

ELABORACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE FERTILIZANTE ORGÁNICO MINERAL CON POLVO DE HORNO DE CEMENTO Y GALLINAZA*

Preparation and characterization of mineral organic fertilizer with cement kiln dust and chicken manure

Ricardo Orellana¹

RESUMEN

Con el objetivo de elaborar y determinar la composición química de un fertilizante orgánico mineral, se utilizaron 12 reactores tipo Batch para compostaje de gallinaza con adición de polvo de horno de cemento (CKD). El diseño experimental fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: 50-50-0 (T1), 45-45-10 (T2), 40-40-20 (T3), 35-35-30 (T4) de gallinaza-agua-CKD. Durante el proceso de compostaje se determinó cada tres días pH, temperatura y relación C/N. Los parámetros medidos en el fertilizante fueron materia orgánica, pH, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, nitrógeno y carbono. Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para todos los parámetros a excepción de cobre. Los resultados indicaron que T3 y T4 presentaron pH alcalino, similar contenido de MO, N, P, Ca, Mg y micronutrientes; mientras que T2 presentó pH neutro y mayor contenido de N, P, Ca, Mg, Fe y Zn que T3 y T4.

Palabras clave: compostaje, mezcla, fertilizante.

SUMMARY

In order to elaborate and to determine the chemical composition of a mineral organic fertilizer, 12 Batch reactors were used for composting chicken manure with addition of cement kiln powder (CKD). The experimental design was completely randomized with four treatments and four repetitions. The treatments were: 50-50-0 (T1), 45-45-10 (T2), 40-40-20 (T3), 35-35-30 (T4) of chicken manure-water-CKD. During the composting process, pH, temperature and C / N ratio were determined every three days. The parameters measured in the fertilizer were organic matter, pH, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, copper, zinc, boron, nitrogen and carbon. Significant differences between treatments for all parameters except copper were found. The results indicated that T3 and T4 showed alkaline pH, similar content of OM, N, P, Ca, Mg and micronutrients, while T2 presented neutral pH and higher content of N, P, Ca, Mg, Fe and Zn with respect to T3 and T4.

Key words: compost, mix, fertilizer.

(*) Recibido: 11-02-2016

Aceptado: 07-11-2016

¹ Programa Ciencias del Agro y del Mar. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, Guanare 3350, Po. Venezuela. rj1961ore@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

El manejo de los desechos sólidos de origen animal e industrial ha adquirido especial importancia debido a que constituye uno de los mayores problemas ambientales a nivel mundial. En Venezuela, las excretas provenientes de la cría de gallinas ponedoras carecen de un adecuado tratamiento, que permita su transformación en un producto estable que no origine problemas ambientales, pero aun así es comercializado como abono orgánico. Una alternativa a este problema es el compostaje, el cual representa una tecnología viable y sostenible para el tratamiento de este residuo.

Por su parte, la industria cementera produce un desecho denominado CKD, material fino, mezcla de piedra caliza, óxido cálcico, minerales del cemento y a veces también cemento totalmente cocido. Según la consultora ESTRUCPLAN (2015) en el proceso se originan 19,3 mg kg⁻¹ de CKD y dado que en Venezuela se producen 8,8 millones de toneladas/año de cemento según lo indicado por Prensa MinIndustria (2013), se generarían 169.840.000 kg de desecho CKD/año.

Una alternativa para solucionar esta problemática ambiental consiste en revalorizar estos dos productos, que pueden constituir materia prima para producción industrial de abonos orgánicos y órgano-minerales de calidad. En el presente trabajo se ha estudiado la composición química resultante del compostaje de la gallinaza añadiendo y mezclando CKD rico en potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre y zinc. El uso de CKD ha sido probado en países como Australia, Nueva Zelanda y Singapur en la producción de un material útil para la agricultura, específicamente para suelos de pH bajo (ZAUBACORP 2015).

Los fertilizantes orgánico minerales constituyen una alternativa en el manejo ecológico

de los suelos (Louis *et al.* 2006). Pruebas de campo han demostrado la eficacia de cada formulación y el ajuste final de la cinética de estabilidad de las mezclas y de la relación costo/beneficio. La obtención de productos orgánicos reforzados con minerales, resultan competitivos en el mercado de los fertilizantes (Murillo 2014). El objetivo de este trabajo fue elaborar y determinar la composición química de un fertilizante orgánico mineral con gallinaza y adición de polvo de horno de cemento sometido a compostaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ejecutó en las instalaciones de la UNELLEZ-Guanare. Para el compostaje de la gallinaza y el CKD se utilizaron 12 reactores tipo Batch. El diseño experimental fue completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron: 50-50-0 (T1), 45-45-10 (T2), 40-40-20 (T3), 35-35-30 (T4) de gallinaza-agua-CKD. El control del proceso de compostaje para establecer la madurez y estabilidad del producto final se hizo mediante lectura cada tres días de: pH, temperatura y relación C/N hasta que estos parámetros se estabilizaron en valores de 6,5-7,5; 25 °C y 20:1 respectivamente. Las características químicas del CKD y Gallinaza fueron determinadas en el laboratorio de análisis y procesamiento de suelos de la UNELLEZ en Guanare y se muestran en la Tabla 1.

Los parámetros medidos en el fertilizante orgánico mineral fueron: materia orgánica (Wlakley-Black), pH (potenciómetro), fósforo (Colorimetría Vanadato - Molibdato), potasio (acetato de amonio – fotometría de llama), calcio y magnesio (acetato de amonio – absorción atómica), hierro, manganeso, cobre y zinc (absorción atómica), nitrógeno (Semi-Micro

Tabla 1. Características químicas del CKD y Gallinaza.

CKD	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	pH	Eq. CaCO ₃
	Mg.kg ⁻¹							H ₂ O	%
	35000	11397	300	140	2	4	1	13,1	74,9
Gallinaza	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	%			mg. kg ⁻¹					
	3,09	0,32	4,69	0,26	0,07	2500	175	75	1350

Kjeldahl), carbono (Combustión húmeda).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los resultados indicó que hubo diferencias significativas entre tratamientos (Tabla 2). El testigo (T1) presentó mayor ($P < 0,05$) contenido de MO, N, P, Mn y Zn. Por su parte T3 y T4 presentaron pH alcalino y similar contenido de MO, macro y micronutrientes excepto para K y Fe; mientras que T2 presentó pH neutro, mayor contenido de N, P, Ca, Mg, Fe y Zn que T3 y T4. Se encontró que el contenido Ca, Mg y Fe se incrementó significativamente al aplicar 10 % de CKD, pero disminuyó cuando se incluyeron proporciones más altas de CKD.

Por otra parte, la aplicación de 20 % de CKD produjo un incremento de 5,1 unidades de pH en el fertilizante orgánico mineral, producto posiblemente de la acción del CO_3^{-2} contenido en el CKD, que al hidrolizarse libera iones hidroxilo (OH^-) el cual aumenta el pH (González *et al.* 2003). La presencia de estos iones permite explicar la disminución significativa del contenido de Ca y Mg en los tratamientos T3 y T4, dado que el Mg^{+2} reacciona con el OH^- para formar $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ y Ca con OH^- para formar $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que al contacto con el aire pasa a formar $\text{CaCO}_3(\text{s})$, los cuales precipitan. Esta reacción posiblemente se potencia por el efecto del aumento de la concentración de MgO y CaO en T3 y T4; lo cual obedece a la ley de acción de masas y velocidad de las reacciones (Contreras 2004), que establece que la velocidad de una reacción es directamente proporcional a la concentración de los reactivos. De esta manera, se incrementa la

cantidad de $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$ y $\text{CaCO}_3(\text{s})$ precipitados en la reacción final.

El contenido de nitrógeno en el fertilizante sufrió fuerte disminución al incrementar la cantidad de CKD, posiblemente como consecuencia de que es utilizado en la respiración por las bacterias en ambiente anaeróbico, se convierte en gas y pasa nuevamente a la atmósfera, lo cual coincide con lo informado por Muñoz (2011), quien encontró que en la evolución del proceso de compostaje se produce un aumento del pH, disminución de la MO y pérdidas apreciables de N.

Con respecto a potasio, la mayor concentración ocurrió en T3 y T4, lo cual pudiera estar relacionado con la disminución de las concentraciones de calcio y magnesio en la mezcla fertilizante, que afectó el balance de estas bases. Al respecto, Navarro y Navarro (2003) señalaron que los antagonismos entre Ca_2^+ , Mg_2^+ y K^+ no suelen presentarse cuando existe una debida proporción entre estos. Sin embargo, está demostrado que existe una relación directa entre la valencia del ión y la fuerza con que es retenido por los sitios de intercambio, así los cationes trivalentes se adsorben más firmemente que los bivalentes, y estos a su vez son retenidos con más fuerza que los monovalentes. En el caso de los tratamientos T3 y T4, al disminuir la concentración de los iones bivalentes (Ca^{++} y Mg^{++}) su lugar en los puntos de cambio del coloide fueron ocupados por el ion monovalente K^+ , razón por lo cual aumentó su contenido.

Por otra parte, el fertilizante orgánico mineral a base de CKD + Gallinaza presentó

Tabla 2. Composición química de los fertilizantes orgánicos minerales.

Parámetro	T1 (50-50-0)	T2 (45-45-10)	T3 (40-40-20)	T4 (35-35-30)
pH	6,9 b	6,9 b	12 a	11,6 a
MO (%)	7,3 a	6,5 b	6,3 b	6,2 b
N (%)	3,1 a	1,1 b	0,7 c	0,5 c
P (mg. kg^{-1})	220 a	213 a	43 b	24 b
K (mg. kg^{-1})	2846 c	3000 c	8100 a	6500 b
Ca (mg. kg^{-1})	2217 b	2926 a	1692 c	1692 c
Mg (mg. kg^{-1})	1027 b	1350 a	500 c	450 c
Mn (mg. kg^{-1})	62,7 a	54 b	16 c	17 c
Fe (mg. kg^{-1})	113 b	261 a	95 c	117 b
Zn (mg. kg^{-1})	67,3 a	64 a	18 b	20 b

valores inferiores a los reportado por Arreola-Enríquez *et al.* (2004) para Ca, K, Mg, N y P en un fertilizante orgánico mineral a base de cachaza. Sin embargo, T2 mostró mayor contenido de N con respecto a los señalados por Calero *et al.* (2009), mientras que T3 y T4 presentaron similares valores a los obtenidos por estos autores, quienes utilizaron una mezcla de caliza fosfatada con humus de lombriz, estiércol vacuno y porcino.

El fertilizante orgánico mineral resultante de la mezcla gallinaza y CKD sometida a compostaje permite proponer la utilización de este desecho en la actividad agro productiva. Sin embargo, es necesario realizar pruebas de respuesta de los cultivos y evaluar la reacción en el suelo ante la aplicación de este fertilizante orgánico mineral. De igual manera, es conveniente examinar el proceso de compostaje para asegurar la madurez y estabilidad del producto final, dado que el pH en los tratamientos T3 y T4 puede indicar que no se realizó completamente.

CONCLUSIONES

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para pH y contenido de MO, P, Ca, K, Mg, Fe, Mn, Zn y N.

El contenido de nitrógeno en el fertilizante disminuyó al incrementar la cantidad de CKD.

Al aplicar 10 % de CKD se incrementó significativamente el contenido de calcio, magnesio e hierro. Por encima de este porcentaje ocurrió disminución significativa de estos nutrimentos. La adición 20 % de CKD causó aumento significativo de pH y contenido de K en el fertilizante.

El fertilizante orgánico mineral resultante de la mezcla gallinaza y CKD sometida a compostaje permite proponer la utilización de este desecho en la actividad agro productiva.

REFERENCIAS

- Arreola-Enríquez, J., Palma-López†, D., Salgado-García, S., Camacho-Chiu, W., Obrador-Olán, J., Juárez-López, F. y Pastrana-Aponte, L. 2004. Evaluación de abono órgano-mineral de cachaza en la producción y calidad de la caña de azúcar. *Terra Latinoamericana* 22(3): 351-357.
- Calero, B., Rodríguez, M., Morales, A., Martínez, F. y Morejón, L. 2009. Biodegradabilidad de mezclas de caliza fosfatada con abonos orgánicos en un suelo ácido. *Cultivos Tropicales* 30(3): 05-09.
- Contreras, S. 2004. Reacciones Químicas. VI Escuela Venezolana para la enseñanza de la química. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias. Departamento de química. 91p.
- ESTRUCPLAN. 2015. Impacto ambiental y actividades productivas. Cemento, cal, yeso. Salud, seguridad y medio ambiente en la industria. En: <http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=258> [septiembre de 2015].
- González, P., Fernández, R., Serrano, R. y Fernández, A. 2003. Cambios en el pH del perfil de un suelo ácido cultivado y enmendado con diversos materiales para incrementar su fertilidad. *Estudios de la zona no saturada del suelo* 6(1):12-19.
- Louis, C., Garrido, M., Causse, A. y Reyes, F. 2006. Fertilizantes organominerales, una alternativa en el manejo ecológico de los suelos ferralíticos rojos de la Habana. *Mapping* 114: 91-96.
- Muñoz, G. 2011. Elaboración a escala pre-industrial de enmiendas y abonos orgánicos sólidos y líquidos mediante co-compostaje de orujo de oliva en dos fases. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. 212 p.
- Murillo, O. 2014. Mezclas Mineral Orgánicas: Importancia, Utilización e Incorporación en los esquemas de Fertilización de la Agricultura del País. En: <http://abonamos.com/mezclas-mineral-organicas-importancia-utilizacion-e-incorporacion-en-los-esquem>

as-de-fertilizacion-de-la-agricultura-del-pais
[septiembre de 2015].

Prensa MinIndustria 2013. Producción de cemento en Venezuela se mantiene estable. Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información. En: <http://www.correodelorinoco.gob.ve/nacionales/produccion-cemento-venezuela-se-mantiene-estable>. [septiembre de 2015].

Navarro, B. y Navarro, G. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Segunda edición. Ediciones Mundi–Prensa, Madrid. 487 p.

Zaubacorp. 2015. N-viro abono india private limited. En: <https://translate.google.co.ve/translate?hl=es&sl=en&u=https://www.Zaubacorp.com/company/n-viro-fertilizer-india-private-limited/u24100gj2013ptc073753&prev=search>. [septiembre de 2015].