

EFFECTO DE LA INCORPORACIÓN DE DESECHOS AGRÍCOLAS BIODEGRADADOS SOBRE ALGUNAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE UN ALFISOL DEL PIEDEMONTE ANDINO*

Biodegraded agricultural waste incorporation effect on some chemical features of a low fertility soil in the Andean foothills

Mary Vargas C.¹ y Kain Briceño¹

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el efecto de desechos agrícolas biodegradados mediante procesos anaerobios (gallinaza, cama de pollo, gallinaza + cama de pollo y excretas de cerdo), un fertilizante químico (15-15-15), tres niveles de aplicación (cero, medio y alto) sobre un suelo de baja fertilidad, se realizó un ensayo en condiciones controladas en el vivero de la UNELLEZ, con un diseño experimental completamente aleatorizado de 16 tratamientos y tres repeticiones. Las variables pH, materia orgánica, contenido de fósforo y potasio disponible fueron evaluadas al inicio y al final del ensayo. La productividad del suelo se determinó utilizando híbrido Himeca 2000 de *Zea mays* en ambos períodos. Los resultados permitieron detectar que los materiales produjeron incrementos significativos ($P < 0,01$) sobre las variables químicas evaluadas y en la productividad del suelo. La mezcla gallinaza + cama de pollo mostró el mejor comportamiento. En general, las enmiendas aplicadas aportaron mayor contenido de nutrimentos en los períodos de observación, con un efecto residual hasta el final del ensayo.

Palabras clave: desechos agrícolas, biofertilizantes, enmiendas agrícolas, características químicas, Venezuela.

(*) Recibido: 31-10-2003

Aceptado: 19-07-2005

(1) Programa de Ciencias del Agro y del Mar, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po., Venezuela. Email: mvarcol@hotmail.com, colmena@gmail.com

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the biodegraded agricultural waste effect through anaerobic processes (poultry manure, poultry bed, poultry manure + poultry bed and pig manure), a chemical fertilizer (15-15-15) an three application levels on a low fertility soil. A test was conducted in controlled conditions at the UNELLEZ greenhouse with 16 completely randomised treatments experimental design and the three repetitions. Organic matter content, pH, available phosphorus and potassium were evaluated at the beginning and at the end of the experiment. Soil productivity was evaluated with the hybrid *Zea mays*, Himeca 2000 through dry matter yield at the same periods. The results showe that organic fertilizers increased ($P<0.01$) the chemical parameters and soil productivity. Poultry manure + poultry bed showed the best performance. Organic admentments in general improved soil nutrient contents during the experiment, their effects remained to the end of the trial.

Key words: organic residues, organic fertilizers, organic admentments, soil chemical characteristics, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Las crecientes necesidades de producción de alimentos, a escala mundial, han establecido mayores exigencias para incrementar la producción de diferentes rubros agrícolas y pecuarios. Lo que ha traído como consecuencia la utilización de diferentes tecnologías en distintos sistemas de producción, en muchos casos empleadas inadecuadamente, y que han dado lugar a una disminución del contenido de materia orgánica en el suelo, con sus efectos asociados (Alteración del equilibrio químico, físico y biológico). Una de las alternativas para recuperar, mantener o mejorar dichas propiedades lo representa la incorporación de materiales orgánicos al suelo, los cuales favorecen de una u otra forma su productividad y fortalecen su

resistencia a los diferentes procesos de degradación al mejorar sus propiedades intrínsecas.

Los residuos orgánicos incorporados al suelo desempeñan dos funciones de singular importancia. Por una parte, constituyen una fuente fundamental de nutrimentos (nitrógeno, fósforo, azufre, potasio y microele-mentos), como consecuencia de los procesos de descomposición y minera-lización que sufren y por la otra, contribuyen a definir las propiedades químicas y físicas del suelo (Allison 1973, Arismendi 1993, Rivero 1993, Abad 1998). En este sentido Burbano (1989), enfatizó la acción directa o indirecta de la materia orgánica o del humus sobre el crecimiento de cultivos. El autor refirió que la acción directa ocurre al incrementarse la permeabilidad celular y la actividad hormonal, o por una

combinación de estos dos procesos. Además, aportan nitrógeno, azufre, fósforo y mejora la capacidad de intercambio catiónico a través de la composición biológica.

Singh *et al.* (1995) señalaron incrementos en el contenido de carbono orgánico, fósforo y potasio después de tres años de aplicación de estiércol bovino al suelo. La respuesta fue atribuida al efecto residual de estiércol, cuya liberación lenta de nutrimentos contribuye a mantener un balance de estos elementos en el suelo. Similarmente, Vargas y Valbuena (1999) reportaron cambios significativos en la CIC, fósforo, calcio y magnesio disponibles en un suelo sometido a diferentes manejos orgánicos.

Son varias las investigaciones que sustentan el efecto positivo de la incorporación de materia orgánica al suelo provenientes de distintas fuentes (Larson *et al.* 1972, Sheng 1990, Reyes 1993, Stevenson 1994, Rivero y Paolini 1995, Vargas y Díaz 1995). Sin embargo, la utilización de residuos orgánicos, como alternativa tecnológica, requiere del conocimiento de la naturaleza y dinámica de la descomposición de los materiales así como de la oferta de nutrimentos al suelo y al cultivo.

Las experiencias en el ámbito mundial sobre el uso de fertilizantes orgánicos son numerosas. No obstante, en Venezuela, a pesar de que es una práctica muy utilizada en la región

Andina y otras zonas hortícolas de piso alto, los efectos de tales prácticas han sido poco cuantificados. Sin embargo, la mayoría se refieren a la evaluación del efecto del compost y lodos generados por tratamiento aerobio con dosis o niveles de aplicación en forma sólida. No obstante, la investigación sistemática sobre la utilización de abonos orgánicos de origen anaerobio aplicados en condición líquida o semisólida es de escasa a ninguna referencia en el país.

La biodigestión anaerobia, cuyo fin es la producción de biogás para ser utilizado como energía alterna, además de ser un sistema que permite el saneamiento ambiental, genera un subproducto (lodos) que puede ser utilizado como abono orgánico y como vía para incrementar la productividad del suelo en granjas integrales y en pequeñas a medianas unidades de producción.

Las razones antes mencionadas, orientaron el objetivo de esta investigación con el fin de medir el efecto de lodos orgánicos generados a partir de la descomposición anaerobia de desechos agrícolas (gallinaza, cama de pollo, la mezcla de ambos y excretas de cerdo) sobre variables del suelo y del cultivo

METODOLOGÍA

La experiencia fue realizada en condiciones controladas en el vivero de la UNELLEZ, Mesa de Cavacas, estado Portuguesa, ubicado a una altitud de

258 msnm, y situado geográficamente entre las coordenadas 09°04'20" y 09°04'25" de latitud norte, 69°48'25" y 69°48'30" de longitud oeste, con promedio anual de precipitación de 1648,60 mm, 26,10 °C de temperatura y 74,70 % de humedad relativa. Los datos corresponden a la estación meteorológica de Mesa de Cavacas ubicada en las instalaciones de la UNELLEZ para un período de registro de ocho años (1994 - 2002).

Se utilizó el horizonte superficial (0-15 cm) de un suelo alfisol, cuyas principales características se resumen en la Tabla 1. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio, con 16 tratamientos y tres repeticiones para las variables edáficas (Tabla 2). En el cultivo, se determinó rendimiento en materia seca como medida de la productividad, con un arreglo factorial de 5x3 distribuido aleatoriamente. Se

incorporaron materiales de tipo orgánico provenientes de Digestores tipo Batch: Gallinaza Inoculada (GI), Cama de Pollo (CP), Gallinaza + Cama de Pollo (GI +CP): A razón de 0; 7,5 y 15 l/m². Lodo de excretas de cerdo (LBC) procedente de las unidades porcinas (Biodigestor flujo continuo) a razón de 0; 10 y 20 Mg/ha, cuyas principales características se reúnen en la Tabla 3; y un fertilizante comercial 15-15-15 (F): 0; 450 y 900 kg/ha y la mezcla de LBC+F: 10 Mg/ha + 450 kg/ha.

Las muestras de suelo se colocaron en macetas (bolsas de polietileno) con una capacidad de 5 kg, ajustado según contenido de humedad. Los lodos orgánicos se incorporaron al suelo 30 días antes de la siembra. F fue usado como testigo y se aplicó un día antes de la siembra.

Tabla 1. Características del suelo utilizado.

pH	CE (dSm ⁻¹)	MO (%)	P	K	Ca	Mg	Al
							Cmol ₍₊₎ · kg ⁻¹
4,6	0,11	2,56	4	45	176	89	2

Tabla 2. Tratamientos y dosis de aplicación.

GI		CP		GI+CP		LBC	F	LBC+F
T1	O	T4	O	T7	O	T10	O	T13
T2	M	T5	M	T8	M	T11	M	T14
T3	A	T6	A	T9	A	T12	A	T15

0= Sin aplicación

M = Medio

A = Alto

Tabla 3. Características químicas de los biofertilizantes.

Material	N org	NNH₃	K	Ca	Mg	Mn	Fe	Zn	Cu
GI (mg/l)	1301	2229	5204	18,30	5,30	0,90	42,10	6,60	7,20
CP (mg/l)	1678	1587	6021	20,40	9	0,70	30,90	5,20	7,10
GI+CP (mg/l)	1150	1402	5139	26,70	6,60	1,30	51,10	12,40	11,30
LBC (mg/kg)	-	-	827	3473	875	20	4	9	2

El ensayo se condujo durante cinco ciclos consecutivos de 25 días cada uno, sin fertilización orgánica ni química adicional.

Las variables de suelo medidas a los 30 días de la incorporación, antes de la siembra (período 1) y al final del ensayo 125 días (período 2) fueron: pH (relación 1:2), materia orgánica (Método de Walkley-Black), fósforo disponible (Olsen Bray) y potasio disponible (acetato de amonio-fotometría de llama). La productividad del suelo fue determinada a partir del rendimiento en materia seca del cultivo de maíz (Híbrido Himeca 2000) a los 25 días después de la siembra (Primer ciclo) y luego al final del ensayo a los 125 días (Quinto ciclo). El análisis estadístico se realizó por el método paramétrico de Tukey al 5 % y el no paramétrico de Kruskal-Wallis (comparación de medias para una vía de clasificación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto sobre propiedades químicas del suelo

Materia orgánica y pH

Los contenidos de materia orgánica fueron mayores en los suelos tratados con biofertilizantes a niveles altos y medios de aplicación (T9, T3 y T6). No obstante, los valores obtenidos son medios (Tabla 4), como consecuencia de la biodegradación previa a que fueron sometidos estos materiales en el proceso de digestión anaerobia (Palacios 1999, Werner 1983).

Los materiales GI+CP y GI reflejaron el mejor comportamiento en el primer período, en el cual T9 mostró incrementos significativos en comparación con los demás tratamientos. Este aumento puede atribuirse al efecto combinado de GI+CP, debido a un aporte de materia orgánica de fácil a moderada descomposición (GI) y otro (CP) de más lenta degradación que suministra de manera continua materia orgánica al suelo.

En el segundo período, se observó una disminución en los contenidos finales de materia orgánica, con relación a P₁, probablemente porque fue

consumida en los procesos de mineralización. Sin embargo, en T6 y T9 se mantienen cambios significativos con respecto a los otros tratamientos, lo que sugiere que la aplicación de materiales de lenta descomposición (GI+CP y CP) a niveles altos tienen un efecto más sostenido en el tiempo. Respuestas similares han sido obtenidas por varios investigadores (García y Lobo 2000, Jiménez *et al.* 1999, García 1997, Sánchez 1993) quienes coincidieron en señalar que la adición de abonos orgánicos incrementa el contenido de carbono orgánico en el suelo y que su magnitud está relacionada con las dosis aplicadas.

La incorporación de biofertilizantes provocó variaciones en los niveles de pH del suelo, desde reacciones fuertemente ácidas a neutras (Tabla 4). El mayor efecto se observó en GI+CP a niveles altos de aplicación (T9) en el cual se reportó un valor cercano a la neutralidad en el primer período de muestreo. En general, en el segundo período los tratamientos mostraron un ligero incremento de pH, con relevancia en T3, T2 y T9.

De la respuesta obtenida se infiere que los valores de pH fueron superiores en los tratamientos a los cuales se incorporó biofertilizantes en comparación con el fertilizante químico particularmente, a niveles altos de aplicación. Este incremento en el pH se explica por el efecto regulador de los componentes orgánicos sobre los iones H del suelo (Rivero 1999, Casanova 1991, FAO 1977)

Fósforo disponible

Los valores determinados en los suelos tratados fueron muy superiores a los reportados en los no tratados, con modificaciones significativas ($P < 0,01$) entre tratamientos, lo cual indica que el contenido de fósforo disponible se incrementó como respuesta a la aplicación de biofertilizantes en el período 1 (Tabla 4). Se destacaron T9, T6 y T3 (niveles altos), seguido de T5, T2 y T8 (nivel medio) y T16.

En el segundo período los contenidos de fósforo disminuyeron. Sin embargo, se observaron cambios de gran magnitud ($P < 0,01$) entre tratamientos. El mayor efecto se detectó en T9, seguido de T6 a niveles altos de aplicación.

A pesar de la variación en el contenido de fósforo entre un período y otro, las respuestas obtenidas en el segundo período fueron superiores al testigo (F) y en cantidades adecuadas para el desarrollo del cultivo utilizado como indicador en este ensayo. Esto coincide con lo reportado por Acuña *et al.* (2000), quienes señalaron que la aplicación de biosólidos provenientes de residuos cloacales produjo mayores rendimientos en el cultivo de trigo en comparación con el fertilizante. Los autores atribuyeron esas diferencias al aporte de nutrimentos como el fósforo presente en los biosólidos.

Efectos similares se corresponden con los señalados por Matheus (2001), Jiménez (1998) y Carracedo (1994), quienes indicaron que la solubilidad del

fósforo aumenta con las aplicaciones de estiércol (debido al alto contenido de este elemento en los materiales aplicados), al incremento del pH y al efecto reductor en la fijación de fósforo, ya que los radicales húmicos desplazan a este elemento en los sitios de adsorción (Rivero y Paolini 1995, Casanova 1991, Pérez 1982).

Potasio

En el primer período el mayor contenido de este elemento se detectó en suelos tratados con el fertilizante químico a niveles medio y alto de aplicación (T14 y T15), seguido de LBC+F (T16), debido a la rápida disponibilidad de este elemento en el compuesto químico utilizado. Sin embargo, los niveles de potasio presentes en los tratamientos biofertilizados a niveles medios y altos fueron elevados en comparación con el suelo no tratado (nivel cero), entre los cuales resaltó T9 (Tabla 4).

En el segundo período la mejor respuesta se evidenció en T9, seguido de T3 y T8 a niveles altos y medios de aplicación de biofertilizantes, mientras que los suelos tratados con fertilizantes químicos aun a niveles altos de aplicación el contenido fue bajo, lo cual puede ser atribuido a la absorción por parte de la planta, a factores como pH, contenido de calcio y materia orgánica que pueden influir en la disponibilidad de potasio en el suelo, debido a la modificación de la capacidad de fijación de este elemento (Carracedo 1994).

Productividad del cultivo

Los promedios obtenidos para el rendimiento en materia seca, mostraron valores estadísticamente superiores de los tratamientos GI, CP y GI+CP con niveles medios y altos sobre los demás tratamientos en el primer ciclo, con respuesta similar para el quinto ciclo (Figs. 1 y 2).

Se detectaron diferencias significativas ($P < 0,01$) entre niveles y entre materiales para ambos ciclos en todas las variables (Figs. 3 y 4), con respuestas superiores en el nivel alto de aplicación.

Entre los materiales, destacaron GI, CP y la mezcla GI+CP sobre LBC y F los cuales se comportaron de forma similar entre éstos. En general, se puede inferir que la aplicación de biofertilizantes de origen avícola mostró un mejor efecto sobre las variables consideradas como resultado de una mejor suplencia de nutrimentos al suelo que favorece su absorción por las plantas, además de mantener un efecto residual al final del período de evaluación.

El efecto residual se asocia con el sistema de tratamiento anaeróbico, en el cual los biabonos generados suministran una parte de los nutrimentos en forma rápida y otra fracción en forma lenta pero continua, como consecuencia de una mejor estabilización de la materia orgánica (Taylhardat 1989).

Estos resultados coincidieron con lo reportado por Rivero (1993, 1997), quien encontró un efecto positivo en la

Tabla 4. Valores promedio de pH, materia Orgánica, fósforo y potasio disponibles por periodos y tratamientos.

Materiales	Tratamientos	Periodo I*				Periodo 2**			
		M.O (%)	pH	P (mg/kg)	K (mg/kg)	M.O (%)	pH	P (mg/kg)	K (mg/kg)
GI	T1	3,20 f	4,60 d	0 e	46,70 f	3,20 ab	5,30 ab	4,7 c	40 abc
	T2	3,80 bcdef	5,70 bc	307,30 c	700 de	3,70 ab	6,50 a	110,7 abc	106,7 abc
	T3	4,50 ab	5,90 b	732 ab	1163,30 cd	3,90 ab	6,60 a	128,7 abc	303,3 ab
CP	T4	3,30 ef	4,90 d	0 e	53,30 f	3,1 ab	5,30 ab	4,7 c	40 abc
	T5	4 abcde	5,90 b	554,30 b	1096,70 cd	3,6 ab	5,80 ab	138 abc	103,3 abc
	T6	4,2 abc	6,10 b	733,30 ab	1303 cd	4,2 a	6,40 ab	197,7 ab	520 a
GI+CP	T7	3,20 f	4,80 d	5,70 e	63,30 ef	3,2 ab	5,30 ab	8 abc	40 abc
	T8	3,80 bcdef	6,30 b	257 cd	793,30 cd	3,7 ab	6,20 ab	135,7 a	146,7 abc
	T9	4,60 a	7 a	756,70 a	1433,30 c	4,3 a	6,50 a	205 a	413.3 a
LBC	T10	3,40 def	5 cd	1,70 e	60 ef	3,4 ab	5,30 ab	6,3 bc	36,7 abc
	T11	3,90 abcdef	5 cd	58 e	83,30 ef	3,3 ab	5,50 ab	38 abc	43,3 abc
	T12	4,10 abcd	5,10 cd	85 de	1133,30 cd	3,6 ab	5,50 ab	59,7 abc	53,3 abc
F	T13	3,10 f	4,70 d	3 e	53,30 f	3,2 ab	5 b	8,7 abc	36,7 abc
	T14	3,40 def	4,50 d	43 e	2166,70 b	3,2 a b	5,10 b	12,3 abc	36,7 abc
	T15	3,50 cdef	4,60 d	44,30 e	3033,3 0a	3,4 ab	5,30 ab	14,7 abc	36,7 abc
LBC+F	T16	3,70 bcdef	4,70 d	279,30 cd	2600 ab	3,6 ab	5,20 ab	47,3 abc	26,7 c

*Prueba de Tukey 5 %.

** MDS no paramétrica.

Letras distintas en la misma columna indican promedios diferentes.

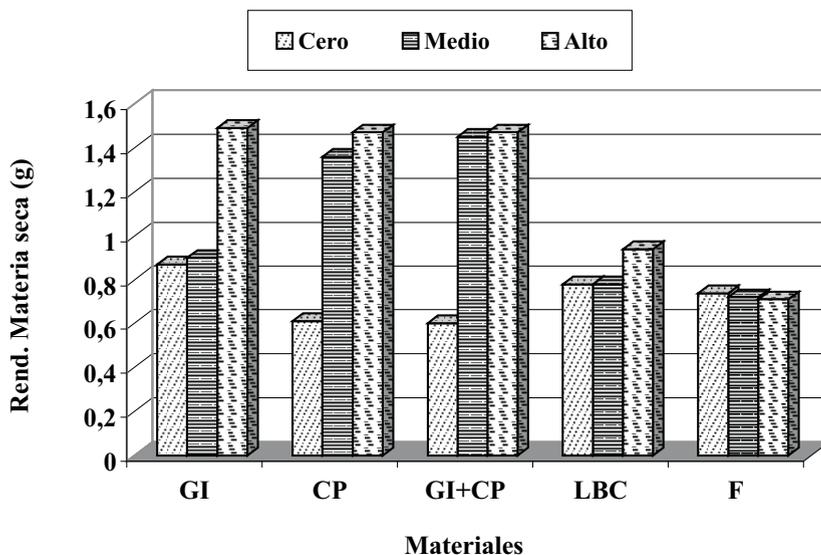


Figura 1. Rendimiento promedio en materia seca. Primer ciclo.

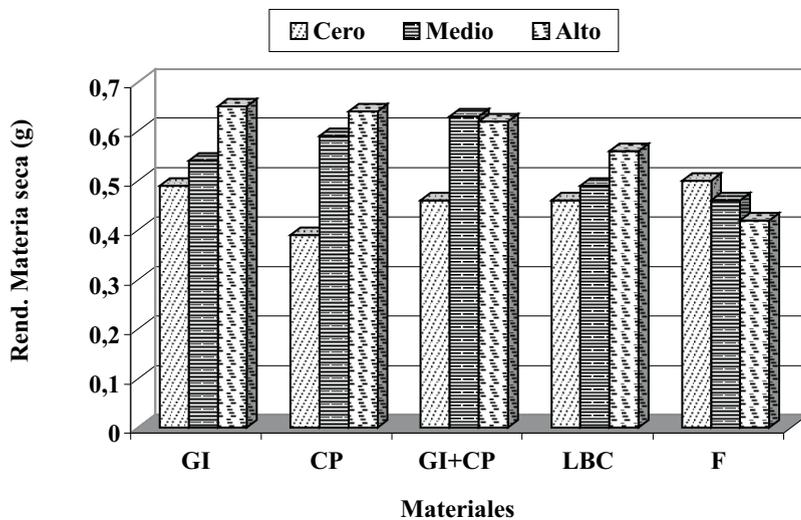


Figura 2. Rendimiento promedio en materia seca. Quinto ciclo.

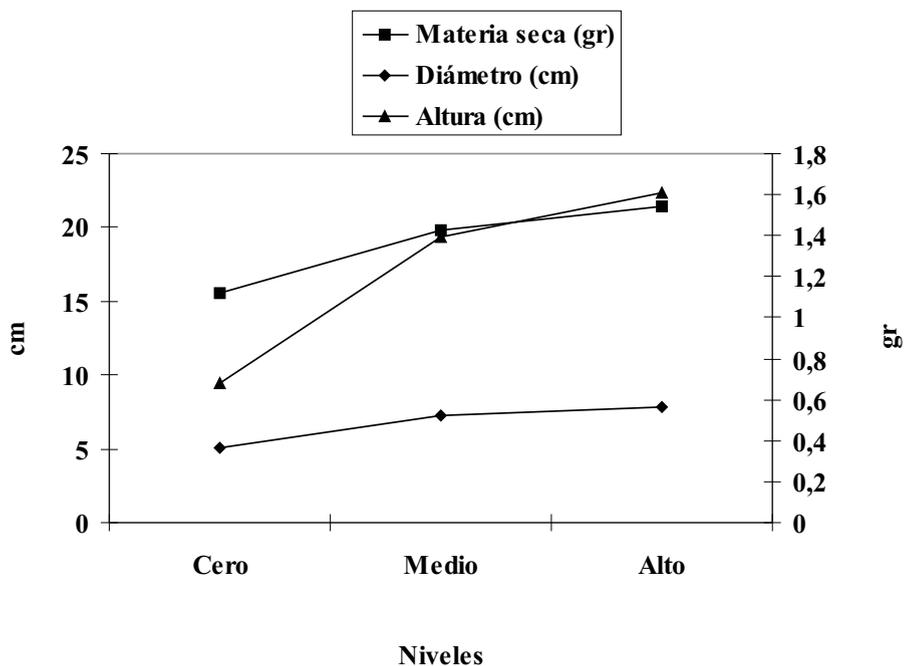


Figura 3. Efecto combinado de niveles de aplicación.

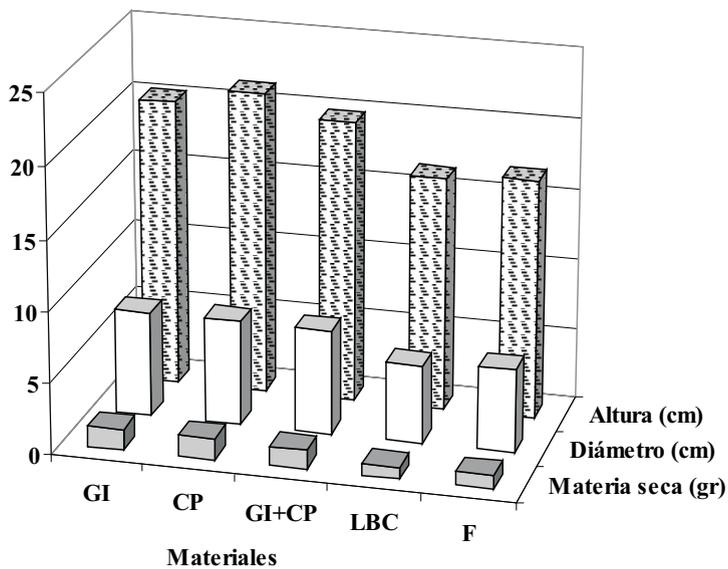


Figura 4. Efecto combinado de materiales.

producción de biomasa seca con la incorporación de materia orgánica en suelos de importancia agrícola. Igualmente, Rodríguez y Lobo (1999) señalaron una mejor respuesta de la gallinaza a dosis altas (15 Mg/ha) sobre la productividad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L*), cuyo rendimiento fue superior al testigo y a los demás acondicionadores aplicados al suelo (pulpa de café y compost de champiñón). Similarmente, Ruiz *et al.* (1995) observaron que la incorporación de gallinaza y fertipollo incrementaron el rendimiento de brócoli (*Brassica oleracea*) en comparación con el testigo (sin aplicación), y la dosis alta de gallinaza (20 Mg/ha) reflejó el mejor comportamiento.

Estas experiencias, sobre el uso de tecnologías orgánicas para el manejo de la fertilidad del suelo, sólo constituyen un marco de referencia para continuar con los estudios a mediano y largo plazo, que permitan demostrar la sustentabilidad de la fertilización orgánica en la productividad del suelo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de materiales orgánicos al suelo produjo cambios significativos sobre las propiedades químicas estudiadas cuyos valores, a pesar de no ser limitantes en este ensayo, son de importante consideración en el momento de utilizar estos materiales.

Los biofertilizantes promovieron incrementos en el pH del suelo (independientemente de los niveles de aplicación), el mayor efecto se detectó en GI+CP (niveles altos), con un valor cercano a la neutralidad en el primer período de muestreo. De igual manera, se identificaron incrementos en la materia orgánica en la medida que se aumentaron los niveles de aplicación. Para el primer período de muestreo los valores fueron superiores en comparación con el segundo período, debido al efecto de la mineralización.

La aplicación de biofertilizantes produjo un efecto positivo en la disponibilidad de fósforo y potasio, con valores medios a altos en comparación con el testigo, y el mejor comportamiento lo reflejaron GI y GI+CP a niveles altos. Para el segundo período los contenidos descendieron. Sin embargo, se mantuvieron en niveles mayores al fertilizante químico y en cantidades suficientes para otro cultivo. Lo que evidenció el carácter temporal del fertilizante químico en comparación con los biofertilizantes. Estos últimos manifestaron un efecto residual en el suelo posterior al período de evaluación.

Una respuesta similar se observó en la producción de materia seca. Los cambios químicos favorables se tradujeron en cambios significativos en la productividad del cultivo, los cuales fueron más notorios en GI, CP y GI+CP a niveles altos de aplicación.

Los efectos de la incorporación de estos materiales deben ser evaluados a mediano y largo plazo en los cuales es necesario, definir niveles de aplicación, determinar los efectos sobre otras variables del suelo y el cultivo, caracterizar los materiales para ser utilizados como enmiendas orgánicas, además de incorporar a los productores en las evaluaciones de campo. De igual modo, se deben tomar como referencia otros suelos y otros cultivos, además es necesario realizar un estudio minucioso sobre el contenido de metales pesados en estos materiales antes de prever para ellos cualquier uso agrícola.

Finalmente, aun cuando estos resultados son preliminares representan una alternativa viable en pequeñas y medianas unidades de producción para reducir costos de insumos químicos y mejorar la fertilidad del suelo, incorporar un valor agregado a los residuos generados en las actividades agrícolas y realizar un mejor manejo ambiental de tales residuos.

REFERENCIAS

- Abad, M. 1998. Aprovechamiento del compost de residuos sólidos urbanos en la agricultura. In: Residuos orgánicos, aprovechamiento agrícola como abono y sustrato. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Medellín, Colombia. pp. 53-75.
- Acuña, E. M., Prystupa, P., Lavada, R. S., Taboada, M. A. y González M. F. 2000. Aplicación de biosólidos en cultivos de trigo en la región Pampeana. Argentina In Abstract 11° Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo. Buenos Aires, Argentina. p. 140.
- Allison, Y. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Public. New York. 637 pp.
- Arismendi, Y., 1993. Efecto de la calidad de tres sustratos de suelo y el abonamiento orgánico sobre la productividad de la remolacha (Beta vulgaris) como cultivo indicador. Trabajo de grado. UCV Facultad de Agronomía. Maracay. 70 pp.
- Burbano, H. 1989. El suelo. Una visión sobre sus componentes bioorgánicos. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 447pp.
- Carracedo C. 1994. Evaluación de la gallinaza como fuente de nutrimentos en dos suelos de pH contrastantes. Trabajo de Grado. UCV Facultad de Agronomía. Maracay. 76 pp.
- Casanova, E. 1991. Introducción a la ciencia del suelo. UCV. Facultad de Agronomía. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 151 pp.
- FAO. 1977. China: Reciclaje de desechos orgánicos en la agricultura. Boletín de Suelos No. 40. Roma. 95pp.
- García, L. 1997. Efecto de la incorporación de compost producido a partir de lodos residuales y subproductos sólidos de una agroindustria, sobre algunas propiedades físicas, químicas y de productividad de un suelo. Trabajo de Grado. Facultad de Agronomía. UCV, Maracay. 72 pp.
- García, L y Lobo, D. 2000. Efectos de la incorporación de compost sobre algunas propiedades de un inceptisol degradado de Venezuela, bajo cultivo de maíz (*Zea mays l*). In Abstract 11° Conferencia de la Organización Internacional de la Conservación del Suelo. Buenos Aires, Argentina. P174
- Jiménez, L. 1998. Efectos del estiércol de bovino sobre suelos degradados en el área de la Machiques-Colón, estado Zulia. Tesis de Maestría. UNELLEZ, Guanare. 80 pp.

- Jiménez, L., Larreal, M., Vargas, M. y González, R. 1999. Efectos del estiércol de bovino sobre algunas propiedades químicas de un Ultisol degradado en el área de Machiques-Colón, estado Zulia. *In: Memoria XV Congreso venezolano de la ciencia del suelo.* 30 noviembre 4 de diciembre. UCLA, Lara. pp. 153-158.
- Larson, W., Clap, C., Pierre, W and Moracham Y. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn. II. Organic carbon, nitrogen, phosphorus and sulfur. *Agron. J.* Vol. 64: 204-208.
- Matheus, J. 2001. Evaluación agronómica del uso de un biofertilizante en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Tesis de Maestría. UNELLEZ, Guanare. 135pp.
- Palacios, O. 1999. Aplicación de la biodigestión aerobia para el tratamiento de gallinaza y cama de pollos. Tesis de Maestría. Universidad de Carabobo, Valencia. 48 pp.
- Pérez, O. 1982. Evaluación de la aplicación de estiércoles. Trabajo de Ascenso. Decanato de Agronomía. UCLA, Barquisimeto. 65 pp.
- Rivero, C. 1999. Materia orgánica del suelo. *Rev. Fac. de Agron. Alcance* Vol. 57. 211pp
- Rivero, C. 1997 Efecto del uso de residuos vegetales sobre algunas propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo Turén. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. 21: 37-47.
- Rivero, C. y Paolini, J. 1995. Modificación de algunas propiedades químicas de los suelos con aplicación de residuos vegetales. *In Resumen XIII Congreso venezolano de ciencia del suelo.* Resumen. Maracay, Edo Aragua. p. 63.
- Rivero, C. 1993. Evaluación de la materia orgánica nativa e incorporada en tres suelos de importancia en Venezuela. Trabajo Esp. de Grado. UCV Facultad de Agronomía, Maracay. pp. 80-84
- Reyes, V. 1993. Efecto de la incorporación de abonos verdes sobre la población celulolítica de dos suelos de interés agrícola de Venezuela. *Trab. Esp. Grado. Ing. Agrónomo.* UCV Facultad de Agronomía, Maracay. 64pp.
- Rodríguez, G. y Lobo, D. 1999. Efecto de tres niveles de remoción artificial del suelo y uso de abonos orgánicos sobre la productividad de un suelo bajo cultivo de lechuga (*Láctica sativa L.*). *In Memoria XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo.* UCLA, Barquisimeto, Venezuela. pp. 178-180.
- Ruiz, Y., Flores, J., y Fernández, N. 1995. Efecto de la erosión artificial del suelo y el abonamiento orgánico sobre su productividad, usando brócoli (*Brassica oleracea*) como cultivo indicador. *Venesuelos* 3(2): 50-54.
- Sánchez, S. 1993. Efecto de los abonos orgánicos y la emulsión asfáltica sobre las propiedades físicas y químicas del suelo. *In: Resumen XII Congreso venezolano sobre la Ciencia del Suelo.* Guanare, Venezuela. p. 147.
- Sheng, T. 1990. Conservación de suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas. *Boletín de Suelos de la FAO.* N° 60. Roma, Italia. 114 pp.
- Singh, Y., Singh, B., Maskina, M.S. and Meelu. 1995. Response of wet land rice to Nitrogen from cattle manure and urea in a rice wheat rotation. *Trop. Agric.* 72: 91-96.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry. Genesis composition, reactions. Wiley, New York.. 496 pp.
- Taylhordat, L. 1989. El biogás. Fundamentos e infraestructura rural. Trabajo de ascenso. Facultad de Agronomía. UCV, Maracay. 80 pp.

- Vargas, M. y Valbuena, R. 1999. Efecto de enmiendas orgánicas sobre propiedades químicas y físicas del suelo en una granja integral. *In* Memoria XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. Barquisimeto, Venezuela. pp 195-199.
- Vargas, M. and Diaz, J. 1995. Effect of two tillage systems, green manure and fertilization on physical properties of a compacted soil. *In* Summary The Soil as a strategic Resource: Degradation processes and conservation measure. Canary Islands, Spain. p. 129
- Werner, E. 1983. Biogás, su producción, utilización y el uso de residuo. *In* Boletín de suelos de la FAO. El reciclaje de materia orgánica en la agricultura de América Latina. 51:112-126.