

Evaluación de compost a base de residuos de la industria azucarera con gallinaza y estiércol bovino

Bobadilla Galeano, Silvia P.; pao_bq_93@hotmail.es; González, Alba L.; alizgon@gmail.com;
Leguizamón Rojas, Carlos A.; carlos.leguizamon@agr.una.py; Zacarias Servin, Doralicia;
doralicia.zacarias@gmail.com

Universidad Nacional de Asunción

Resumen

El uso de compost producido a base de residuos de industria azucarera y de la cría de animales es una alternativa para corregir la fertilidad del suelo, reciclar los nutrientes y minimizar procesos de contaminación por la deposición inadecuada de los mismos. El experimento tiene como objetivo evaluar dosis de compost a base de residuos de la industria azucarera como mejorador de las características químicas del suelo. El experimento tuvo un arreglo factorial, siendo los factores, tipos y dosis de compost. El compost fue a base de residuos de la industria azucarera con estiércol bovino (C-EB) y con gallinaza (C-G), las dosis evaluadas de compost fueron 0; 2,11; 4,23; 6,34; 8,45; 10,56; 12,68 t ha⁻¹. El experimento se realizó en invernadero en la Facultad de Ciencias Agrarias utilizando macetas de 5 L con 7,1 kg de suelo. En los mismos fue sembrado trigo como planta indicadora, siendo dispuestos los tratamientos en bloques completos al azar. El experimento fue conducido por tres meses y el trigo por 60 días. Las mediciones en el trigo y en las propiedades químicas del suelo fueron sometidas a análisis de varianza. En las propiedades químicas del suelo el fósforo presentó diferencias significativas con la aplicación de compost (C-G), a dosis de 12,68 t ha⁻¹ alcanzó un máximo de 21,22 mg kg⁻¹ se ajustó a una ecuación lineal ($y = 1,4752x + 0,9223$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 96\%$), que indicó un aumento por cada tonelada adicional de Gallinaza.; el magnesio presentó diferencia entre los tipos de compost siendo superior en el compost (C-G); las variables de Ca⁺², Mg⁺², K⁺, conductividad eléctrica y pH no presentaron diferencias significativas. La materia seca área y radicular presentaron diferencias significativas para ambos compost, alcanzando un peso de 20,00 y 11,55g respectivamente con la aplicación de 8,45 t ha⁻¹ de C-EB. En conclusión

los abonos orgánicos combinados con los residuos de la industria azucarera son una alternativa viable para la producción orgánica.

Palabras clave: Propiedades química del suelo, Compost, Gallinaza, Estiércol bovino

INTRODUCCIÓN

La tendencia mundial por el consumo de productos orgánicos va creciendo a nivel mundial, siendo cada vez más los consumidores que exigen alimentos etiquetados como inocuos para la salud, denominados ecológicos, orgánicos o naturales. Para cultivar o producir estos alimentos, el agricultor debe cumplir con normas y prácticas de conservación de suelos y sin empleo de insumos químicos.

En la producción orgánica al limitarse el uso de insumos químicos, es requerido buscar alternativas para corregir las deficiencias de los suelos ocasionadas por su continuo uso. Medidas para esta corrección es el reciclaje de los nutrientes, la aplicación de residuos de animales, uso de subproductos de industrias, entre otros. Además estos residuos pueden ser mejorados a través de técnicas de compostaje que se obtiene como resultado de la descomposición de la materia orgánica en presencia de oxígeno, gracias a la acción de microorganismos que viven en la misma.

El compost es un conjunto de desechos orgánicos y materiales biodegradables que se puede emplear como recuperador del suelo, pues puede contribuir en el mejoramiento de su estructura, aireación, capacidad de retención de agua, contenido de nutrientes, de manera a obtener mejor resultado en plantas de jardín, huertas, cultivos intensivos, árboles frutales y forestales.

El experimento tuvo como objetivo general evaluar tipos y dosis de compost a base de residuos de la industria azucarera como mejorador de las características químicas del suelo; y como objetivos específicos: determinar el efecto de tipos y dosis de dosis de compost en la

concentración de fósforo disponible, pH; calcio, magnesio y potasio intercambiables; conductividad eléctrica del suelo. Evaluar en la planta de trigo materia seca aérea y radicular.

Como hipótesis del trabajo se plantean; la aplicación de dosis creciente de compost disminuirá la acidez y aumentará la concentración de nutrientes del suelo, siendo que, el compost con gallinaza posibilitará un mejor desarrollo del trigo y una mayor concentración de nutrientes en el suelo, en relación al compost con estiércol bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización de la investigación

La investigación fue conducida en el marco del Proyecto “Manejo sostenible de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos”, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). El trabajo se realizó en invernadero, localizado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción, en la ciudad de San Lorenzo, Departamento Central.

El suelo utilizado fue obtenido del distrito de Arroyos y Esteros, Departamento de Cordillera del área de influencia de la Cooperativa Manduvira situada a 67 km de Asunción.

Tabla 1. Análisis del suelo de parcela de socio de la cooperativa Manduvira, Arroyos y Esteros utilizado en el experimento. Laboratorio de Suelos FCA/UNA. San Lorenzo, 2017.

Prof.	pH	MO	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³	Clase	Color	
cm		%	mg kg ⁻¹cmol _c kg ⁻¹				textural	Munsell	Descripción	
0-10	5,7	0,74	3,2	1,43	0,73	0,02	0,01	0,0	Arenosa	7,5 YR 5/3	Marrón pálido

La cooperativa cuenta con la industria azucarera orgánica “Manduvira”, y actualmente está en proceso de elaborar compost con los residuos de la industria azucarera y otros productos como el estiércol bovino y la gallinaza, para enriquecer el compost.

Tabla 2. Análisis de compost de industria azucarera con estiércol bovino (C-EB) y con gallinaza (C-G) de Cooperativa Manduvirá, Arroyos y Esteros. Laboratorio de Suelos FCA/UNA. San Lorenzo, 2017.

Código	pH	CO	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Cu	Zn	Fe	Mn
			%.....					mg kg ⁻¹	
(C-EB)	7,3	5,8	1,18	0,99	0,19	0,24	0,03	49	258	6000	629
(C-G)	7,1	8,2	2,01	3,08	0,58	0,53	0,12	149	548	4500	1259

Diseño experimental y tratamientos

Se realizó un experimento factorial, siendo los factores tipos y dosis de compost. Los tipos de compost fueron dos, producidos a bases de residuos de la industria azucarera, con estiércol bovino (C-EB) y con gallinaza (C-G). Los tipos de compost fueron aplicados en siete dosis, según se presenta en la Tabla 3, totalizando 14 tratamientos.

El experimento se condujo en invernadero utilizando macetas de 5 L. La unidad experimental está compuesta por dos macetas y se tuvo cuatro repeticiones, totalizando 112 macetas experimentales. Los tratamientos se distribuyeron según un diseño en bloques completamente al azar.

Tabla 3. Tipos y dosis de compost a base de residuos de industria azucarera, con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G) utilizados con suelo para producción de caña de azúcar de Arroyos y Esteros. San Lorenzo, 2017.

Tratamientos	Descripción	Dosis (t ha ⁻¹)	Cantidad de compost por maceta (g)
T ₁	C-EB	0	0
T ₂	C-EB	2,11	5
T ₃	C-EB	4,23	10
T ₄	C-EB	6,34	15
T ₅	C-EB	8,45	20
T ₆	C-EB	10,56	25
T ₇	C-EB	12,68	30
T ₈	C-G	0	0
T ₉	C-G	2,11	5
T ₁₀	C-G	4,23	10
T ₁₁	C-G	6,43	15
T ₁₂	C-G	8,45	20
T ₁₃	C-G	10,56	25
T ₁₄	C-G	12,68	30

Instalación y manejo del experimento

En parcela de socio de la Cooperativa Manduvira se colectó suelo representativo del área de influencia de la cooperativa, de la camada 0-0,20 m. El suelo fue secado al aire libre, posteriormente se pasó por un tamiz de 2 mm y se extrajo una muestra que fue remitida al laboratorio de suelos para su análisis. Para el experimento se utilizó macetas de plástico con capacidad de 5 L, y en cada una de ellas se colocaron 7,10 kg de suelo.

Para la determinación de la cantidad de compost que se aplicó en cada tratamiento fue asumida una densidad de 1.500 kg m^{-3} de suelo. A partir de esta densidad y de una profundidad de 0,20 m se determinó la masa de suelo de una hectárea (3.000.000 kg.). Ecuación 1

$$m = d \times V$$

Dónde:

m = masa de suelo en una hectárea;

d = densidad aparente del suelo;

V = volumen de la masa de suelo en una hectárea.

La determinación de la cantidad de compost que se aplicó en los diferentes tratamientos se realizó como se presenta en el siguiente cálculo.

$$\begin{array}{r} 3.000.000 \text{ kg Suelo} \quad \text{_____} \quad 2,113 \text{ kg Compost} \\ 7,10 \text{ kg Suelo} \quad \text{_____} \quad X \text{ kg} \\ x = 0,005 \text{ kg} = 5 \text{ g} \frac{\text{compost}}{\text{maceta}} \end{array}$$

Posterior a los cálculos realizados, se pesaron las dosis de compost que fueron mezcladas con el suelo. Para este efecto, en un balde de 5 L se colocó el suelo y la dosis de compost correspondiente a cada tratamiento, se procedió a mezclar para obtener una mezcla homogénea y se cargaron en las macetas. Posterior al cargado, se realizó el riego de tres veces a la semana de 500 mL de agua hasta el momento de la siembra.

La siembra de trigo se realizó el 19 de mayo, un mes después de haberse realizado el cargado de macetas. El riego se realizó tres veces a la semana, con un volumen de 500 mL de agua antes de la emergencia de la planta, posterior a ello, se realizó de acuerdo a la necesidad hídrica de la planta hasta la cosecha.

Se acompañó el crecimiento de 20 plantas por macetas, y después de 15 días de la emergencia se observó la presencia de Spodoptera y esta se controló aplicando Alsystin 48 SC®, posterior a eso, después de 22 días se observó la presencia de pulgones, los cuales se

los cuales se controló con la aplicación de un piretroide. controló con la aplicación de un piretroide.

La cosecha de la parte aérea y radicular del trigo se realizó el 24 de julio a los dos meses después de la emergencia. Las plantas fueron secas en invernadero y posteriormente en estufa a 65°C.

Con relación al suelo, de cada unidad experimental se colectó una muestra, compuesta de la mezcla de dos sub muestras, obtenida de las dos macetas que componía cada unidad experimental. Las sub muestras se mezclaron, obteniéndose la muestra que fue llevada al laboratorio para su análisis.

Variables de medición

Las variables evaluadas del suelo fueron fósforo disponible; pH; conductividad eléctrica; calcio, magnesio y potasio intercambiables. En la planta de trigo se midieron la materia seca de la parte aérea y radicular.

Determinación de variables del suelo

El pH se determinó por el método del potenciómetro, utilizando una relación suelo: agua 1:1 según la metodología recomendada por Tedesco et al. (1995). El pH se determinó en los 14 tratamientos.

Para la determinación de Ca^{++} , Mg^{++} se utilizó como solución extractora el KCl 1M; para el K^{+} se utilizó como solución extractora Mehlich-1, siendo las determinaciones realizadas con un espectrofotómetro de absorción atómica, según la metodología presentada por Tedesco et al. (1995). Estas determinaciones se realizaron a los tratamientos con aplicaciones de 0; 4,23; 8,45 y 12,68 t ha⁻¹ de los dos tipos de compost.

Para evaluar el fósforo disponible se utilizó como solución extractora Mehlich-1 y se midió con espectrofotómetro colorimétrico según la metodología presentada por Tedesco et al.

(1995). Estas determinaciones se realizaron a los tratamientos con aplicaciones de 0; 4,23; 8,45 y 12,68 t ha⁻¹ de los dos tipos compost.

La conductividad eléctrica fue obtenida directamente por la lectura del conductivímetro y se expresó en dS m⁻¹ referente a la temperatura de 25°C, según la metodología presentada por Tedesco et al. (1995). La conductividad eléctrica se determinó en los 14 tratamientos.

Determinación de variables en el trigo

Para la determinación de materia seca aérea y radicular, las plantas se extrajeron de forma entera de cada unidad experimental, las raíces fueron lavadas y secadas al aire libre. La parte aérea y radicular conjuntas fueron llevadas a estufa a 60°C por 48 horas, posteriormente fueron pesadas. Los resultados de la materia seca de raíces y parte aérea se expresaron en g tratamiento. Estas mediciones se realizaron en los 14 tratamientos.

Métodos de control de calidad

Se elaboraron planillas para el seguimiento de los datos de forma a que no se suprima ninguna información. Se verificaron la calibración de la balanza y de los equipos que se utilizaron, para evitar errores que puedan comprometer los resultados del experimento. Los resultados fueron analizados con las herramientas correspondientes para su exactitud.

Método de análisis de datos

Las variables de medición fueron sometidas al análisis de varianza, según el modelo factorial dispuestos en bloques completos al azar. Las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas; fueron comparadas por el test Scott-Knott al 5 % de probabilidad de error y análisis de regresión para determinar la función que representa la respuesta de las diferentes variables que fueron evaluadas. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el programa estadístico InfoStat (Di Rienzo et al. 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Materia seca aérea y radicular del trigo

En el análisis de varianza realizado a resultados obtenidos de materia seca aérea se puede apreciar que existió interacción, diferencia significativa en dosis y entre tipos de compost. Los resultados obtenidos de la variable de materia seca radicular de la planta se puede apreciar que existió interacción, diferencia significativa entre las dosis y entre los tipos de compost al igual que en la materia seca aérea de la planta. Los resultados se observan en la (Tabla 4).

Tabla 4. Promedio de materia seca aérea y radicular de la planta por efecto de la aplicación de dosis de compost con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G). San Lorenzo, 2017.

Factores	Dosis (t ha ⁻¹)	Materia seca aérea	Materia seca de raíces
	(g).....	
C-EB	0	5,32 a	2,90 a
C-EB	2,11	13,92 b	7,27 b
C-EB	4,23	17,72 c	9,22 b
C-EB	6,34	19,02 c	9,00 b
C-EB	8,45	20,00 c	11,55 c
C-EB	10,56	20,85 c	10,75 c
C-EB	12,68	16,17 b	7,02 b
Media general		16,14 B	8,24 B
C-G	0	9,00 a	3,70 ns
C-G	2,11	10,00 a	5,12
C-G	4,23	11,70 a	6,10
C-G	6,34	13,82 b	6,92
C-G	8,45	12,77 b	6,80
C-G	10,56	15,12 b	6,42
C-G	12,68	14,87 b	6,85
Media general		12,47 A	5,98 A
CV (%)		18,51	24,91

CV, coeficiente de variación; **ns**, no significativo en dosis de cada tipo de compost. Medias de tipos de compost con diferentes letras mayúsculas y medias de dosis de cada tipo de compost seguidas por diferentes letras minúsculas difieren entre sí por la prueba de Scott-Knott al 5 % de probabilidad de error.

El incremento de la materia seca aérea de la plata con dosis crecientes de compost con gallinaza se ajustó a una ecuación cuadrática ($y = -0,0249x^2 + 0,8046x + 8,814$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 92,47\%$), con dosis de compost con estiércol bovino el incremento de la materia seca se ajustó a una ecuación cuadrática ($y = -0,218x^2 + 3,5863x + 6,061$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 96,72\%$). (Figura 1).

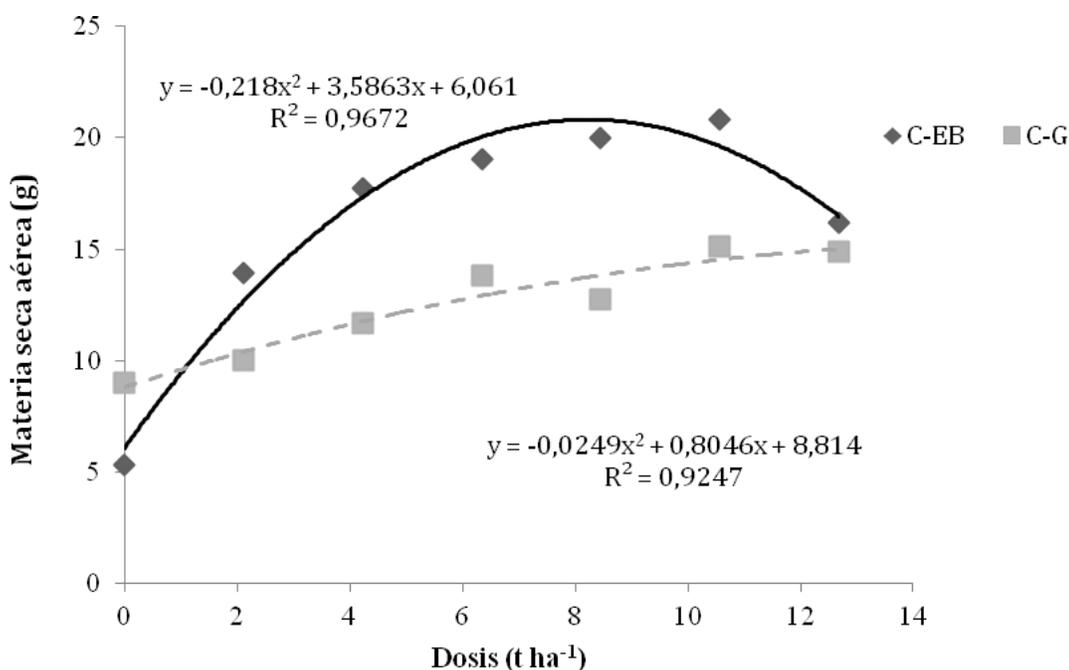


Figura 1. Promedio de materia seca aérea de la planta por efecto de la aplicación de dosis de compost con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G). San Lorenzo, 2017.

A partir de las ecuaciones de segundo grado obtenidas, se verifica que la máxima producción de materia seca aérea (máxima eficiencia técnica) se alcanza con las dosis de 16 y 8,2 t ha⁻¹, respectivamente, para compost con gallinaza y con estiércol bovino. La estimación de dosis de máxima eficiencia técnica en el compost con gallinaza, para la materia seca aérea, fue superior a la dosis máxima utilizada en el experimento; en cambio para el compost con estiércol bovino, la dosis de mayor producción estimada para la materia seca aérea y radicular de la planta, además de ser próximos, están en el rango de las dosis estudiadas, pudiendo verificarse una dosis de 8 t ha⁻¹.

Salazar et al. (2007) también encontró diferencias significativas estudiando la variable de rendimiento de forraje de maíz con la aplicación de estiércol, citando como dosis de máxima producción 120 Mg de estiércol/ha, que produjo 103,33 Mg ha⁻¹ de forraje verde y 29,18 Mg ha⁻¹ de forraje seco.

En el resultado del promedio de la materia seca radicular se observa que existió interacción ente dosis y compost (Figura 2).

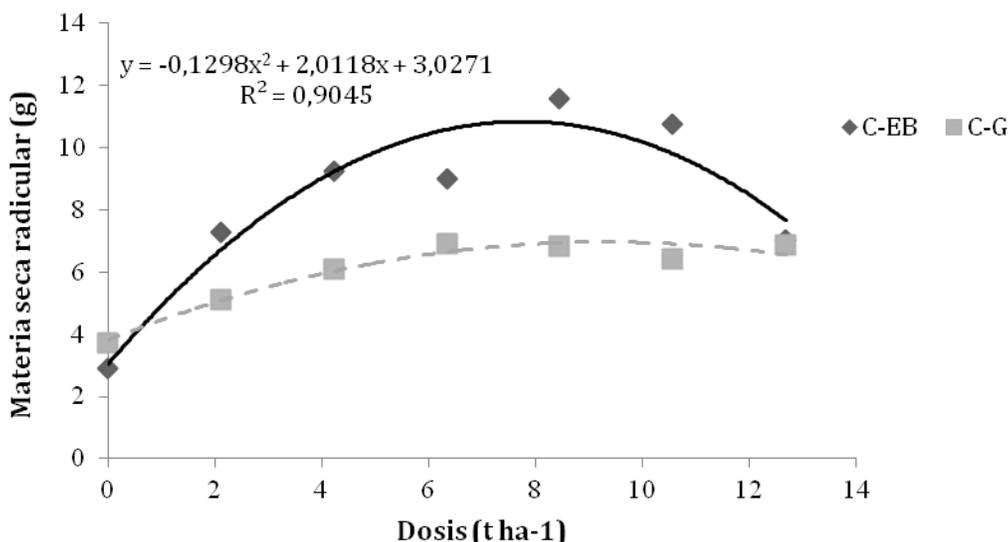


Figura 2 Promedio de materia seca radicular de la planta por efecto de la aplicación de dosis de compost con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G). San Lorenzo, 2017.

El incremento se observó con dosis crecientes de compost con estiércol bovino, se ajustó a una ecuación cuadrática ($y = -0,1298x^2 + 2,0118x + 3,0271$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 90,45\%$), dando el valor más alto con un promedio de 11,55 g a dosis de 8,4 t ha⁻¹, en el testigo se observó una media de 2,90 g sin la aplicación de compost (Figura 2). Sin embargo con la aplicación de gallinaza, se observó en el testigo y en la dosis de 12,68 t ha⁻¹ una media de 3,7 y 6,85 g respectivamente, y no se registró diferencia significativa. Los valores de máxima eficiencia técnica son 9,4 y 7,8 t ha⁻¹ respectivamente para compost con gallinaza y con estiércol bovino lo cual indican que su eficiencia máxima está en el rango de las dosis estudiadas.

Conductividad eléctrica y pH

Con el análisis de varianza aplicado a los resultados promedios obtenidos de conductividad eléctrica, se observa que no existe respuesta significativa ni interacción entre dosis y tipo compost. Según Del Pino et al. (2008) con la aplicación de estiércol de gallina y estiércol bovino, la conductividad eléctrica presentó un comportamiento intermedio, no existiendo diferencias significativas.

En la variable de pH no existe diferencia significativa, sin embargo se puede apreciar que existe interacción entre el factor tipo de compost y dosis de compost (Figura 3). El comportamiento del pH con dosis crecientes de estiércol bovino se ajustó a una ecuación cuadrática ($y = -0,0064x^2 + 0,1217x + 5,5$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 91,45\%$), incrementándose el pH a medida que se incrementa la dosis de aplicación de estiércol bovino hasta una determinada dosis, a partir del cual comienza a disminuir. La dosis de compost con estiércol bovino de máximo pH estimado es de 10,1 t ha⁻¹. Por el contrario se aprecia que a dosis creciente de gallinaza el pH disminuye, el testigo presentó un pH de 6,1 y en la mayor dosis del compost un pH 5,67.

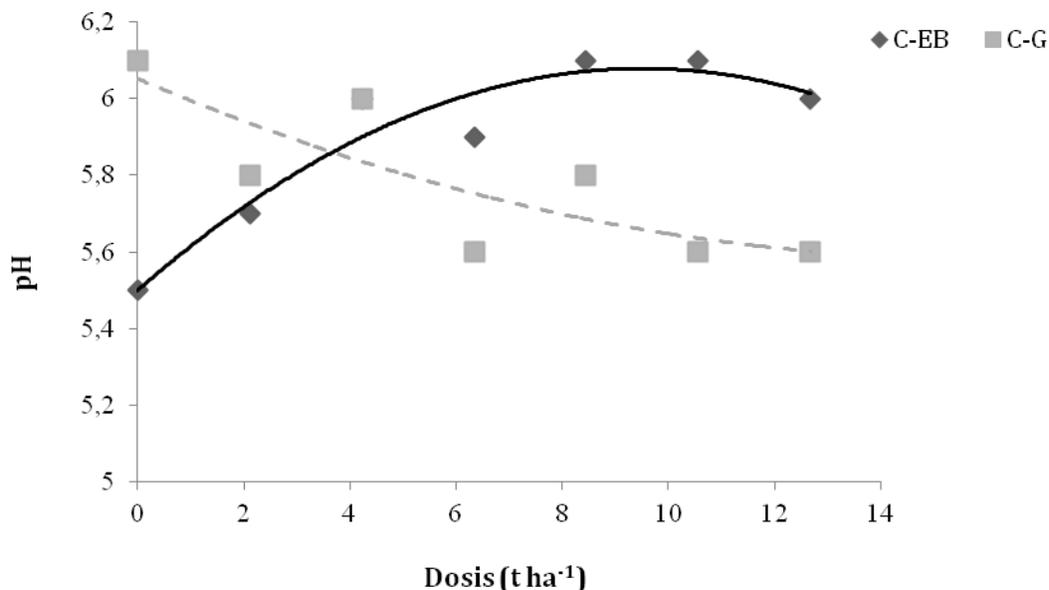


Figura 3. pH en función a aplicación de dosis de compost con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G). San Lorenzo, 2017.

Del Pino et al. (2008) en su experimento con gallinaza y estiércol bovino indicó una disminución del pH en suelo durante la incubación de los compost ; posterior a eso el suelo con aplicación de gallinaza presentó valores significativamente mayores de pH con respecto al estiércol bovino (EB), esos resultados se dieron en función a un contenido superior de Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} y Na^{+} en el compost de gallinaza en relación al EB, el cual no mostró diferencias significativas en el pH del suelo. Dimas et al. (2001) con la aplicación de dosis de 20, 30 y 40 t ha^{-1} de estiércol bovino y 12 t ha^{-1} de gallinaza no encontró cambios significativos en el pH del suelo. Según Eghball et al. (2004) en un experimento con estiércol bovino aplicando 200 kg ha^{-1} por año con una duración del experimento de cuatro años, el pH aumentó considerablemente con relación al testigo.

Fósforo disponible, calcio, magnesio y potasio intercambiables

En la se presentan los resultados de la variable de fósforo disponible en el suelo. Se puede apreciar interacción entre dosis y compost, así como efecto significativo de dosis y tipo de compost. No existe diferencia significativa en la aplicación de dosis de estiércol bovino, sin

embargo el incremento del Fósforo en el suelo con las dosis crecientes de gallinaza se ajustó a una ecuación lineal ($y = 1,4752x + 0,9223$) con coeficiente de determinación ($R^2 = 96\%$), que indica un aumento por cada tonelada adicional de Gallinaza.

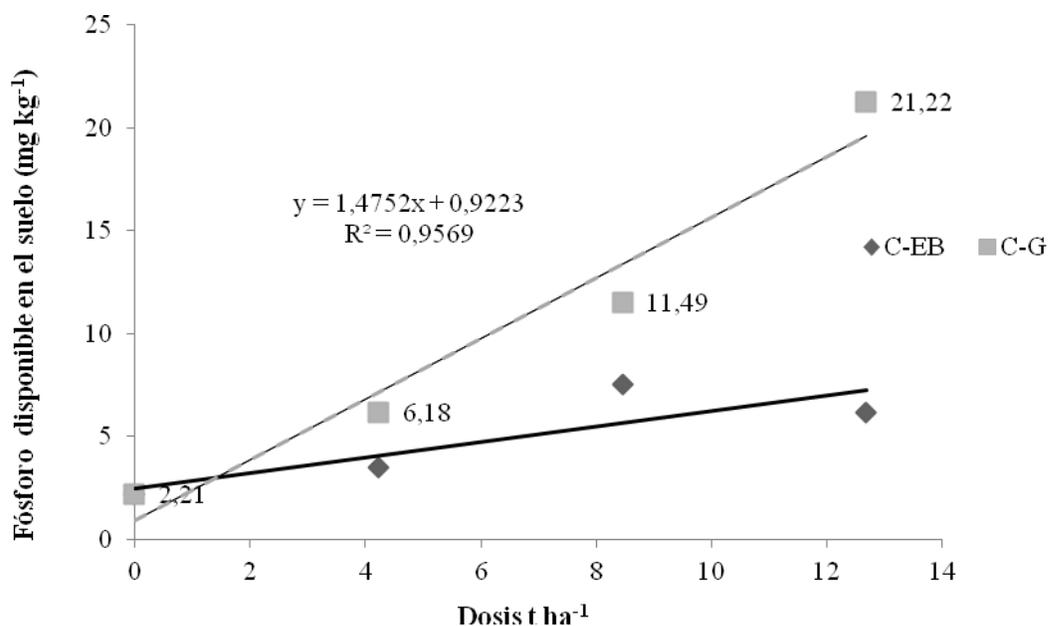


Figura 5. Promedio de la variable de fósforo disponible por efecto de la aplicación de dosis de compost con estiércol bovino (C-EB) y gallinaza (C-G). San Lorenzo, 2017.

Según Muñoz y Montes (2015) cuando se incluye gallinaza en la elaboración del abono orgánico, se aumenta el contenido de fósforo en el suelo. Estos resultados indican la importancia de la aplicación de la gallinaza en estas condiciones de suelo, producto que puede ser obtenido en la propia finca, y que la aplicación de fertilizantes minerales no siempre brinda el resultado deseado en una primera aplicación.

Con el análisis de varianza aplicado a los resultados promedios obtenidos de las variables de calcio y potasio intercambiables, se observa que no existe respuesta significativa; la variable de magnesio en cambio si presentó diferencia significativa entre tipos de compost, siendo superior el compost con gallinaza (Tabla 5).

Tabla 5. Calcio, magnesio y potasio intercambiables en función a la aplicación de dosis de compost con estiércol bovino y gallinaza. San Lorenzo, 2017.

Factor	Dosis (t ha ⁻¹)	Ca ⁺²	Mg ⁺² (cmolc Kg ⁻¹)	K ⁺
C-EB	0	1,64 ns	0,71 ns	0,03 ns
C-EB	4,23	1,59	0,67	0,02
C-EB	8,45	1,64	0,70	0,04
C-EB	12,68	1,64	0,67	0,06
Media general		1,62 NS	0,69 A	0,04 NS
C-G	0	1,64 ns	0,71 ns	0,03 ns
C-G	4,23	1,29	0,77	0,04
C-G	8,45	1,69	0,72	0,03
C-G	12,68	1,89	0,79	0,04
Media general		1,62 NS	0,75 B	0,04 NS
CV (%)		19,90	7,26	66,34

CV, coeficiente de variación; **NS**, no significativo en tipos de compost. **ns**, no significativo en dosis de cada tipo de compost por la prueba de Scott-Knott al 5 % de probabilidad de error.

La no diferencia significativa por la aplicación de compost con estiércol bovino y con gallinaza las razones por la cual no se alcanza el rendimiento potencial se debe a las limitaciones del suelo, al bajo contenido de nutrientes que se verifica en el análisis de suelo. Otras de las razones en la variable de potasio de la no diferencia significativa puede estar relacionada con el alto coeficiente de variación Dimas et al. (2001) en un experimento con maíz evaluando las características químicas del suelo, indico que no se registraron cambios significativos en Ca⁺² y K⁺ intercambiables.

CONCLUSIÓN

En las condiciones de invernadero en la cual se desarrolló el experimento se concluye

que la aplicación de compost con estiércol bovino genera efecto significativo en las variables de altura de planta, número de macollo, materia seca aérea y radicular. Así también el compost de gallinaza generó efectos significativos en la masa seca aérea y contenido de fósforo disponible en el suelo.

Las variables de pH, conductividad eléctrica, calcio y potasio tanto para las dosis de estiércol bovino como de gallinaza no presentaron diferencias significativas, pudiendo ser por el alto coeficiente de variación, por lo que se recomienda más investigaciones para el manejo de estos compost.

REFERENCIAS

Patrones de descomposición de estiércoles en el suelo (consultado el 29 octubre 2016). Lugar de Publicación: Uruguay. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311561006>

Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz (consultado el 29 octubre 2016). Lugar de Publicación: México. Recuperado de <https://chapingo.mx/terra/contenido/19/4/art293-299.pdf>

Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties (consultado el 29 octubre 2016). Lugar de Publicación: Estados Unidos. Recuperado de <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=biosysengfacpub>

Evaluación de abonos orgánicos utilizando como indicadores plantas de lechuga y repollo en popayan (consultado el 25 octubre 2016). Lugar de Publicación: Colombia. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612015000100009&lang=pt

Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino (consultado el 30 octubre 2016). Lugar de Publicación: Argentina. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-56572007000100015

Financiamiento

La investigación fue conducida en el marco del Proyecto “Manejo sostenible de la fertilidad del suelo para la producción de alimentos”, apoyado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Agradecimiento

A mis padres Silvia Galeano Garcete y Oscar Antonio Bobadilla Acevedo y a mis por el apoyo incondicional que me brindaron en todo momento.

A mi orientador Prof. Carlos Andrés Leguizamón Rojas y a mis co-orientadoras las Profesoras Alba Liz González y Doralicia Zacarías, por la paciencia, enseñanzas y apoyo incondicional brindado.

A la cooperativa Manduvira por recibirme en sus instalaciones y brindarme su apoyo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo durante la elaboración de la tesis.