

Rendimiento y calidad del pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) con aplicación de purines de porcinos por fertirrigación

Yield and quality of giant bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) with pig slurry fertirrigation

María Moreno^{1*}, Yeimmith Peña¹, Yenifer Mestre M.¹, Robert Álvarez¹ y Omar Araujo-Febres¹

¹Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Maracaibo, estado Zulia (Venezuela).

Resumen

Para evaluar rendimiento y calidad de los pastos luego de cuatro años de fertirrigación con purines de porcinos mezclados con agua de pozo (PP) y fertilización química (FQ), se seleccionaron dos áreas en la altiplanicie de Maracaibo, con 21 potreros de 1,0 ha de bermuda gigante (*Cynodon dactylon*), regadas por aspersión y cortadas cada 28 días. La fertilización química utilizó 15-15-15, fosfato diamónico y úrea, según disponibilidad, después del corte, aportando 200 kg.ha⁻¹ de N. Se tomaron muestras de pastos para determinar rendimiento (REND), proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FAD) y neutra (FDN), celulosa (CEL), hemicelulosa (HCEL), lignina (LIG) y cenizas (CEN). Se realizaron análisis de medias, componentes principales y correlaciones entre propiedades del suelo y propiedades bromatológicas de los pastos. Los pastizales con PP presentaron mayor REND, FAD, FND, CEL y CEN que FQ. Los incrementos de LIG originaron disminución de REND en ambos tratamientos.

Palabras clave: biofertilización, fertilización orgánica, rendimiento forrajero, fertirrigación.

Abstract

In order to evaluate the yield and quality of the pasture obtained after four years of fertirrigation with swine manure mixed with well water (PP) and chemical fertilization (CF), two areas were selected in the Maracaibo plateau, with 21 paddocks 1.0 ha established with giant shorts (*Cynodon dactylon*), sprinkled

Recibido el 06-02-2017 • Aceptado el 01-06-2020

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: mariamoreno1968@hotmail.com.

and cut every 28 days. The chemical fertilization used 15-15-15, diammonium phosphate and urea, according to availability, after cutting, yielding 200 kg.ha⁻¹ of N. Pasture samples were taken to determine yield (REND), crude protein (CP), acid detergent fiber (FAD) and neutral (NDF), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL), lignin (LIG) and ash (CEN). The averages obtained were compared and principal component analyzes and correlations between the soil properties and the bromatological properties of the pastures were performed. Grasslands with PP showed higher REND, FAD, FND, CEL and CEN than FQ. LIG increases led to a decrease in REND in both treatments.

Keywords: biofertilization, organic fertilization, forage yield, fertigation.

Introducción

Las producciones porcinas intensivas generan altos volúmenes de excretas, por lo que se necesita su disposición sin causar un impacto negativo sobre el ambiente; de esta manera, se ha planteado el uso de los purines de porcinos como alternativa para la fertilización de los sistemas de pastoreo intensivo para la producción bovina lechera, aprovechando su alto valor fertilizante (Sánchez, 2001). La aplicación continua y prolongada de purines de porcinos puede acarrear algunos efectos adversos como la emisión de gases de efecto de invernadero, la proliferación de patógenos nocivos para la salud animal y humana, así como la contaminación de suelos y acuíferos con nitratos, fosfatos y metales pesados (FAO, 2014); sin embargo, el uso racional de estas fuentes orgánicas como fertilizantes, permitiría obtener resultados favorables en la producción agrícola, por lo que esta investigación ha planteado evaluar la respuesta del rendimiento y la calidad del pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon*) para su henificación, luego de cuatro

años de aplicación de purines de porcinos a través de un sistema de fertirrigación.

Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en una finca de producción de porcinos y otra de bovinos lecheros ubicadas en la altiplanicie de Maracaibo, a 70 msnm, características de bosque muy seco tropical, con temperatura media anual de 29 °C, humedad relativa de 68,8 %, precipitación promedio anual de 600 mm, suelos de textura franco arenosa, pH 5,48 y pobres en carbono orgánico y nutrientes (Larreal *et al.*, 2013).

Se seleccionaron 21 potreros de 1 ha en cada finca, con pasto bermuda gigante (*Cynodon dactylon*), regados por aspersión cada 7 días y cortados cada 28 días para henificación. A una de las áreas se le aplicó durante cuatro años la fracción líquida de los purines de porcinos mezclada con agua de pozo, a través del riego por aspersión (PP). Los purines de porcinos provenientes de los corrales de maternidad y ceba, fueron previamente estabilizados y clarificados en lagunas de oxidación,

antes de ser mezclados con el agua de pozo. A la otra área se le aplicó durante el mismo período de tiempo 200 kg de N.ha⁻¹.corte⁻¹, utilizando fosfato diamónico, sulfato de amonio, úrea o fórmula completa 15-15-15 (FQ), según disponibilidad. En el momento correspondiente para realizar el corte del pasto (28 días), se tomó una única muestra con machete del área central de cada uno de los potreros (1 m²) a 10 cm del suelo; en total se colectaron 42 muestras de pasto (21 muestras de cada área). Las muestras fueron secadas a 65 °C para determinar el rendimiento en materia seca (REND), contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente ácida (FAD) y neutra (FDN), celulosa (CEL), hemicelulosa (HCEL), lignina (LIG) y cenizas (CEN) (AOAC, 1990). Se realizó un análisis de varianza y se aplicó una prueba de medias por Tukey (p<0,05). Por otro lado, con los resultados del análisis físico-químico y biológico de estos suelos, reportado por Moreno *et al.* (2006), se realizó un análisis por componentes principales para establecer las correlaciones (p<0,05) entre las propiedades edáficas y las características bromatológicas

de los pastos evaluados. Todos los análisis estadísticos se realizaron con SAS v. 6.12.

Resultados y discusión

El tratamiento PP mostró valores de REND entre 2288,78 - 2945,14 kg.ha⁻¹.corte⁻¹, los cuales fueron 22 % más altos que los alcanzados con FQ (P<0,01), cuyos valores oscilaron entre 1870,04 - 2219,42 kg.ha⁻¹.corte⁻¹ (cuadro 1); así mismo, PP originó niveles más elevados de FAD, FND, CEL y CEN en el pasto que FQ (p<0,01). Sin embargo, PC, HCEL y LIG fueron similares para los dos tratamientos (cuadro 2).

Las interacciones entre las propiedades físicas, químicas y biológicas de estos dos suelos, se resumieron en cuatro variables o componentes principales, explicando hasta un 74,28 % de la variabilidad total; la primera componente principal (CP1) expuso que los incrementos del pH y conductividad eléctrica, debido principalmente a la acumulación de sales de magnesio y sodio, en las fracciones finas de estos suelos, favoreció la actividad de la ureasa y la

Cuadro 1. Comparación de los rendimientos en materia seca del pasto Bermuda Gigante (*Cynodon dactylon*) producido con aplicación de purines de porcinos (PP) y fertilización química (FQ).

Manejo	Rendimiento promedio (kg MS.ha ⁻¹ .corte ⁻¹)	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
PP	2616,96 a	328,18	2288,78	2945,14
FQ	2044,73 b	174,69	1870,04	2219,42

* Medias con letras diferentes, indicaron diferencia estadística significativa a p<0,01.

Cuadro 2. Análisis bromatológico del pasto Bermuda Gigante (*Cynodon dactylon*) producido con aplicación de purines de porcinos (PP) y fertilizantes químicos (FQ).

Manejo	Pc (%)	Fad (%)	Fnd (%)	Cel (%)	Hcel (%)	Lig (%)	Cen (%)
PP	13,96 a (± 1,69)	38,57 a (± 2,61)	66,62 a (± 2,71)	30,50 a (± 2,90)	27,44 a (± 3,33)	7,70 a (± 1,59)	11,02 a (± 0,67)
FQ	14,38 a (± 2,96)	34,90 b (± 2,93)	64,43 b (± 2,64)	28,19 b (± 2,71)	29,53 a (± 3,66)	6,71 a (± 1,38)	8,84 b (± 1,04)

* Medias con letras diferentes en la misma columna, indicaron diferencias significativas a $p < 0,05$.

mineralización del nitrógeno orgánico. Cabe resaltar que PP tiene importantes aportes de sales magnésicas y sódicas, que incrementan la conductividad eléctrica y el pH de los suelos (Aponte y Paolini, 2013). La segunda componente principal (CP2) mostró que la mineralización del nitrógeno orgánico estuvo directamente relacionada con la actividad microbiana, así como la disponibilidad de potasio y magnesio de estos suelos, aún cuando se observó una disminución importante de la misma en las fracciones arenosas por sus bajos contenidos de compuestos orgánicos. La tercera componente principal (CP3) describió por un lado, el efecto benéfico de la fracción arenosa y bien aireada de ambos suelos sobre la actividad microbiana; y por otro parte, esta componente expuso la alta disponibilidad de magnesio en las fracciones finas de estos suelos. La cuarta componente principal (CP4) explicó que la actividad microbiana y la mineralización del nitrógeno estaban ligadas a la materia orgánica acumulada por deposición de los restos vegetales aportados por los pastos; así mismo, quedó en evidencia la fuerte interacción entre la materia orgánica

y la disponibilidad de calcio, magnesio y fósforo, posiblemente por el rol del calcio y magnesio en la formación de los complejos órgano-minerales, y/o la formación de compuestos orgánicos fosforados, así como de fosfatos de calcio y magnesio.

La baja correlación ($p < 0,05$) entre REND y CP4 ($r = 0,34$) expuso alguna influencia del carbono orgánico, calcio, magnesio y fósforo de estos suelos en la producción de biomasa seca del pasto. Sin embargo, cabe destacar que el contenido de carbono orgánico de estos suelos no fue alterado luego de cuatro años de aplicación de PP y FQ (Moreno *et al.*, 2016).

Por otro lado, REND mostró una correlación negativa ($p < 0,05$) con CP2 ($r = -0,41$), es decir, REND fue favorecido por las fracciones arenosas bien aireadas, a pesar de que había menor actividad microbiana y mineralización del nitrógeno. Esto sugiere la revisión de la operación del sistema de riego, especialmente en las zonas donde predominan las texturas finas del suelo.

En contraste, LIG, FAD, CEL y CEN estuvieron correlacionados ($p < 0,05$) con CP2 ($r = 0,41-0,77$) y

CP3 ($r = 0,34 - 0,69$); cabe señalar, que las aplicaciones de PP elevó significativamente la mineralización del nitrógeno en estos suelos, en comparación con FQ (Moreno *et al.*, 2016), lo cual habría incrementado FAD, CEL y CEN (cuadro 2). Así mismo, LIG mostró una correlación directa con la mineralización del nitrógeno ($r = 0,36$), especialmente con el aumento del pH originado por PP y FQ ($r = 0,40$); pero disminuyó significativamente con los incrementos en el contenido de carbono orgánico del suelo ($r = - 0,38$), a diferencia de lo observado para REND. En general, REND disminuyó en forma importante ($P < 0,05$) al aumentar LIG en los pastos ($r = - 0,39$), lo que sugiere que los niveles de materia orgánica en estos suelos mejora REND, mientras que la mineralización del nitrógeno orgánico influye principalmente sobre la lignificación de los pastos.

La granulometría de estos suelos afectó la respuesta de gran parte de estas variables ($p < 0,05$); así se observó una reducción de REND y HCEL en los pastos de aquellas áreas con mayor proporción de limos y arcillas, mientras que se favorecían los valores LIG, FAD, CEL y CEN. Lo contrario ocurrió en los pastos establecidos en zonas con mayor contenido de arenas. Las experiencias de Rincón (2005) explicaron un comportamiento similar de estas variables.

La extracción de nutrientes por el pasto habría influido en su contenido energético ($p < 0,05$), según lo expuso la correlación entre FAD y CEN ($r = 0,48$), y entre FND y el magnesio disponible en estos suelos ($r = 0,37$).

Por otra parte, los incrementos en la disponibilidad de fósforo causaron una disminución de HCEL ($r = - 0,34$).

El aumento del pH de estos suelos afectó negativamente ($P < 0,01$) el contenido de PC de los pastos ($r = - 0,43$); sin embargo, es importante señalar que el pH original de estos suelos ($pH = 5,48$) aumentó significativamente luego de aplicar ambos tratamientos ($pH = 6,18 - 7,04$), según lo señaló Moreno *et al.* (2016). No obstante, no hubo diferencias importantes en el valor de PC en los pastos obtenidos en cada tratamiento.

Finalmente, las correlaciones ($p < 0,05$) de LIG con FND ($r = 0,38$) y FAD ($r = 0,41$) expusieron la habitual dependencia observada entre la digestibilidad, cantidad de energía e índice de consumo de la materia seca aportada por el pasto; en tanto que HCEL mostró correlaciones positivas ($p < 0,01$) con PC ($r = 0,34$), pero disminuyó en forma más o menos proporcional a los incrementos de FAD ($r = - 0,73$), CEL ($r = - 0,72$) y CEN ($r = - 0,50$).

Conclusiones

La aplicación de PP durante cuatro años incrementó en 22 % el rendimiento del pasto bermuda gigante en comparación a FQ; sin embargo, los contenidos de PC, HCEL y LIG fueron similares para ambos tratamientos, mientras que los valores de FAD, FND, CEL y CEN fueron más elevados en los pastos con PP que en aquellos con FQ. El contenido de materia orgánica en estos suelos favoreció REND de estos pastos, mientras

que la mineralización del nitrógeno orgánico favoreció LIG, FAD, FND, CEL y CEN, especialmente cuando el pH se incrementó y los pastos estaban establecidos en zonas con texturas finas y alta disponibilidad de potasio y magnesio. Las texturas arenosas favorecieron REND y HCEL en estos pastos.

Literatura citada

- Aponte, H. y J. Paolini. 2013. Efecto del tipo de agua de riego sobre las propiedades bioquímicas de suelos bajo pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) en el Valle de Quíbor, estado Lara. XX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, San Juan de Los Morros, 25 al 29 de noviembre de 2013. Disponible en: http://svcs.org.ve/?page_id=249#
- Association of Oficial Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. 15th. Edition. Association of Oficial Analytical Chemists Inc., Arlington, Virginia. 558 p.
- Larreal, M.; V. Polo; L. Jiménez; L. Mármol y N. Noguera. 2013. Variabilidad de algunas propiedades físicas de la serie "Maracaibo", sector semiárido de la altiplanicie de Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Revista Científica UDO Agrícola, 13 (1): 93 – 103.
- Moreno, M., Y. Peña; Y. Mestre M.; R. Álvarez; O. Araujo; J. Ortega. Evaluación de los cambios producidos por la aplicación de purines de porcinos en las propiedades de los suelos de la altiplanicie de Maracaibo. pp. 287 – 292. Memorias XXI Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, San Cristóbal, Edo. Táchira, del 21 al 27 de noviembre de 2015. 420 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2014. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Working Paper Series, No. 2. Roma, Italia, 80p.
- Rincón, J. 2005. Gramíneas introducidas bajo riego en el semiárido venezolano. Pp. 188 – 192. En González-Stagnaro, C., Soto Belloso, E. (eds.). Manual de ganadería de doble propósito Ediciones Astro Data. Fundación Girarz. 719 p.
- Sánchez, M. 2001. Utilización agrícola del estiércol licuado de ganado porcino: Método rápido de determinación del valor fertilizante. Establecimiento de las bases para el diseño de un óptimo plan de fertilización. Tesis de Doctorado, Universidad de Valladolid, ETSIA Palencia. 322 p.