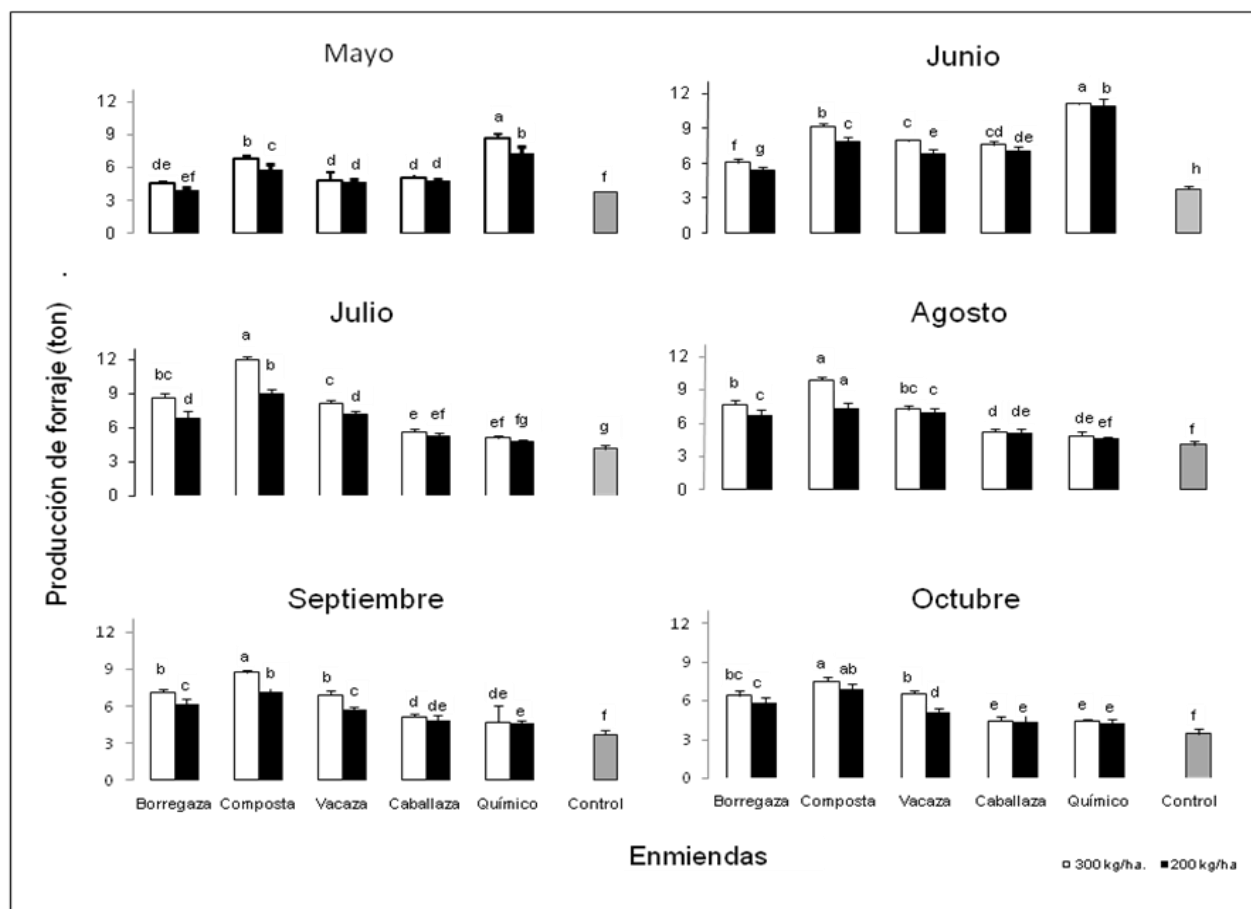


Figura 2. Producción promedio (\pm) de forraje después de aplicar enmiendas orgánicas y fertilizante químico en dosis de 300 y 200 N/ha. Lateral distinta entre pares de columnas, es diferente ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción de forraje

En la primera y segunda evaluación (mayo y junio), se encontró que el fertilizante químico (sulfato de amonio) en dosis de 300 kg de N/ha presentó una producción de 8.7 ± 3.7 y 11.1 ± 2.3 ton de ms/ha, respectivamente, siendo superior ($P < 0.05$) a los demás tratamientos y correspondió a un 56 y 65 % más que la del control (Figura 2).

A partir del tercer (julio) y hasta el sexto mes (octubre), la composta en dosis de 300 kg de N/ha presentó la mayor

($P < 0.05$) producción con 11.1 ± 3.5 , 9.8 ± 3.2 , 8.7 ± 1.8 y 7.4 ± 3.6 ton de ms/ha, respectivamente, que los demás tratamientos, mientras que el fertilizante químico en las dosis de 300 y 200 kg de N/ha, fue el que disminuyó en mayor proporción.

Contenido de materia orgánica y nitrógeno

El porcentaje de materia orgánica fue similar ($P > 0.05$) en el suelo durante el tercer mes (julio) en todos los tratamientos, en cambio, fue mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos empleados en dosis de 300 kg de N/ha al final del experimento (octubre).

Sin embargo, hubo un decremento en comparación de los valores del tercer mes (Cuadro 3).

Los porcentajes de NI a la mitad del experimento, fueron superiores ($P < 0.05$) en todas las enmiendas y fertilizante químico en comparación con el tratamiento control.

Al final del experimento, el porcentaje de NI de la composta en dosis de 300 kg de N/ha fue superior ($P < 0.05$) al de la borregaza y químico en dosis de 200 kg de N/ha y al control.

El nitrógeno es el principal nutriente que se aplica en mayor cantidad en los trópicos y subtropicos, siendo el sulfato de amonio junto con la urea las fuentes más comunes de fertilizantes químicos utilizados en las gramíneas (Sánchez, 1981).

En el presente estudio se utilizó el sulfato de amonio como fertilizante nitrogenado aplicado al voleo sobre la superficie del suelo, ya que no sufre pérdidas considerables por volatilización como sucede con la urea (Sánchez, 1981; Torres, 2009).

Velazco *et al.*, (2009), encontraron que al aplicar urea a razón de 1500 kg de nitrógeno por hectárea por seis meses en pasto *Brachiaria*, las pérdidas por lixiviación fueron las más significativas, lo cual sugiere que las dosis de 200 y 300 kg de nitrógeno aplicadas con sulfato de amonio en este trabajo en ese mismo periodo de tiempo tuvieron menos pérdidas y mayor aprovechamiento.

Sin embargo, las pérdidas que tienen son importantes, ya que forman parte de los contaminantes ambientales en suelo (González *et al.*, 2008), razón que motivó utilizar enmiendas orgánicas que en general no contaminan.

El nitrógeno es aprovechado por las plantas cuando se mineraliza (Rodríguez, 2009), y esto sucede más rápido con un

contenido de humedad constante (Semb y Robinson, 1969; Del Pozo *et al.*, 2001; Sonneveld, 2008), porque se aumenta la porosidad del suelo (Houlbrooke *et al.*, 2008), situación que se mantuvo con el riego y lluvia durante la fase experimental que evitó que el potrero de pasto Taiwán estuviera seco.

Las gramíneas tropicales presentan una respuesta alta al nitrógeno (Olsen, 1975) con elevadas tasas de crecimiento (Quero *et al.*, 2007). Cuando se empleó 200 kg de N/ha el pasto inició un crecimiento y desarrollo adecuado (González y Yanes, 1995; Gobius *et al.*, 2001), mientras que la dosis de 300 kg incrementó aún más su producción (Crespo *et al.*, 1981, Tudsri *et al.*, 2002).

El empleo de dosis superiores a 400 kg incrementa la producción a niveles máximos (Ramos, *et al.*, 1980), pero las pérdidas por volatilización y lixiviación también son mayores (Robinson *et al.*, 2009), razón por la cual se emplearon dosis menores en el presente estudio.

La capacidad de absorción de los pastos se incrementa después del corte (Martín y Montico, 2005), siendo mejor cuando este se realiza cada mes, debido a que las raíces mantienen una elongación constante (Cuesta, 2005). De acuerdo con Eriksen *et al.*, (2008) y Robinson *et al.*, (2009), el nitrógeno se aprovecha más eficientemente cuando se aplica mensualmente, lo cual no coincidió con lo realizado en el presente estudio donde sólo se hizo una aplicación al inicio del experimento.

En el presente estudio, no se fertilizó el potrero de pasto Taiwán durante un año antes de iniciar el experimento, lo cual sugiere que no hubo materia orgánica que aportara nitrógeno y estimulara la producción, por lo que al aplicar las enmiendas orgánicas se prolongó la producción de forraje, notándose después de tres meses (julio), lo cual pudo deberse a

que la materia orgánica aportó en ese momento la mayor cantidad de nitrógeno disponible al pasto, esto coincide con lo informado por Sánchez, (1981), refiriéndose a que la materia orgánica aporta nitrógeno lentamente.

En el mes de agosto, que coincide con el tercer mes del temporal de lluvia, la producción de forraje disminuyó en todos los tratamientos. Lo cual sugiere que el nitrógeno inorgánico se redujo por la absorción de las plantas, a la lixiviación y desnitrificación conforme avanzó la estación lluviosa (Sánchez, 1981; Moreno *et al.*, 1996). Sin embargo, la mayor producción de los pastos tropicales se logra en el ciclo primavera-verano, (Martín y Spiller, 2007).

Por esta razón, el estudio abarcó solo un mes del ciclo otoño-invierno (octubre).

La disminución de la producción del pasto Taiwán obtenida en septiembre y octubre, sugiere que el nitrógeno disminuyó en esos momentos ya que el pasto es sensible a niveles bajos (Ramírez *et al.*, 2008), lo cual concuerda con lo encontrado con Cuesta (2005), al no promoverse el crecimiento y desarrollo de los pastos en trópico.

La tendencia decreciente de la producción en septiembre y octubre, denota que no hubo materia orgánica suficiente en suelo que aportara nitrógeno al pasto Taiwán, siendo aún perceptible en la dosis de 300 una mayor producción que en la dosis de 200 kg de N/ha con las enmiendas orgánicas, lo cual sugiere que el nitrógeno aportado en la menor dosis había sido extraído del suelo antes y fue hasta octubre cuando la dosis de 300 kg de N/ha disminuyó su aportación de nitrógeno, haciendo que la producción fuera similar en todos los tratamientos, lo cual muestra la capacidad de los pastos tropicales para extraer grandes cantidades de nitrógeno aun por arriba de los 300 kg/ha con

frecuencias de corte entre 30 y 45 días (Crespo *et al.*, 1981).

En la producción de forraje obtenida sin aplicación de enmiendas y fertilizante químico, se sugiere que influyeron positivamente el contenido de nitrógeno residual del suelo, el corte mensual, las condiciones de humedad y temperatura, con una producción mayor en julio y agosto, lo cual coincide con lo encontrado por Martín y Spiller, (2007), respecto a que en el ciclo primavera-verano la producción de los pastos tropicales es mayor.

En cambio, en invierno la producción del pasto Taiwán sin aplicación de fertilizante y riego, fue inferior en comparación a cuando se fertilizó (Vázquez *et al.*, 2008).

En el presente estudio no se evaluó el contenido de proteína, y se considera que los niveles más elevados se obtienen con frecuencias de corte cada 30 días (Ramírez *et al.*, 2008).

La dosis de 100 kg de N/ha usando urea en una sola ocasión, es una práctica común en sistemas tradicionales (Wouw *et al.*, 1999), obteniendo una producción promedio mensual en Taiwán de 1200 kg de materia seca/ha (Rodríguez *et al.*, 1983), rendimiento inferior al encontrado en el presente estudio usando sulfato de amonio empleando dosis de 200 y 300 kg.

En cambio, con aplicaciones periódicas de enmiendas al suelo se mantienen los niveles de materia orgánica (Sánchez, 1981; Muñoz *et al.*, 1990) y por lo tanto la producción puede ser máxima (González y Yanes, 1995).

En el presente estudio, el contenido de materia orgánica del suelo antes de iniciar la fase experimental se consideró de nivel medio de acuerdo con Cuesta y Villaneda, (2002), lo que sugiere que las cantidades aplicadas de enmiendas orgánicas favorecieron el aprovechamiento

de nitrógeno por el pasto Taiwán. En cambio, cuando el contenido de materia orgánica en el suelo es elevado, aplicar enmiendas no provoca un efecto benéfico en la producción (Rodríguez, 2009).

La fase de mineralización es muy lenta cuando se emplean enmiendas orgánicas (Trejo, 2005; Julca, *et al.*, 2006), lo cual sugiere que la producción de forraje fuera mayor con la composta y estiércoles que el sulfato de amonio durante julio, agosto y septiembre que se evaluó el pasto Taiwán, ya que el nitrógeno fue extraído paulatinamente. Además, existen similitudes y diferencias entre las enmiendas orgánicas, como sucedió con la borregaza que presentó producciones similares a la vacaza en julio, agosto, septiembre y octubre. En cambio, la caballaza presentó producciones inferiores a la borregaza y vacaza en esos mismos meses. Por tal motivo, se considera que el proceso de mineralización es diferente entre los estiércoles, ya que se ha evaluado que el de vacuno y caballo son de lenta mineralización (Peña *et al.*, 2002).

Por esa razón, el uso de enmiendas orgánicas puede ser la mejor opción para fertilizar especies perennes como los pastos tropicales (Wanyama *et al.*, 2003), en cambio, los fertilizantes químicos lo son para forrajes de ciclo anual como los cereales (Stewart *et al.*, 2005), aunque se determinó que para especies como el sorgo de grano y maíz, las enmiendas orgánicas incrementaron la producción más que los fertilizantes químicos (Ramírez *et al.*, 1998; López, *et al.*, 2001).

El uso de estiércoles en cantidades entre 20 y 30 t/ha favorecieron un rendimiento máximo de grano en maíz (López *et al.*, 2001). Sin embargo, la aplicación no se realizó de acuerdo al contenido de nitrógeno del suelo y de los estiércoles (Crespo, 1984), es por eso que se recomienda el análisis previo para evitar un incremento de los costos en la fertilización y menor aprovechamiento por

las cantidades excedidas (Parker, 2000), situación que se tomó en cuenta en el presente estudio al fijar las dosis de 200 y 300 kg de N/ha y de los análisis de suelos.

Los fertilizantes químicos se han encarecido por la crisis total de energía, lo cual confiere una particular relevancia al empleo de las enmiendas orgánicas, ya que usarlas como una práctica de manejo agronómico y económicamente viable, les permite desarrollar una producción sustentable (Pengelly *et al.*, 2003; Sosa, 2005).

De acuerdo con Álvarez (2001), existen pocos trabajos en el uso de diversas enmiendas orgánicas en la producción de cultivos y menos en plantas forrajeras. De ahí que su empleo debería incrementarse por ser productos de uso corriente en áreas rurales, tanto los estiércoles como las compostas aportan nutrientes en proporciones similares (Williams, 2003).

De acuerdo con la clasificación de materia orgánica de Vázquez (1997), Los resultados del presente estudio, sugieren que la diferencia en la dosis de nitrógeno empleada en las enmiendas, influyeron en la cantidad de materia orgánica presente, ya que se incrementó en los tratamientos que se emplearon en dosis de 300 kg de N/ha.

CONCLUSIONES

El uso de enmiendas orgánicas favorecen una producción de forraje sostenida en el tiempo, siendo la composta en dosis de 300 kg de N/ha la enmienda que estimuló la mayor producción al final de los seis meses evaluados, además, las enmiendas orgánicas en dosis de 300 kg de N/ha favorecen un mayor porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno en el suelo.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, B. S. 1998. Ecología del estado de Morelos. Un enfoque geográfico. Editorial Praxis. 1ª edición. México. 469 p.
- Álvarez, S. J. 2001. Descomposición y ciclo de nutrientes en ecosistemas terrestres de México. Acta Zoológica de México. (1): 11-27.
- Ascencio, H. R., Riestra, D. D., Tijerina, C. L., Canudas, L. E. y Acosta, H. R. 1999. Evaluación y desarrollo experimental de un sistema de riego con cintillas de goteo en pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum* Schum). Agrociencia. 33 (2): 123-131.
- Chirinos, J., Leal, A. y Montilla, J. 2006. Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del estado de Anzoátegui. CENIAP. (11): 1-7.
- Coolican, H. 2003. Métodos de investigación y estadística en psicología. Segunda edición. Manual moderno. México. 597 p.
- Crespo, G., Ramos, N., Suárez, J. J., Herrera, S. y González, S. 1981. Producción y calidad de los pastos. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 15: 211-225.
- Crespo, G. y González, A. 1983. Cantidad y distribución de las excretas en el pastizal y su influencia en la fertilidad del suelo. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 17: 1-10.
- Crespo, G. 1984. El estiércol vacuno y su uso en la producción de los pastos. Revista Cubana Ciencias Agrícolas. 18: 249-258.
- Cuesta, M. P. A. y Villaneda, V. E. 2002. El análisis de suelos: Toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. Manual técnico "Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y valles interandinos. 1-10.
- Cuesta, M. P. A. 2005. Fundamentos de manejo de praderas para mejorar la productividad de la ganadería del trópico colombiano. Corpoica. 6 (2): 5-13.
- Del Pozo, P. P., Herrera, R. S., García, M., Cruz, A. M. y Romero, A. 2001. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. 35 (1): 51-58.
- Eriksen, J., Askegaard, M. y Soegaard, K. 2008. Residual effect and nitrate leaching in grass-arable rotation: effect of grassland proportion, sward type and fertilizer history. Soil Use and Management. 24(4): 373-382.
- Estación meteorológica. 2008. Laboratorio de Edafoclimatología del Departamento de Biología Vegetal del Centro de Investigaciones Biológicas de la UAEM.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. D. F. 246 p.
- Gobius, N. R., Phaikaew, C., Pholsen, P., Rodchompoo, O. and Susena, W. 2001. Seed yield and its components of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Digitaria milanjiana* cv. Jarra and *Andropogon gayanus* cv. Kent in north-east Thailand under different rates of nitrogen application. Tropical Grassland. 35: 26-33.
- González, A. R., Matus, G. A. y González, G. M. 2008. Efecto de las políticas económicas en los recursos naturales y el medio ambiente en México. Agrociencia. 42(7): 847-855.
- González, B. y Yanes, O. 1995. Efecto de la presión de pastoreo y fraccionamiento del nitrógeno sobre el rendimiento y valor nutritivo de la materia seca del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en la época húmeda. Revista de la Facultad de Agronomía de la Luz. 12: 353-363.

- Houlbrooke, D. J., Littlejohn, R. P., Morton, J. D. y Paton, R. J. 2008. Effect of irrigation and grazing animals on soil quality measurements in the North Otago Rolling Downlands of New Zealand. *Soil Use and Management*. 24(4): 416-423.
- INEGI. 2004. Anuario Estadístico. Morelos. Gobierno del estado de Morelos. 552 p.
- Informativo Ovino. 2006. Manejo. Evolución de las características del estiércol de ovino. Boletín IV. 85. 1-2.
- Julca, O. A., Meneses, F. L., Blas, S. R. y Bello, A. S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA*. 24(1): 49-61.
- Karanja, N. K., Gichangi, E. M. y Wood, C. W. 2005. Simulation study to asses the potential of selected agro-organic wastes for ability to reduce N volatilization from cow manure. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 5: 25-31.
- LeaMaster, B., Hollyer, J. R. y Sullivan, J. L. 1998. Composted animal manures: Precautions and processing. *Animal Waste Management*. 1:1-5.
- Leroy, B. L. M., Herath, H. M. S. K., Sleutel, S., De Neve, S., Gabriels, D., Reheul, D. y Moens, M. 2008. The quality of exogenous organic matter: short-term effects on soil physical properties and soil organic matter fractions. *Soil Use and Management*. (2): 139-147.
- Little, T. M. y Hills, F. J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trillas. México. 270 p.
- López, M. J. D., Díaz, E. A., Martínez, R. E. y Valdez, C. R. D. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. *Terra Latinoamericana*. 19(4): 293-299.
- Lumaret, J. P. y Martínez, M. I. 2005. El impacto de productos veterinarios sobre insectos coprófagos: consecuencias sobre la degradación del estiércol en pastizales. *Acta Zoológica Mexicana*. 21 (3): 137-148.
- Marino, M. A., Mazzanti, A., Assuero, S. G., Gastal, F., Echeverría, H. E. y Andrade, F. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agronomy Journal*. 96 (3): 601-607.
- Martin, B. y Montico, S. 2005. Fertilización foliar en pasturas: una alternativa. *Agromensajes*. 15(4): 1-3.
- Martín, B. y Spiller, L. 2007. Fertilización foliar en pasturas: una estrategia de uso. *Agromensajes*. 22(8): 21-24.
- Moreno, F., Cayuela, J. A., Fernández, J. E., Fernández-Roy, E., Murillo, J. M. y Cabrera, F. 1996. Water Balance and Nitrate Leaching in an Irrigated Maize Crop in SW Spain. *Agricultural Water Management*. 32 (16): 71-83.
- Muinga, R. W., Mureithi, J. G., Juma, H. and Saha, H. M. 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.
- Muñoz, V. J. A., Tovar, S. J. L., Ortiz, S. C. A. y Castellanos, R. J.Z. 1990. El uso del estiércol de bovino como mejorador de algunas propiedades de suelos arcillosos de la comarca lagunera. *Agrociencia*. 1(4): 127-143.
- Nico, A. I., Mónaco, C. I., Dal Bello, G. y Alippi, H. 2005. Efecto de la adición de enmiendas orgánicas al suelo sobre la capacidad patogénica de *Rhizoctonia Solani*: II. Microflora asociada y antagonismo in vitro de los aislados más frecuentes. *RIA*. 34 (1): 29-44.
- Olsen, F. J. 1975. Effect of large applications of nitrogen fertilizer on the productivity and protein content of four

- tropical grasses in Uganda. *Tropical Agronomy*. 49: 251-260.
- Orskov, E. R. 1993. Reality in rural development aid with emphasis on livestock. Bucksburn (UK). Rowett Research Services. 88 p.
- Ortiz, V. B. 1975. Edafología. Suelos. 2ª edición. ENA. UACH. México. 291 p.
- Parker, R. 2000. La ciencia de las plantas. Editorial Paraninfo. Madrid, España. 628 p.
- Pengelly, B. C., Whitbread, A., Mazaiwana, P. R. y Mukombe, N. 2003. Tropical forage research for the future-better use of research resources to deliver adoption and benefits to farmers. *Tropical Grassland*. 37: 207-216.
- Peña, C. J. J., Grageda, C. O. A. y Vera, N. J. A. 2002. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: Uso de las técnicas isotópicas. *Terra Latinoamericana*. 20(1): 51-56.
- Pirela, M. F., Clavero, T., Fernández, L. y Sandoval, L. 2006. Balance del nitrógeno en el sistema suelo-planta con pasto Guinea (*Panicum máximum Jacq*) en condiciones de bosque seco tropical. *Revista de la Facultad de Agronomía. (LUZ)*. 23: 80-91.
- Quero, C. A. R., Enríquez, Q. J. F. y Miranda, J. L. 2007. Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. *Interciencia*. 32(8): 566-571.
- Ramírez, S. L. F., Alcántar, G. G., Ortega, E. M., Escalante, E. A., Soto, H. M., Sánchez, G. P. 1998. Fertilización foliar orgánica e inorgánica y rendimiento de sorgo en condiciones de salinidad. *Terra Latinoamericana*. 16(3): 205-210.
- Ramírez, J. L., Verdecia, D. y Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del Pennisetum Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 9 (5): 1-10.
- Ramos, N., Curbelo, F. y Herrera, R. S. 1980. Edad de rebrote y niveles de nitrógeno en pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 14: 83-93.
- Robinson, D., Scheneiter, O. y Melgar, R. 2009. Fertilización y utilización de nutrientes en campos forrajeros de corte. *Fertilidad y fertilizantes*. Degser. 1-3.
- Rodríguez, C. 2009. La intensificación ganadera como proceso de producción de residuos. *Fertilidad y fertilizantes*. Degser. 1-5.
- Rodríguez, S., Moreno, J., León, L. y Perdomo, E. 1983. Comparación de dos cultivares de elefante bajo el efecto de frecuencia de fertilización. *Zootecnia Tropical*. 1(1): 99-110.
- Sánchez, P. A. 1981. Suelos del trópico. Características y manejo. IICA. Costa Rica. 634 p.
- Semb, G. y Robinson, J. B. D. 1969. The natural nitrogen flush in different arable soils and climates in East Africa. *East African Agricultural and Forestry Journal*. 34: 350-370.
- Sonneveld, M. P. 2008. Soil water repellency in an old and young pasture in relation to N application. *Soil Use and Management*. (3): 310-317.
- Sosa, O. 2005. Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. *Agromensajes*. 16(8): 30-34.
- Stewart, W. M., Dibb, D. W., Johnston, A. E. and Smyth, T. J. 2005. The contribution of commercial fertilizer nutrients to food production. *Agronomy Journal*. 97(1): 1-6.
- Subair, S., Fyles, J. W. and O'Halloran, I. P. 1999. Ammonia volatilization from liquid hog manure amended with paper products in laboratory. *Journal of Environmental Quality*. 28: 202-207.

- Toor, G. S., Sims, J. T. and Dou, Z. 2005. Reducing phosphorus in dairy diets improves farm nutrient balances and decreases the risk of nonpoint pollution of surface and ground waters. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 105: 401-411.
- Torres, D. M. 2009. Fertilizar eficientemente para reducir el riesgo ambiental: nitrógeno. *Información técnica*. Degser. 1-2.
- Trejo, L. W. 2005. Strategies to improve the use of limited nutrient resources in pig production in the tropics. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. Supplement. 85: 1-77.
- Tudsri, S., Jorgensen, S. T., Riddach, P. y Pookpakdi, A. 2002. Effect of cutting height and dry season closing date on yield and quality of five napier grass cultivars in Thailand. *Tropical Grassland*. 36: 248-252.
- Varnero, M. M. T., Rojas, A. C. y Orellana, R. R. 2007. Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *Journal Soil Science Nutrition*. 7(1): 28-37.
- Vázquez, A. A. 1997. Guía para interpretar el análisis químico del agua y del suelo. 2ª edición. Departamento de suelos. Universidad Autónoma Chapingo. 31 p.
- Vázquez, N. M., Solano, V. J. J., Vázquez, R. R., Orihuela, T. A., Aguirre, F. V. y Flores, P. F. I. 2008. Producción de forraje invernal de pasto Taiwán (*Pennisetum purpureum* Schum) en Morelos, México. *Investigación Agropecuaria*. 5(2): 213-220.
- Velazco, K., Noguera, N., Jiménez, L., Larreal, M. y Ettiene, G. 2009. Evaluación de nitratos y nitritos lixiviados en un sistema de pastoreo intensivo usando fertilizantes nitrogenados. *Revista de la Facultad de Agronomía*. (LUZ). 26: 23-38
- Wanyama, J. M., Muyekho, F. N., Masinde, A. A. O., Cheruiyot, D. T., Odongo, J., Ojowi, M. y Okeyo, R. 2003. Assesing factors influencing adoption of pastures and fodders amongst smallholder subsistence farmers in selection districts of west Kenya. *Tropical Grassland*. 37: 219-226.
- Wheeler, E. y Smith, Z. J. 2002. Horse stable manure management. *Agricultural and biological engineering*. College of Agricultural Sciences. Penn State. 1-15.
- Williams, P. 2003. Manejo sustentable del suelo (parte III). Cartilla de divulgación 4. FAO. Roma. 1-8.
- Wouw, M. V. D., Hanson J. y Luethi, S. 1999. Morphological and agronomic characterisation of a collection of napier grass (*Pennisetum purpureum*) and *P. purpureum* x *P. glaucum*. *Tropical Grassland*. 33:150-158.