



Calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala

Quality of organic fertilizer made from pig manure and its effect on the yield of maize stover

Luis Moreno Ayala¹; José Cadillo Castro^{2*}; Julián Chura Chuquija³

¹ Agropecuaria Campo Real SAC, carretera Fernando Belaunde kg 32, Tabalosos, Tarapoto, San Martín, Perú. Email: luismoreno90490@gmail.com

² Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima 12, Perú. Email: jcadillo@lamolina.edu.pe

³ Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina, s/n, Lima 12, Perú. Email: chura@lamolina.edu.pe

Recepción: 13/06/2019; Aceptación: 15/05/2020

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad de abonos orgánicos (estiércol sólido, biosol y biol) elaborados a partir del estiércol líquido porcino, medidos a través del rendimiento forrajero, valor nutricional, utilidad neta del cultivo de maíz chala y propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha. El biosol y el biol se obtuvieron mediante fermentación homoláctica y el estiércol sólido a través de un proceso físico. Los tratamientos fueron: fertilizante químico (T1, control), estiércol sólido (T2), fertilizante químico + estiércol sólido (T3), biosol (T4) y biol (T5). Para el análisis estadístico del rendimiento forrajero se utilizó el diseño de bloques completamente al azar. El valor nutricional de la planta y las propiedades fisicoquímicas del suelo se obtuvieron a través de análisis de laboratorio. Los resultados para el rendimiento forrajero fueron estadísticamente no significativos ($p > 0,05$): altura planta (2,62, 2,75, 2,70, 2,76 y 2,55 m), peso mazorca (0,243, 0,264, 0,270, 0,266 y 0,230 kg), peso planta (1,01, 1,08, 1,05, 1,07 y 0,95 kg) y peso por hectárea (68,7, 73,9, 71,5, 73,1 y 64,5 t) respectivamente. El mayor valor nutricional se obtuvo con el T3 (proteína cruda 10,5%, extracto etéreo 1,6 %, fibra cruda 25,4% y fibra detergente neutra 54,8%). Mayor valor energético NDT (62,64%) y EN_L (1,41 Mcal/kg) se obtuvo con el T1. Mejores propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha se obtuvo con el T2: 2,56% materia orgánica, 59,4 ppm fósforo, 230 ppm potasio, clase textural franco. Mayor utilidad neta se obtuvo en el T2, S/4 270,40. Los resultados obtenidos permiten concluir que los abonos orgánicos sólidos son una buena alternativa al uso de fertilizantes químicos para el cultivo del maíz chala; mejoran

Forma de citar el artículo: Moreno, L.; Cadillo, J.; Chura, J. 2020. Calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol porcino y su efecto en el rendimiento del maíz chala. Anales Científicos 81 (1): 243- 253(2020).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v81i1.1635>

Autor de correspondencia (*): Cadillo, J. Email: jcadillo@lamolina.edu.pe

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

el rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta, la utilidad neta por hectárea y las características fisicoquímicas del suelo.

Palabras clave: Abono orgánico; Estiércol porcino; Biosol; Biol; Rendimiento forrajero; Valor nutritivo; Suelo; Utilidad neta.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the quality of organic fertilizers (solid manure, biosol and biol) produced from liquid swine manure measured through the forage yield, nutritional value, net utility of maize green forage, and physicochemical properties of post-harvest soil. Biol and biosol were obtained by homolactate fermentation and the solid manure by a physical process. The treatments were: chemical fertilizer (T1, control), solid manure (T2), chemical fertilizer + solid manure (T3), biosol (T4) and boil (T5). Lab analyses were used to obtain the nutritional value in the corn plant and physicochemical properties of the soil. The completely block design was used to analyzed the forage yield. No statistical differences were showed for forage yield ($p > 0,05$). plant height (2,62, 2,75, 2,70, 2,76 and 2,55 m), maize weight (0,243, 0,264, 0,270, 0,266 and 0,230 kg), plant weight (1,01, 1,08, 1,05, 1,07 and 0,95 kg) and yield by hectare (68,7, 73,9, 71,5, 73,1 and 64,5 t) were found by treatment (T1, T2, T3, T4, and T5; respectively). Crude protein (10,5%), ethereal extract (1,6 %), crude fiber (25,4%) and neutral detergent fiber (54,8%) were highest in the T3; NDT (62,64%) and EN L (1,41 Mcal/kg) were highest in the T1. Best physicochemical properties were found in the T2 (organic matter 2,56%, phosphorus 59,4 ppm potassium 230 ppm, and texture class loam). Highest net utility was found in the T2 (S/ 4 270,40). We conclude that swine solid manure and bisol are a good alternative to chemical fertilizer in the crop of maize, because they improve the forage yield, nutritional value of the plant, net utility by hectare, and physicochemical properties of soil.

Keywords: organic fertilizer; swine manure; Biosol; Bio; forage yield; nutritional value; soil; net utility.

1. Introducción

La producción comercial de cerdos se ha intensificado de manera significativa en las últimas décadas. Una mayor cantidad de cerdos se crían en confinamiento, las granjas son cada vez más grandes; lo que trae consigo una mayor concentración de animales y una mayor producción de estiércol, el mismo que tiene un impacto ambiental directo. Un almacenamiento adecuado reduce la cantidad de gases de efecto invernadero, asimismo la producción de biogás y abonos orgánicos contribuye a optimizar el uso del estiércol e incorporarlos en el ciclo de la producción agrícola (FAO, 2014).

La aplicación de excretas líquidas a las tierras es un método de disposición de la excreta cómodo y de bajo costo que también puede beneficiar al suelo a través del reciclado de nutrientes esenciales. Las excretas animales son benéficas para los suelos debido a que los organismos del suelo descomponen la materia orgánica que puede aumentar la capa arable, la aireación y la fertilidad, incrementar la capacidad de retención de agua y potencialmente reducir la erosión por viento y agua. La aplicación adecuada de excretas a las tierras puede sostener una producción intensiva de cosechas sin depender de adiciones significativas de fertilizantes externos; sin

embargo, su uso tiene límites que deben ser reconocidos y adecuados, de lo contrario la tierra a la que se aplica las excretas puede concentrar nutrientes que pueden degradar el suelo y la calidad del agua, amenazando la salud y el bienestar de la población, y destruir la sostenibilidad económica de los sistemas de producción de alimentos (Geohring & van Es, 1994).

Hay alternativas tecnológicas que permiten el uso racional del estiércol porcino, las cuales minimizan su efecto contaminante, del agua, suelo y aire. Entre las principales se tiene la producción de estiércol sólido para uso agrícola como fertilizante orgánico, la producción de abonos orgánicos (biol y biosol) a través de fermentación homoláctica, la producción de compost y humus, entre otros (Cadillo, 2008).

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad de abonos orgánicos elaborados a partir del estiércol líquido porcino, como el estiércol sólido, biol y biosol, medidos a través del rendimiento forrajero, valor nutritivo y utilidad neta del cultivo de maíz chala; así como sus efectos sobre las propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha.

2. Materiales y métodos

Lugar del estudio y duración

La etapa experimental del estudio se llevó a cabo entre los meses de enero a julio del 2016. El cultivo y la evaluación del rendimiento forrajero del maíz chala se realizó en el campo agrícola de la granja de cerdos de la empresa Analau S.A.C. ubicada en el distrito de Pachacamac-Lima. Los análisis de laboratorio respectivos se hicieron en laboratorios de la Universidad Nacional Agraria La Molina: El análisis de la composición química del estiércol sólido porcino y del suelo antes y después de la cosecha se hizo en el Laboratorio de Análisis

de Suelos; el análisis nutricional de la planta, en el Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos; la preparación y los análisis del biosol y biol, en el Laboratorio de Biotecnología Ambiental y Biorremediación y el análisis microbiológica del estiércol sólido porcino en el Laboratorio de Ecología Microbiana “Marino Tabusso”.

Preparación de abonos orgánicos a partir del estiércol líquido porcino

Obtención del estiércol sólido

Recolección del estiércol líquido (fresco) en pozas de almacenamiento, luego separación de la parte líquida de la sólida con una prensa (proceso físico).

Preparación del biol y biosol

Se utilizó como sustrato la mezcla del estiércol líquido (80%), Bio-lac (10%) y melaza (10%). En la [Figura 1](#) se muestra los pasos que se siguió para la preparación del biol y biosol.

Rendimiento forrajero del maíz chala

Altura de la planta (AP): Se midió desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja bandera. *Peso fresco de planta (PFP):* Se pesaron 15 plantas de cada parcela de los surcos centrales. *Peso fresco por hectárea (PFha):* Teniendo como base el peso promedio de la planta se calculó el peso total por hectárea de cada tratamiento.

Valor nutricional de la planta

Se obtuvo a través del análisis proximal, para lo cual se tomaron al azar dos plantas de los surcos centrales de cada parcela. Los nutrientes fueron evaluados al 100% de materia seca: Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Fibra Cruda (FC), Extracto Libre de Nitrógeno (ELN) y Fibra Detergente Neutra (FDN).

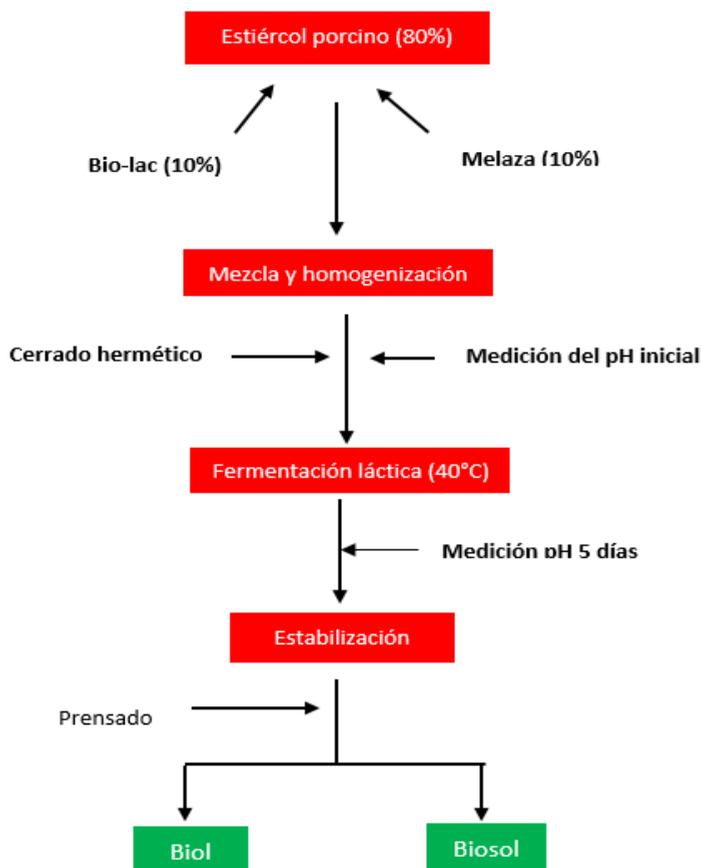


Figura 1. Preparación de los abonos orgánicos acelerado

El valor energético se calculó por el método de [Bath et al. \(1978\)](#):

$$\text{NDT (\%)} = 1,5 \text{ PC\%} + 1,75 \text{ EE\%} + 0,45 \text{ FC\%} + 0,0085 \text{ ELN}^2\% + 0,25 \text{ ELN\%} - 3,4$$

$$\text{Energía Neta de Lactancia, EN}_L \text{ (Mcal/kg)} = (0,0245 \text{ NDT}) - 0,12$$

Características fisicoquímicas del suelo

Las muestras de suelo fueron tomadas antes de la siembra y después de la cosecha. Los principales indicadores químicos y físicos del suelo evaluados fueron: Conductividad Eléctrica (CE), pH, Materia Orgánica, Fosforo, Potasio, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y Clase Textural.

Costo de producción y beneficio neto

Costo de producción: Sumatoria de todos los gastos realizados en el proceso experimental, que en forma directa o indirecta influyen en el proceso de producción.

Utilidad neta: Ingreso bruto menos el costo de producción de cada uno de los tratamientos.

Tratamientos

Se tuvo cinco tratamientos: T1, Fertilizante químico (control); T2, Estiércol sólido; T3, Estiércol sólido + Fertilizante químico; T4, Biosol y T5, Biol.

Población y muestra

El campo experimental tuvo 25 parcelas, cada una con un área de 30,6 m² (6 x 5,1 m); cinco parcelas por tratamiento distribuidas al azar. Cada parcela tuvo aproximadamente 200 plantas (1,000 plantas por tratamiento). Se tomaron 15 plantas al azar de los surcos centrales de cada parcela (75 plantas por tratamiento) para las evaluaciones de rendimiento forrajero y 10 plantas por tratamiento para el valor nutricional.

Diseño estadístico

El análisis estadístico se realizó a través del diseño de bloques completamente al azar (DBCA). El bloqueo se hizo teniendo en cuenta el nivel de infiltración de agua en el suelo.

3. Resultados y discusión

Evaluación de la calidad de abonos orgánicos

Determinación del pH

El valor del pH de los biofermento o bioabonos acelerados (biol y biosol) es un indicador de su calidad y de uso para fines

agrícolas. El pH descendió drásticamente hasta valores inferiores a 4,0 desde el segundo día de fermentación láctica y se mantuvo prácticamente estable hasta el quinto día de medición (Figura 2). Resultados similares encontraron [Cornejo \(2011\)](#) y [Noa \(2013\)](#), quienes reportaron un descenso del pH a partir del primer día de fermentación hasta el quinto día de medición, valores de pH inferiores a 4,0. Al respecto [Román \(2012\)](#) menciona que la adición del Bio-lac (acelerador fermentativo) intensifica la fermentación, a tal grado de alcanzar una predominancia de *Lactobacillus* al quinto día de fermentación, con un pH generalmente inferior a 4,0. Asimismo, [Carrasco et al. \(2002\)](#) indican que el grado de acidez es un buen indicador de la eficiencia fermentativa. [Fernández et al. \(2013\)](#) y [Peralta et al. \(2016\)](#) manifiestan que un pH bajo favorece la fijación de nutrientes al hacerlo más soluble y por lo tanto más disponible para su absorción por las plantas. Por otro lado, [Félix et al. \(2008\)](#) manifiestan que cuando la acidez aumenta se solubilizan los gases de efecto invernadero como metano y dióxido de carbono, reduciendo la contaminación ambiental.

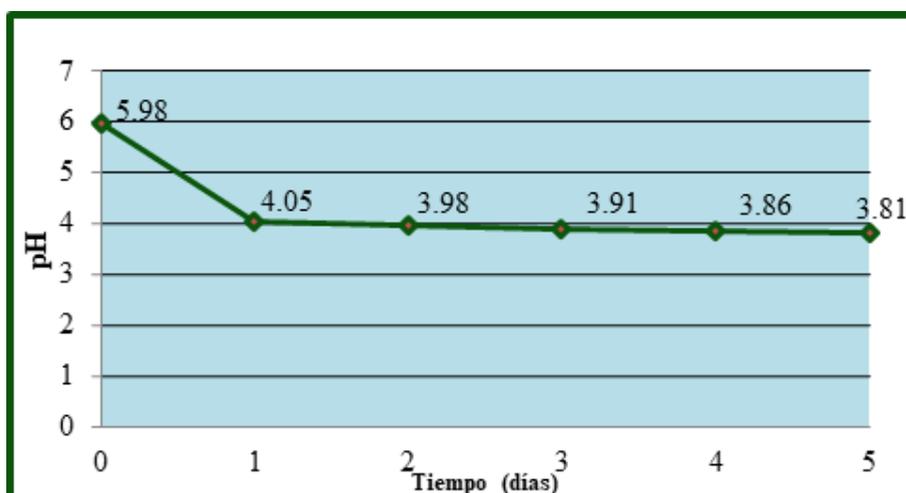


Figura 2. Variación del pH del biofermento acelerado

Análisis microbiológico de los abonos orgánicos

El estiércol porcino presenta una alta carga bacteriana mayor a 11×10^2 de coliformes totales, fecales y *E. coli*, mientras que los bioabonos acelerados (biosol y biol) producido con éste, prácticamente la carga de coliformes totales, fecales y *E. coli* está ausente (Tabla 1). Esto se debe al efecto del pH ácido consecuencia de la fermentación láctica. Según Vásquez (2008) una reducción en el pH, lo que genera un ambiente ácido, es poco propicio para la proliferación de bacterias gram positivas y gram negativas; y al no haber bacterias putrefactivas los olores característicos de las excretas disminuyen. Resultados similares encontraron Noa (2013) y Quiñones (2016) donde no encontraron presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *E. coli*, debido a la fermentación homoláctica, que produce ácido láctico como producto de la fermentación. Asimismo, Adensoye *et al.* (2008) y Peralta *et al.* (2016) indican que con el pH bajo se produce bioabonos de alta calidad nutricional y microbiológica, garantizan la ausencia de patógenos no deseables como los enteropatógenos, putrefactivos, metanogénicos, etc.

Tabla 1. Carga microbiana del estiércol porcino y bioabono acelerado

Parámetros	Estiércol porcino	Bioabono acelerado
Coliformes totales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
Coliformes fecales (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
<i>E. coli</i> (NMP/g)	$> 11 \times 10^2$	< 3 (ausente)
<i>Lactobacillus sp</i> (UFC/g)	59×10^7	27×10^2

NMP: Número más probable

UFC: Unidad formadora de colonias

Evaluación del rendimiento forrajero

Altura de planta

No se encontró diferencias estadísticas

($P > 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 2) mediante la prueba de Duncan. Numéricamente los tratamientos T4 (biosol) y T2 (estiércol sólido) fueron los que presentaron mayor altura, 2,76 y 2,75 m respectivamente; lo cual indica que los abonos orgánicos sólidos tienden a mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo, favoreciendo al cultivo en su desarrollo (López *et al.*, 2001; Álvarez, 2010).

Peso Fresco de la Planta

Al realizar la prueba de Duncan no hubo diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos (Tabla 2). Los mayores pesos se obtuvieron con los tratamientos T2 (1,08 kg) y T4 (1,07 kg). Hernández *et al.* (2009) al utilizar abono orgánico y fertilizante químico en la producción de maíz forrajero lograron mayores pesos con los primeros, resultados concordantes con los obtenidos. Guerrero (1993) indica que el estiércol porcino es el abono orgánico que contiene mayor valor nutricional (nitrógeno, fósforo y potasio) en comparación con la de otras especies, lo que hace que las plantas tengan un mayor crecimiento.

Peso fresco por hectárea

En la (Tabla 2) al realizar la prueba de Duncan no se encontró diferencias estadísticas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

El mayor peso fresco por hectárea se obtuvo con el T2 (73,8 t), seguido del T4 (73,1 t). Estos resultados son consecuencia de los obtenidos en el peso fresco de la planta.

Hay trabajos de investigación como las de Hernández *et al.* (2009) y Salazar *et al.* (2007) que, al comparar fertilizantes químicos con los orgánicos, han obtenidos mejor respuesta con éstos últimos; lo cual coincide con los obtenido en este trabajo.

El resultado más bajo en las variables evaluados se ha tenido con el tratamiento

T5 (biol), lo que se podría deber a que los abonos foliares son usados en los cultivos por aspersión directo a las hojas y generalmente son usados como un fertilizante suplementario, a comparación del abono sólido que va directo al suelo y la planta lo asimila y absorbe la mayoría de nutrientes por esta vía.

Tabla 2. Rendimiento forrajero

Parámetro	Tratamiento				
	T1	T2	T3	T4	T5
Altura de planta, m	2,62 ^a	2,75 ^a	2,70 ^a	2,76 ^a	2,55 ^a
Peso fresco de planta, kg	1,01 ^a	1,08 ^a	1,05 ^a	1,07 ^a	0,95 ^a
Peso fresco por ha, t	68,7 ^a	73,8 ^a	71,5 ^a	73,1 ^a	64,2 ^a

T1: Fertilizante químico (control)

T2: Estiércol sólido

T3: Estiércol sólido + fertilizante químico

T4: Biosol

T5: Biol

^a Superíndices iguales dentro de filas indican que no hay diferencia estadística ($p > 0,05$)

⁷ K23 as found in the T2 (S/4)

Valor nutricional de la planta

En la [Tabla 3](#) se presenta los resultados del análisis químico nutricional ajustado al 100 % en materia seca. Las plantas de los distintos tratamientos estuvieron en el mismo periodo vegetativo (grano pastoso), 93 días edad de cosecha. Respecto a la proteína se observa que el tratamiento T3 tuvo el valor más alto (10,5%), superioridad explicada por la disponibilidad de nutrientes minerales aportados por el fertilizante químico y por el mejoramiento de las propiedades fisicoquímica y biológica del suelo aportado por el estiércol sólido. La combinación de ambos abonos resulta mejor para este caso. [Hernández *et al.* \(2009\)](#), encontraron con fertilizante químico el valor más alto en proteína, 12,68%, seguido del biocompost, 10,41% y vermicompost con 10,23%. [Cueto *et al.* \(2003\)](#) indican que el contenido de proteína cruda se incrementa al aumentar la dosis de estiércol o fertilizante nitrogenada.

Para el caso de la Fibra Detergente Neutra (FDN), que considera carbohidratos estructurales y está correlacionada negativamente con el consumo del alimento ([Mertens, 2002](#)), todos los tratamientos están muy por debajo de los límites máximos, 70% según la [NRC \(2001\)](#) que afecta tanto el consumo como la digestibilidad de los forrajes. [Hernández *et al.* \(2009\)](#) encontraron valores más altos con fertilizantes químicos, 52,18%, en comparación con abonos orgánicos. Resultados inferiores a 44,6% fueron encontrados por [Núñez *et al.* \(2006\)](#) al usar abonos orgánicos e indican que éstos son una buena alternativa para sustituir los fertilizantes químicos.

Valor energético

El valor energético estimado de los tratamientos calculados según las ecuaciones de [Bath *et al.* \(1978\)](#) se muestran en la [Tabla 5](#). Los valores de los diferentes tratamientos son bastante similares, teniendo un ligero mayor valor energético el tratamiento T1, resultado que está en concordancia porque éste tiene un mayor contenido de materia seca y extracto libre de nitrógeno, componentes importantes de la calidad del forraje.

Propiedades fisicoquímicas del suelo post cosecha

En el [Tabla 6](#) se presenta los resultados de la caracterización del suelo, antes de la siembra y luego de la cosecha. Se puede observar que en todos los tratamientos se tiene valores cercanos a la neutralidad, lo cual es conveniente para los cultivos, ya que los elementos nutritivos del suelo están más fácilmente disponibles y en un equilibrio más adecuado.

Tabla 3. Análisis químico nutricional de los tratamientos

Nutrientes	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Proteína total, %	8,9	8,7	10,5	9,6	9,7
Grasa, %	1,3	1,4	1,6	1,3	1,4
Fibra Cruda, %	26,2	28,3	25,4	29,8	27,9
ELN, %	56,9	54,5	54,0	51,2	53,4
FDN, %	55,6	56,3	54,8	55,8	56,9

T1: Fertilizante químico (control)

T2: Estiércol sólido

T3: Estiércol sólido + fertilizante químico

T4: Biosol

T5: Biol

Tabla 5. Valor energético estimado

Valor energético	Tratamiento				
	T1	T2	T3	T4	T5
NDT, %	62,64	60,66	61,19	58,41	60,35
EN _i , Mcal/kg	1,41	1,37	1,38	1,31	1,36

T1: Fertilizante químico (control)

T2: Estiércol sólido

T3: Estiércol sólido + fertilizante químico

T4: Biosol

T5: Biol

Tabla 6. Caracterización de las propiedades fisicoquímicas del suelo, inicial y post cosecha

Tratamiento	Ph	C.E. (1:1) dS/m	M.O. %	P ppm	K ppm	Clase textural	CIC
Inicial	6,93	3,42	1,0	23,5	183	Franco	21,92
Post cosecha							
T1	7,04	1,47	1,0	24,7	170	Franco Arenoso	19,50
T2	7,33	1,25	2,56	59,4	230	Franco	19,94
T3	7,38	1,80	1,8	40,1	198	Franco	20,80
T4	7,80	1,10	1,46	26,4	195	Franco	19,84
T5	7,86	1,63	1,38	19,8	152	Franco	20,95

T1: Fertilizante químico (control)

T2: Estiércol sólido

T3: Estiércol sólido + fertilizante químico

T4: Biosol

T5: Biol

Post cosecha

Asimismo la Conductividad Eléctrica (C.E.) en todos los tratamientos está por debajo de 2,0 dS/m, lo cual indica que es un suelo no

salino y no tiene efectos de salinidad para los cultivos (Gallart, 2017). La materia orgánica en el suelo antes de la siembra fue de 1 %, clasificado como bajo; luego de la cosecha se obtuvo valores superiores en los tratamientos donde se usó abonos orgánicos, en especial en el T2 (estiércol porcino), 2,56 %, seguido de T4 (1,46 %). Salazar *et al.* (2007) encontraron 2,21 % de materia orgánica al final de un experimento donde usaron estiércol de bovino. Julca *et al.* (2006) encontraron similares resultados y señalan que la adición de materia orgánica al suelo afecta positivamente el contenido de materia orgánica y otros elementos de éste, recomienda su uso para mejorar suelos muy pobres. Valores superiores a 1,5 % son los indicados para prácticas agrícolas; ya que la materia orgánica juega un papel clave en la fertilidad de los suelos como fuente de nutrientes para las plantas y fuente de energía para los microorganismos (Lal, 2004). Asimismo evita la disgregación de las

partículas del suelo

y disminuye su

erosión, mantiene

la humedad

disponible para los

cultivos durante

un tiempo mayor y

evita oscilaciones

de la temperatura

y mejora la vida

microbiológica del

suelo (Sales, 2006).

El contenido de

fosforo disponible

antes de la siembra

fue de 23,5 ppm, el

único tratamiento

que tuvo una

menor cantidad

fue el T5; el resto de tratamientos en

especial los tratamientos T2 y T3 (59,4

y 40,4 ppm respectivamente), donde se

usó estiércol porcino, tuvieron cantidades

mucho mayores. Esto se debe principalmente a que el estiércol porcino tiene alto porcentaje de fósforo, debido a que las dietas con las que son alimentados los cerdos, tienen altas cantidades de P y son aprovechadas menos del 50 %. [Vásquez \(2008\)](#) trabajo con bioabonos como el bokashi, compost y biol, y encontró valores inferiores con los abonos líquidos, similar a nuestros resultados, esto debido a que los abonos foliares son aplicados directamente a las hojas, lo cual no permite que los nutrientes sean directamente aprovechados por las plantas. El contenido de potasio prácticamente tuvo el mismo comportamiento, fue más elevado en los tratamientos T2, T3 y T4 donde se usó abonos orgánicos sólidos.

Costo de producción y utilidad neta

Los costos de producción y la utilidad neta por hectárea de maíz chala de los tratamientos se consignan en la [Tabla 7](#). Los mayores ingresos se obtuvieron con los tratamientos T2 y T4, S/ 8129,00 y S/ 8041,00, respectivamente y los menores costos de producción, con los tratamientos T5 y T4, S/ 3511,70 y S/ 3858,60, respectivamente. La mayor utilidad neta se obtuvo con el T2, S/ 4270,40 y la menor con el tratamiento T1, S/ 3116,20, debido a los mayores costos del fertilizante químico. Al respecto, [Cantarero y Martínez \(2002\)](#) encontraron una mayor utilidad neta al usar gallinaza, S/ 3000,00 en comparación con el fertilizante químico, S/ 2850,00. Asimismo, [Pavón y Zapata \(2012\)](#) encontraron resultados similares al presente estudio al utilizar bioabonos en el maíz forrajero, donde lograron menores costos en comparación con el uso de fertilizantes químicos.

Tabla 7. Costo de producción y utilidad neta

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Ingreso S/ x ha	Costo Producción S/ x ha	Utilidad Neta S/
T1	68,7	S/ 7557,00	S/ 4440,80	S/ 3116,20
T2	73,9	S/ 8129,00	S/ 3858,60	S/ 4270,40
T3	71,5	S/ 7865,00	S/ 3901,90	S/ 3963,10
T4	73,1	S/ 8041,00	S/ 4342,40	S/ 3698,60
T5	64,2	S/ 7062,00	S/ 3511,70	S/ 3550,30

T1: Fertilizante químico (control)

T2: Estiércol sólido

T3: Estiércol sólido + fertilizante químico

T4: Biosol

T5: Biol

4. Conclusiones

Para las condiciones experimentales y los tratamientos evaluados, permiten evidenciar que el uso de abonos orgánicos sólidos, estiércol sólido de porcinos y biosol, son una buena alternativa al uso de fertilizantes químicos para el cultivo del maíz chala; mejoran el rendimiento forrajero, valor nutricional de la planta y permite obtener una mayor utilidad neta por hectárea, así como mejoran las características fisicoquímicas del suelo.

5. Agradecimiento

Blgo. Juan G. Juscamaita Morales, Laboratorio de Biorremediación-UNALM

6. Literatura citada

- Álvarez, F. 2010. Manual de preparación y uso de biol. Editorial Soluciones Prácticas. Primera edición. 11-13 p.
- Bath, D.; Dickinson, F.; Turker, H.; Appleman, R. 1978. Dairy cattle: principles, practices, problemas, profits. 2ª. Ed. Lea y Febinger, Philadelphia.
- Cadillo, J. 2008. Producción Porcina: conociendo al Cerdo. Primera Edición. Lima, Perú, Juan Gutemberg. 48-56 p.

- Cantarero, R.; Martínez, O. 2002. Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno, y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) Variedad NB-6. Diploma Ing. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. p. 39.
- Carrasco, M.; Scarincini, H.; Simonetta, A. 2002. Antibacterial Activity of Lactic Acid Bacteria Isolated from Argentinian Dairy Products. The Australian Journal of Dairy Technology. 57 (1): 15-19.
- Cornejo, M. 2011. Efecto de un bioprotector comercial en la reducción pH y carga microbiana putrefactiva en efluentes porcinos. Tesis de Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 45-61.
- Cueto, W.; Quiroga, H.; Becerra, C. 2003. Efecto del nitrógeno total disponible sobre el desarrollo del ballico anual, producción y calidad de forraje y acumulación de nitratos. México Terra (21):285-295.
- FAO [Food and Agriculture Organization]. 2014. Cerdos y el medio ambiente. División de Producción y Sanidad Animal.
- Félix, J.; Sañudo, R.; Rojo, G.; Martínez, R.; Olalde, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai 4 (1): 57-67.
- Fernández, V.; Sotiropoulos, T.; Brown, P. 2013. Foliar Fertilization Scientific Principles and Field Practices. 1th ed. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, France. 140 p
- Gallart, F. 2017. La conductividad eléctrica del suelo como indicador de la capacidad de uso de los suelos de la zona norte del Parque Natural de la Albufera de Valencia. Tesis de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural. Universidad Técnica de Valencia-España.
- Geohring, L.; van Es, H. 1994. Liquid manure application systems. Rochester, New York. Northeast Regional Agriculturae Engineering Service-Cooperative Extension. p 116-174.
- Guerrero, J. 1993. Abonos Orgánicos: Tecnología para el Manejo Ecológico de Suelos. RAAA. Lima, Perú. 90 p.
- Hernández, M.; Leos, J.; Preciado, P.; Orona, I.; García, J.; Orozco, J. 2009. Application of organic fertilizers in the production of forage corn with drip irrigation. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. México, Terra Latinoamericana. v. 27, p. 329-336.
- Julca, A.; Meneses, L.; Blas, R.; Bello, S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Chile, IDESIA 24(1):49-61.
- Lal, I. 2004. Soil carbón sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304:1623-1627.
- López, M.; Díaz, A.; Martínez, E.; Valdez, C. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. Terra 19:293-299.
- NRC [National Research Council]. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7a Ed. National Academy Press, Washinton, D.C.
- Noa, J. 2013. Uso de complejo enzimático y bioprotector comercial sobre la estabilidad y transformación de excretas porcinas. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. p. 79-83.
- Núñez, G.; Peña, A.; González, F.; Faz, R. 2006. Características de híbridos de maíz de alto rendimiento y calidad

- nutricional de forraje: Maíz forrajero de alto rendimiento y calidad nutricional. 3 ed. INIFAP. Torreón, Coah, México. p. 45-97.
- Pavón, J.; Zapata, O. 2012. Comparación de tres fertilizantes orgánicos y un combinado en el cultivo de maíz (*Zea mays*), en el campus agropecuario de la UNAN-LEÓN. Tesis de Ing. Agroecología Tropical. Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN- LEON. p. 45-53.
- Peralta, L.; Juscamaita, J.; Meza, V. 2016. Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología Aplicada* 15(1):1-10.
- Román, C. 2012. Tratamiento biológico de la cuyinaza a través de un proceso de fermentación homoláctica. Tesis Ing. Ambiental. Lima, Perú, UNALM. p. 120-141.
- Sales, B. 2006. Caracterización de la materia orgánica de suelos representativos de ecosistemas amazónicos del Perú e influencia de su uso y manejo en el secuestro del carbono. Tesis Doctoral en Ciencias Químicas. Universidad de Sevilla-España. Pp. 162.
- Salazar, E.; Trejo, I.; Vázquez, C.; López, J. 2007. Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. *Rev. Int. Bot. Exp.* 76(1):169-185.
- Vásquez, D. 2008. Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Tesis Ing. Zootecnista. Riobamba, Ecuador, ESPC. p. 3-19.