

Agricultura

Efecto de dos sistemas de labranza y aplicación de compost en el rendimiento de los pastos

Effect of two tillage systems and compost application in the yield of the grasses

Santa Laura Leyva Rodríguez¹; Alberto Masaguer Rodríguez²; Raquel Ruz Reyes³; Aime Baldoquin Pagan⁴

¹ DrC. en Ciencias Agrícolas, Universidad de Las Tunas, Las Tunas, Cuba.

² DrC. en Ciencias Químicas, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

³ DrC. Ciencias Agrícolas, Universidad de Las Tunas, Las Tunas, Cuba.

⁴ MSc. Ciencias Agrícolas, Universidad de Las Tunas, Las Tunas, Cuba

* **Autor para correspondencia:** laural@ult.edu.cu

Resumen

La respuesta del cultivo *Pennisetum purpureum*, a los sistemas de labranza en un suelo Luvisol háplico se evaluó en la zona norte del municipio de Las Tunas. El experimento estuvo constituido por dos parcelas principales en un diseño de parcelas divididas, con tratamientos al azar en tres repeticiones. Los tratamientos en las parcelas principales fueron labranza tradicional y labranza sin inversión del prisma, cada una dividida en 2 sub-parcelas diferenciadas por la aplicación de compost. Las variables medidas fueron: altura de las plantas, longitud y ancho de la cuarta hoja, número de yemas, hijos por macollas, relación hoja: tallo, masa seca de la raíz y masa fresca y seca de la planta. El sistema de labranza sin inversión del prisma con y sin compost incrementó los rendimientos del cultivo respecto a la labranza tradicional. La labranza tradicional afectó el desarrollo óptimo del sistema radicular y por consiguiente menor producción de biomasa.

Palabras clave: *P. purpureum* vc. Cuba CT-115, luvisoles, rendimientos, biomasa, manejo.

Abstract

The response of the *Pennisetum purpureum* crop to the tillage systems in a Luvisol haplic soil was evaluated in the northern area of the municipality of Las Tunas. The experiment consisted of two main plots in a split plot design, with randomized treatments in three replicates. The treatments in the main plots were traditional tillage and tillage without inversion of the prism, each one divided into 2 subplots differentiated by the application of compost. The variables were measured: plant height of plants, length and width of the fourth leaf, number of buds, number of offspring by tillers, leaf: stem ratio, dry root mass, and fresh and dry mass of the plant. The tillage system without inversion of the prism with and without compost increased yields of the crop compared to traditional tillage. Traditional tillage affected the optimal development of the root system and, consequently, lower biomass production.

Key words: *P. purpureum* vc. Cuba CT-115, luvisols, yields, biomass, management.



Recibido: 31 de abril, 2017
Aceptado: 5 de junio, 2017

Introducción

La seguridad alimentaria está muy relacionada con la producción sostenida de alimentos de origen animal. Una mejora de la productividad y la calidad de pastos y forrajes contribuiría a aumentar la producción de carne y leche (Khan y Pickett, 2009), por su gran capacidad de producir materia seca y suministrar proteína, energía, minerales, vitaminas y fibra al ganado bovino, por lo que el manejo de los pastos debe orientarse a la producción de grandes cantidades de biomasa, de gran valor nutricional. Las causas de la degradación de los pastos son múltiples y entre ellas, las prácticas agrícolas de sobrepastoreo (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura, 2016)), la baja fertilidad de los suelos debido al manejo inadecuado (Hernández y Sánchez, 2006) que culminan con la pérdida de cobertura y la consecuente degradación del suelo a causa de la erosión y la compactación (Landers, 2007). La alta densificación del suelo por efecto del pisoteo trae consigo el incremento del porcentaje de los meso y microporos a expensas de los macroporos y puede incrementar la capacidad de retención de agua, sin embargo este relativamente mayor contenido de agua, influye de forma negativa en los procesos del flujo de agua y aire (Kruger, Venanzi y Pereira, 2005).

El subsolado de suelos compactados o degradados puede dar excelentes resultados debido a la mayor infiltración de agua con aumentos inmediatos de rendimiento de más de 30 por ciento (FAO, 2002). Sin embargo, es una operación poco usual en las áreas ganaderas del municipio Las Tunas. En esta región, los suelos se preparan a base de aradura con la inversión del prisma y grada. Estos sistemas de manejo unido al pastoreo intensivo de animales, han provocado una fuerte compactación del suelo, con la subsecuente reducción de la aireación, flujo del agua, desarrollo radicular y por consiguiente del rendimiento de los pastos (Leyva, 2014).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de dos sistemas de labranza con aplicación o no de compost en los parámetros morfofisiológicos y en el rendimiento del cultivo *Pennisetum purpureum* vc. CT-115.

Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en la zona norte del municipio de Las Tunas, en la Vaquería 12 de la zona La Veguita caracterizada por presentar precipitaciones medias anuales de 1133 mm con una marcada diferencia entre los periodos lluviosos y poco lluviosos. En estos últimos solo se alcanzan entre 18-19 % de las lluvias caídas en el año. Los suelos se clasifican como Luvisoles háplicos (WRB), FAO (2007) con una diferenciación pedogenética de arcilla entre el horizonte superficial y el subsuelo.

El área donde se desarrolló la investigación se mantuvo con pastos naturales hasta el año 2006, en el que se establece el *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115. En el 2007 comienza el pastoreo con ganado de ordeño mestizo (Holstein-cebú), con una carga de 1,3 UGM ha⁻¹. El manejo responde a la tecnología de bancos de biomasa (Martínez *et al.*, 1996) que consiste en reservar para el periodo seco la mayor cantidad de biomasa de *P. purpureum*. No obstante, no se mantuvo una disciplina tecnológica y se acortaron los plazos para el pastoreo, por lo que no se han obtenido los resultados potencialmente posibles. El pastizal estaba constituido por el 15 % de *P. purpureum*, 8 % de suelo desnudo y 77 % de pastos (*Cynodon nlemfuen sis*). Por la baja presencia del *Pennisetum*, la agresividad de plantas invasoras, el deterioro del pastizal y la degradación de las propiedades físicas del suelo se hizo necesario recuperar el pastizal mediante siembras nuevas.

En la tabla 1 se muestran las características físicas y químicas de estos suelos.

Tabla 1. Características físico-químicas del sitio experimental

Indicadores	Valores
Textura	Franca arcillosa
pH	6.1
Densidad aparente (Mg m ⁻³)	
0-5 cm	1.34
5-10 cm	1.38
10-20 cm	1.44
20-30 cm	1.46
Materia orgánica (%)	4.66
P disponible (mg.100g ⁻¹)	16.0
Velocidad de infiltración (mm.h ⁻¹)	16.3

El experimento estuvo constituido por dos parcelas principales en un diseño de parcelas divididas, con tratamientos al azar en tres repeticiones. Los tratamientos en las parcelas principales fueron labranza tradicional (LT) y labranza sin inversión del prisma (LSP), cada una dividida en 2 subparcelas iguales. Las subparcelas fueron diferenciadas por las dosis de compost: 0 t.ha⁻¹ y 8.0 t.ha⁻¹. El tamaño de cada parcela principal fue de 361 m² para un área total de 2204,0 m². La LT consistió en la aplicación del arado de discos hasta los 20 cm de profundidad y dos pases de rastra. En LSP se realizó la labor de subsolación hasta 30 cm de profundidad y dos pases de rastras.

Se elaboró un compost con estiércol vacuno y aserrín de madera en una relación volumétrica 75:25. Para la aireación durante el proceso de compostaje se realizaron volteos semanales, controlando la temperatura entre 45-50°C y la humedad entre 50-60 %. Se aplicaron microorganismos eficientes en cada capa de aserrín, repitiendo la aplicación en los dos volteos iniciales. Las características químicas del compost obtenido se muestran en la Tabla 2.

El contenido de materia orgánica es la base de todo abono orgánico, se observa que los contenidos alcanzan casi 50 % de MO. La relación C/N es adecuada, para un tiempo de descomposición de 1 a 2 semanas y la mineralización rápida del N, con beneficios para el desarrollo de los cultivos. Los contenidos de N y P₂O₅ son altos y medios para el K₂O (Paneque, 1998).

La plantación se realizó el 20 de Noviembre del 2012 de forma manual, a los tallos se les eliminó la parte apical y se trocearon dejando de 4-6 yemas/esquejes (Cordoví, Herrera y Sarroca, 1980), se colocaron de manera horizontal en el fondo del surco a una profundidad de 20 cm y se cubrieron con 10 cm de suelo.

El 25 de Marzo de 2013, a los 125 días de la plantación, se realizó el corte de explotación. Se midieron los siguientes indicadores:

- Altura de las plantas (cm).
- Longitud y ancho de la cuarta hoja (cm).
- Número de yemas por tallo.
- Cantidad de hijos por macollas.
- Masa seca del sistema radicular (kg).
- Masa fresca y seca de la planta (kg).

Tabla 2. Características físico-químicas del sitio experimental

Composición química (%)				
Materia orgánica	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	C/N
50.0	1.70	0.57	0.33	17.0

- Relación hoja:tallo
- Rendimientos de la biomasa fresca y seca en t. ha⁻¹

Análisis Estadístico:

El análisis estadístico se realizó mediante el uso del paquete SPSS versión 15.0 para Windows. Se determinaron los principales estadígrafos (media aritmética, coeficiente de variación y error estándar de la media). Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA). La comparación de medias fueron separadas por la prueba de Tukey $p < 0,05$.

Resultados y discusión

La LT obtuvo los menores valores en todos los parámetros morfofisiológicos evaluados con diferencias significativas con LSP (Tabla 3).

El número de hijos y de yemas en los tallos, la altura de la planta y el ancho de la hoja fue mayor en los sistemas LSP, independientemente del empleo de compost, mientras que la longitud de la hoja no varió. Por otro lado, el empleo de compost mejoró significativamente en el número de yemas y altura de la planta para ambos sistemas de labranza y fueron los que más reflejaron el efecto del sistema LSP.

Las diferencias encontradas ofrecen información válida del comportamiento de los tratamientos. Debe considerarse además que los indicadores de crecimiento responden a características genéticas y sus variaciones solo se deben a las influencias externas en que las plantas crecen, entre ellas las condiciones de suelo, clima y los métodos de manejo que se les impongan.

En especies y variedades de gramíneas que se propagan por tallos vegetativos es de interés obtener plantas vigorosas, que manifiesten calidad en componentes reproductivos como la altura, grosor del tallo y el número de yemas/tallo (Pardilla, 2008).

En los parámetros de rendimiento (Tabla 4) se observó una influencia marcada de la interacción entre labranza y la aplicación del compost, con valores superiores en la LSP con compost. Todos los tratamientos difirieron entre sí, con el menor valor para LT sin compost, lo que parece indicar que la aplicación del compost favoreció el desarrollo del *P. purpureum* expresado por el aumento del rendimiento. La aplicación del compost contribuyó a satisfacer las necesidades de nutrientes, por cuanto su aplicación se realizó de forma localizada.

Tabla 3. Parámetros morfofisiológicos evaluados en el *P. purpureum* vc CT -115.

Tratamientos	Nº hijos	Nº yemas	Altura plantas (cm)	Ancho hojas (cm)	Largo hojas (cm)
LTc	10.33 b	3.77 c	43.95 c	2.03 b	66.6
LTsc	9.33 b	2.88 d	30.11 d	2.02 b	65.0
LSPc	13.66 a	6.89 a	68.06 a	2.36 ab	66.8
LSPsc	12.33 a	5.44 b	58.00 b	2.5 a	67.1
CV %	16.0	15.0	8.4	11.0	3.1
EE	0.54	0.06	0.04	0.071	0.61

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

LTc-Labranza tradicional+ compost; LTsc- Labranza tradicional sin compost LSPc- Labranza sin inversión del prisma+ compost; LSPsc- Labranza sin inversión del prisma sin compost.

La aplicación de compost en el sistema de LSP favoreció el rendimiento y la biomasa de raíz. En cambio, la relación hoja: tallo fue contrario. La tendencia a ser mayor la relación hoja: tallo en el sistema LT sin compost, puede estar relacionada con la altura de la planta, pues el crecimiento menor significa un menor número de tallos y yemas, mientras que una planta más vigorosa lógicamente debe tener indicadores de rendimiento mayores, como indica los datos en los sistemas LSP, principalmente cuando incluye el compost. La influencia positiva del compost se debe a la incorporación de elementos minerales carentes en este sistema como es el caso del potasio y el nitrógeno. Además estudios realizados por Galindo, Gutiérrez, Ramayo y Leyva (2014), en estos ecosistemas determinaron severas deficiencias de Cu y Zn.

Resultados obtenidos por Crespo (2006) señalan que el compost beneficia la producción de forraje y la fertilidad de los suelos y demuestra que el mejoramiento de campos forrajeros con la combinación de estiércol y subsolación, incrementan notablemente el rendimiento. La ventaja de la labranza a través de la subsolación profunda, sin la inversión del prisma, en suelos compactados, no solo radica en el mejoramiento de las propiedades físicas, sino además en la disminución de la mineralización de la ma-

teria orgánica. Cuando los residuos del cultivo se incorporan en el suelo mediante la labranza convencional, se acelera la mineralización del carbono y del nitrógeno haciendo que la MOS dentro de los macroagregados esté más disponible para los microorganismos, sin embargo, si los residuos quedan en superficie, son menos susceptibles a la degradación microbiana (Verhulst, François, Grahmann, Cox y Govaerts (2015) y un mayor almacenamiento de carbono en el suelo.

Los resultados obtenidos en los parámetros de crecimiento y rendimiento del cultivo no alcanzan los valores medios obtenidos por Crespo (2006); Padilla y Ayala (2006) en el occidente del país, posiblemente debido a las diferencias en la época de plantación. En este trabajo la plantación se realizó durante el periodo de escasas precipitaciones. Según Padilla (2003) la mejor época de plantación es a inicios del periodo lluvioso o tres meses posteriores.

Las diferencias en biomasa de raíz originadas por los sistemas de labranza fueron estadísticamente significativas. Por lo tanto, este indicador resultó también susceptible al impacto de las prácticas agrícolas empleadas y a la aplicación del compost. Además, existieron diferencias en las características de la raíz, predominando en

Tabla 4. Variación de los rendimientos y biomasa raíz en los sistemas LSP y LT con y sin compost.

Tratamientos	Masa fresca kg pl ⁻¹	Masa seca Kg pl ⁻¹	Relación Hoja/tallo	Masa seca raíz kg pl ⁻¹	Masa fresca t ha ⁻¹	Masa seca t ha ⁻¹
LTc	0.308 c	0.088 c	3,50 b	0.0033 c	10.20 c	2.90 c
LTsc	0.211 d	0.060 d	4,64 a	0.0024 d	6.10 d	1.98 d
LSPc	0.514 a	0.151 a	2,39 c	0.0040 a	17.00 a	5.00 a
LSPsc	0.406 b	0.112 b	2,45 c	0.0037 b	13.41 b	3.70 b
CV %	5.9	7,7	22	18	14	13
EE	0.043	0.044	0,034	0.0002	0,05	0.08

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

LTc-Labranza tradicional+ compost; LTsc- Labranza tradicional sin compost LSPc- Labranza sin inversión del prisma+ compost; LSPsc- Labranza sin inversión del prisma sin compost.

la LSP numerosos pelos absorbentes, mientras que en LT sobre todo sin compost, las raíces predominante carecían de pelos absorbentes. Esto puede repercutir en una menor absorción de agua y nutrientes por el cultivo. Si bien el desarrollo de las raíces se controla genéticamente, los factores ambientales también son de gran influencia (Trujillo, Fisher y Lal, 2006). La producción de un sistema fibroso de raíces finas ampliamente ramificado y con abundancia de pelos absorbentes permite explorar mayor volumen de suelo y penetrar los agregados del mismo (Parniske, 2004). Henin, Gras y Monnier (1972) plantean que en presencia de capas compactas las raíces presentan poca ramificación, su aspecto es rígido “en alambre” por la disminución del contacto raíces-partículas de suelo, lo cual coincide con las raíces desarrolladas en el sistema LT, que a pesar de que el suelo fue labrado y aireado hasta los 20 cm, la compactación de las capas más profundas afectó el desarrollo del sistema radicular.

Conclusiones

El sistema de labranza sin inversión del prisma con y sin aplicación de compost incrementó los rendimientos del *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT 115 respecto a la labranza tradicional. El compost favoreció los resultados productivos en ambos sistemas de labranza. La labranza tradicional a base de aradura y grada mantiene las capas compactas en el horizonte subyacente que influye desfavorablemente en el flujo del aire, agua y desarrollo radical de los pastos, por lo que la continuidad de esta práctica en las áreas ganaderas de la región no se justifica ni a corto ni largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Cordoví. E., Herrera. J & Sarroca. J. (1980). Métodos de siembra del King grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*) en suelos pardos tropicales 1ª ed. Ciencia y Técnica Agricultura. Pastos y Forrajes 3 (2), 52 p.
- Costa, K. A. P., Faquin, V., Oliveira, I. P., Severiano, E. C., Simon, G. A. & Carrijo, M. S. (2009). Extração de nutrientes docapim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. *Rev.Bras. Saúde Prod. An.* 10 (4), 801-812.
- Crespo, G. (2006). Utilización de la materia orgánica. En libro *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Ed. EDICA del Instituto de Ciencia Animal. Cuba.
- FAO (2002). Agricultura de conservación. Estudio de casos en América Latina y Africa. Boletín de suelos de la FAO 78. ISSN 1020-0657.
- FAO (2016). Ahorrar para crecer en la práctica. Guía para la producción sostenible de cereales. Roma. 55
- Galindo, J., Gutiérrez, O., Ramayo, M., & Leyva, L. (2014). Estatus mineral de las vacas y su relación con el sistema suelo-planta en una vaquería de la región oriental de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(3).
- Henin, S., Gras, R. & Monnier, G. (1972). El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Hernández, M. & Sánchez, S. (2006) Evolución de la composición química y la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles. En: IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción Pecuaria Sostenible. EEPF Indio Hatuey. Matanzas. Cuba. Programas y Resúmenes.
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. (2007). Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO. Roma.
- Khan, Z. & Pickett, J. (2009). Push-pull strategy for insect pest management. Nairobi. ICIPE.
- Kruger, R.H., Venanzi, S. & Pereira, S. (2005). Indicadores de calidad física de suelos. Efecto del pisoteo de animales en planteos de siembra directa. Boletín Técnico No. 4. ISSN.0329-109X.
- Landers, J.N. (2007). Sistemas tropicales de agricultura-ganadería en la agricultura de conservación. La experiencia en Brasil. *Manejo Integrado de Cultivos*, 5.

- Leyva, L. S., Masaguer, A. & Baldoquin, A. (2014). Efecto de sistemas de labranza en luvisoles dedicados a la producción de pastos. *Pastos y Forrajes*, 37(4), 408-412.
- Martínez, R.O., Herrera, R.S., Cruz, R & Torres V. (1996). Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30:1-11.
- Padilla, C. & Ayala, J.R. (2006). Plantación y establecimiento. En *Pennisetum purpureum* para la ganadería tropical. Herrera. R.S., Febles. G.J., Crespo, G.J. (Eds) EDICA. Cuba, 221 -241.
- Padilla, C. (2003). Siembra y establecimiento de pastizales de gramíneas tropicales. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba. CD-ROM.
- Padilla, C. (2008). Siembra y establecimiento de gramíneas tropicales. Memorias del curso «Estrategias de alimentación para el ganado bovino en el trópico». Instituto de Ciencia Animal. Diplomado en Ganadería Tropical. Modulo II. Dirección Regional del Sureste. Centro de Desarrollo Tecnológico. Tantakin. México. p. 75.
- Paneque, V.M. (1998). Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 29 p.
- Parniske, M. (2004). Molecular genetics of the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Plant Biol.* 7, 414-421.
- Trujillo, W., Fisher, M.J. & Lal, R. (2006). Root dynamics of native savanna and introduced pastures in the Eastern Plains of Colombia. *Soil Tillage Res.* 87(28).
- Verhulst, N., François, I., Grahmann, K., Cox, R. & Govaerts, B. (2015). Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT.