

MICRONUTRIMENTOS SOLUBLES EN VERMICOMPOSTA

SOLUBLE MICRONUTRIENTS IN VERMICOMPOST

L. Y. Rivera Olivares¹, L. I. Trejo Téllez^{2,†}, F. C. Gómez Merino³,
M. Ramírez Gómez¹, J. S. Méndez Rivera¹, J. M. Cisneros Vázquez¹

¹Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Colegio de Postgraduados, ²Campus Montecillo. 56230. Montecillo, Edo. de México. [†]Autor responsable (tlibia@colpos.mx) ³Campus Córdoba. 94500. Córdoba, Veracruz.

RESUMEN. El objetivo fue determinar la concentración de algunos micronutrientes esenciales solubilizados a partir de vermicomposta. Se evaluaron tres concentraciones de vermicomposta (10, 15 y 20%) incubadas en agua destilada y el empleo de hidróxido de potasio (0, 0.5 y 1%) como extractor alcalino. El diseño experimental fue factorial 3², con tres repeticiones por tratamiento. Las unidades experimentales fueron cubetas conteniendo 2L de volumen total de agua. Cada unidad experimental fué agitada cada 24 horas con varillas de madera, alícuotas de éstas fueron tomadas a las 48 hr, en donde fueron analizados Fe, Cu, Zn, Mn, y B empleando un espectrofotómetro de emisión de plasma acoplado. Adicionalmente los valores de pH y CE fueron registrados. Los resultados obtenidos se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza y comparación de medias Tukey (p £ 0.05). Efectos positivos de la adición de hidróxido de potasio fueron observados sobre la solubilidad de cobre, zinc, manganeso y boro. Para el caso particular de cobre, boro y zinc, en los tratamientos conteniendo hidróxido de potasio se observó una relación negativa entre la solubilidad de éstos y la cantidad de vermicomposta adicionada.

Palabras clave: hierro, cobre, zinc, manganeso, boro

SUMMARY. The objective of this study was to determine the concentration of some essential micronutrients obtained and solubilized from vermicompost. The concentrations of the vermicompost (10, 15 y 20%) incubated in distilled water and three concentrations of potassium hydroxide (0, 0.5 y 1%) as an alkaline extractor were evaluated, in a completely randomized experimental design with factorial arrangement 3² and three replicates per treatment. Experimental units were pots with a volume of 2 L each. Each experimental unit was shaken every 24 h and aliquots of them were taken every 48 h. Analysis of Fe, Cu, Zn, Mn, and B were carried out from those aliquots taken. Besides, pH and CE values from the aliquots were taken and analyzed. An analysis of variance (ANOVA) means comparison using the Tukey's test (p £ 0.05) were done. Positive effects of potassium hydroxide on solubility of Cu, Zn, Mn and B were observed. On the other hand, Cu, B and Zn in the treatments that included potassium hydroxide, a negative relation between solubility of such elements and their content in the vermicompost was observed.

Index words: iron, copper, zinc, manganese, boron.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la nutrición humana está experimentando cambios en nuevas áreas. Los productos nutraceuticos, funcionales, saludables o producidos bajo buenas prácticas agrícolas han generado un mercado en crecimiento. Los consumidores están cada vez más conscientes y buscan en el mercado aquellos productos que contribuyan a su salud y bienestar (Brentlinger, 2002; Ayala y Lutz, 2003; López, 2004).

En la búsqueda continua por encontrar sistemas de producción que reduzcan o eliminen el uso de productos fitosanitarios que pongan en riesgo la salud humana, se tiene a la agricultura orgánica como un sistema muy promisorio. En forma general, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2001), define la agricultura orgánica como un método donde no se utilizan fertilizantes ni productos fitosanitarios de síntesis química. Tanto en México como en Estados Unidos, las normas de agricultura orgánica coinciden a lo establecido por la FAO, con

ciertas especificaciones propias de cada país, las cuales están contenidas en los documentos, NOM.037 FITO (1995) y NOP (2004), respectivamente.

Gómez *et al.* (1999), mencionan que los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica en México y en otros lugares del mundo son la comercialización, las limitantes ambientales, y la insuficiencia de capacitación e investigación. La comercialización, debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto. Las limitantes ambientales, debido a las aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, ocasionando contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos. Los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son de importación y por consiguiente de precio elevado. Por otro lado, la insuficiencia de capacitación e investigación, origina que los productores recurran a técnicos e instituciones extranjeras. Así también, las normas establecen un período de tres a cinco años para la reconversión de un predio para certificarlo como orgánico, entre otras cosas (NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004; Brentlinger, 2002).

En el proceso de conversión o reconversión a sistemas orgánicos de producción es usual la aplicación de abonos orgánicos, la inoculación con hongos endomicorrízicos y microorganismos fijadores de nitrógeno. Entre los abonos orgánicos se encuentra la vermicomposta, producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices (Edwards *et al.*, 1984). El uso de este biofertilizante puede reducir el uso de fertilizantes de síntesis química.

El empleo de la vermicomposta y de los efluentes provenientes de ésta como fuente de nutrientes

esenciales para plantas superiores se encuentra escasamente documentado. Por tal razón, el objetivo de la investigación fue determinar qué micronutrientes esenciales se encuentran en efluentes provenientes de vermicomposta y en qué concentraciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la investigación

La investigación se desarrolló en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, México.

Vermicomposta y condiciones experimentales

Se empleó vermicomposta comercial (pH=7.96 en agua 1:2; C. E.= 6.37 dS m⁻¹). El experimento fue conducido a temperatura ambiente, con ciclos día/noche 25-30 °C/ 15-20 °C.

Tratamientos. Se evaluaron dos factores: hidróxido de potasio y vermicomposta. La combinación de los niveles de los factores del (Cuadro 1), dio como resultado 12 tratamientos. Para la interpretación de los resultados los tratamientos se han agrupado en tres subgrupos: el primer subgrupo abarca los tratamientos T1, T2 y T3 (ausencia de KOH y niveles crecientes de vermicomposta: 10, 15 y 20%, respectivamente); el segundo subgrupo comprende los tratamientos T4, T5 y T6 (0.5% de KOH y niveles crecientes de vermicomposta: 10, 15 y 20%, respectivamente); el tercer subgrupo incluye los tratamientos T7, T8 y T9 (1% de KOH y niveles crecientes de vermicomposta: 10, 15 y 20%, respectivamente); y finalmente, el subgrupo 4 abarca los tratamientos T10, T11 y T12 (1.5 de KOH y niveles crecientes de vermicomposta: 10, 15 y 20%, respectivamente).

El diseño experimental empleado fue factorial completo 4 X 3, con tres repeticiones (R) por tratamiento y con una distribución completamente al azar. El número de

Cuadro 1. Factores y niveles crecientes de vermicomposta evaluados empleando distintas concentraciones de KOH.

Factor	Nivel	Identificación
Hidróxido de potasio	0.0	K0
	0.5	K1
	1.0	K2
	1.5	K3
Vermicomposta	10.0	V1
	15.0	V2
	20.0	V3

unidades experimentales fue de 36, y éstas fueron contenedores de plástico de 3 L de capacidad. Las unidades experimentales fueron lavadas y pintadas de la parte exterior con pintura vinílica negra, con la finalidad de evitar el paso de luz al interior y en consecuencia evitar la proliferación de algas.

Instalación de tratamientos. Tratamientos y repeticiones fueron asignadas en forma aleatoria a cada una de las unidades experimentales. El volumen total considerado en cada unidad experimental fue de 2 L y las cantidades correspondientes de hidróxido de potasio (0, 5, 10 y 15 g equivalentes a 0, 0.5, 1.0 y 1.5 %, respectivamente), y de vermicomposta (200, 300 y 400 g equivalentes a 10, 15 y 20 %, respectivamente), fueron pesadas en una Balanza Digital (OHAUS Precision Advanced). Una vez adicionadas las cantidades de hidróxido de potasio y vermicomposta correspondientes a cada tratamiento, los contenedores fueron aforados a 2 L empleando para ello agua destilada.

Conducción del experimento y toma de muestras.

Cada unidad experimental fue agitada diariamente por un período de 48 hr utilizando para cada una de ellas un agitador de madera 30 cm de largo. Posteriormente se realizó un muestreo tomándose 30 mL de alícuota por unidad experimental.

Variables evaluadas

pH. El valor de pH fue medido en cada una de las alícuotas muestreadas en las distintas fechas, empleando para ello un potenciómetro portátil marca pH Conductronic PC18.

Conductividad eléctrica. Medida usando un medidor portátil CE Conductronic CL35.

Análisis de micronutrientes. La concentración Fe, Cu, Zn, Mn y B se realizó mediante lectura directa en un equipo de espectroscopía de emisión atómica de inducción por plasma (ICP-AES VARIAN™ Liberty II).

Análisis estadístico. El procedimiento estadístico utilizado fue el análisis de varianza (ANOVA) empleando el sistema de análisis estadístico SAS (SAS, 1990), para cada uno de los tratamientos y repeticiones en un diseño factorial completo. Se realizó adicionalmente una prueba de comparación de medias por Tukey al 5 % de probabilidad de error.

RESULTADOS Y DISCUSION

pH. El pH alcanzó valores superiores a 12, especialmente cuando las concentraciones de KOH de 1 y 1.5% (Figura 1). Los valores más bajos (pH cercano a 8) se alcanzaron cuando no se adicionó KOH a la mezcla. Cuando se adicionó 0.5% de KOH (tratamientos T4, T5 y T6) se observó una reducción gradual de 12 a 10, aproximadamente, a medida que se incrementaba la concentración de vermicomposta de 10 al 20% en la mezcla. La vermicomposta por si sola presenta valores de pH cercanos o superiores a 8 y estos valores se aumentaron conforme se incremento la concentración de KOH en la mezcla, debido al incremento en la concentración de iones OH⁻.

Conductividad eléctrica. Los tratamientos mostraron que a medida que se incrementaron los niveles de KOH en las muestras, los valores de CE también aumentaron (Figura 2). Se observa claramente que si bien al aumentar el contenido de KOH el valor de la CE se incrementa, hay una disminución generalizada de éste a medida que aumenta la concentración de vermicomposta de 10 a 20% ; es decir, la vermicomposta

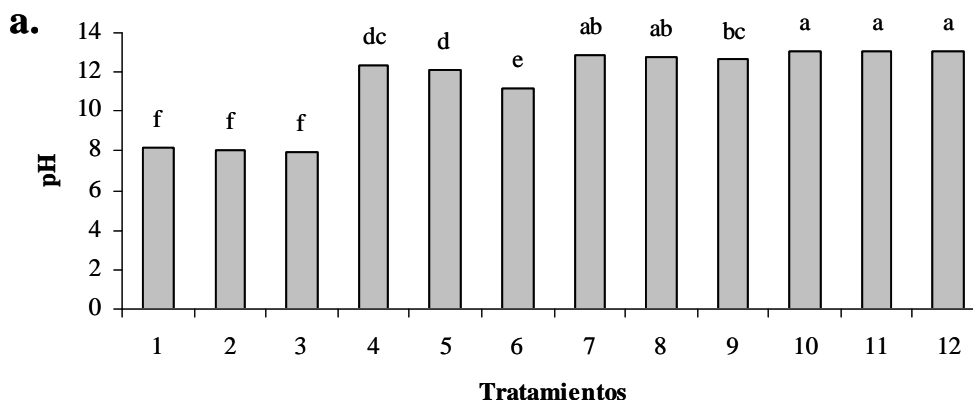
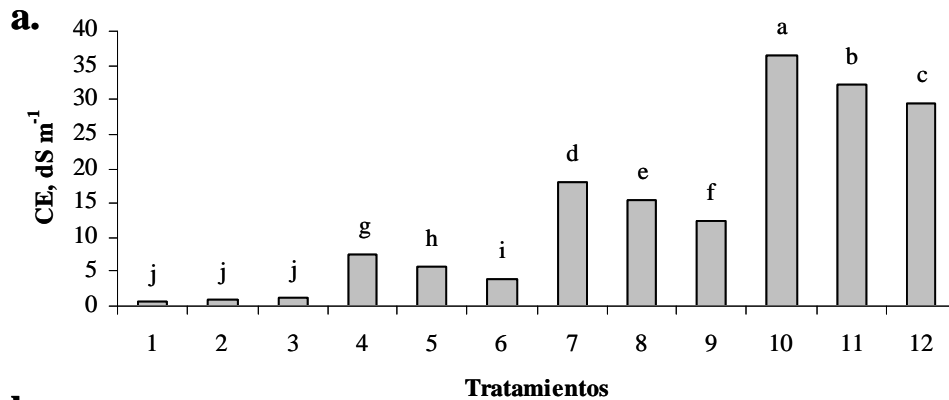


Figura 1. Valores de pH en efluente de vermicomposta empleando distintas concentraciones de ésta y de KOH, a 48 horas de incubación. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas en columnas de cada sub-figura indican diferencias significativas (p < 0.05).



b.

Valores de CE en efluente de vermicomposta empleando distintas concentraciones de ésta y de KOH, a los dos (a.), cuatro (b.), seis (c.), ocho (d.) y diez días (e.) de incubación. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas en columnas de cada sub-figura indican diferencias significativas (p d" 0.05).

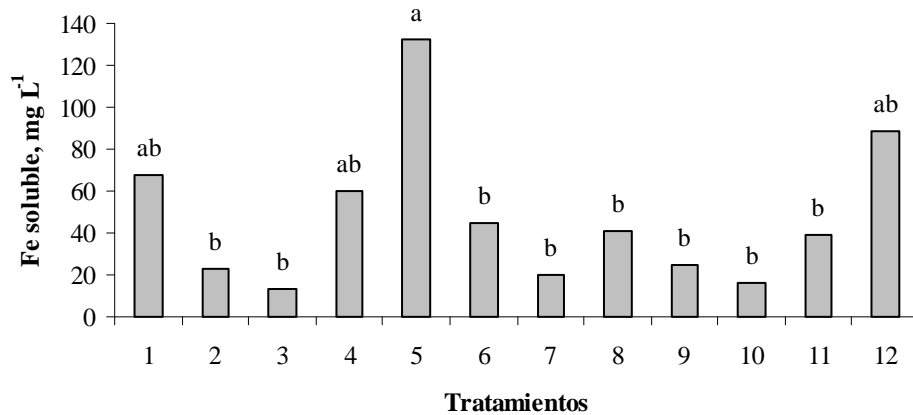


Figura 3. Concentración de hierro soluble en los tratamientos evaluados. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas indican diferencias significativas (p d" 0.05).

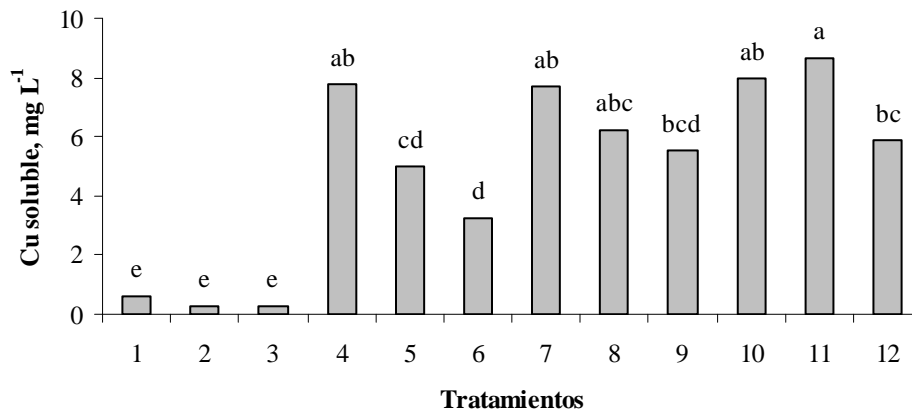


Figura 4. Concentración de cobre soluble en los tratamientos evaluados. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas indican diferencias significativas (p d" 0.05).

funciona como amortiguador de la conductividad eléctrica, debido probablemente a la unión electrostática de iones a cargas de ésta y a la formación de algunos complejos.

Concentración de hierro soluble.

En los resultados de las concentraciones de hierro obtenidas se observa la mayor concentración de Fe soluble en los tratamientos T5 y T12, seguidos de los tratamientos T6 y T1 Figura 3. Los cuatro anteriores tratamientos, muestran distintos contenido de KOH y vermicomposta, lo que sugiere que ninguno de las dos variables tiene efecto dominante.

Concentración de cobre soluble.

En los resultados de las concentraciones de cobre obtenidas se observa que a medida que incrementa la concentración de KOH, aumenta su solubilidad (Figura 4). Los tratamientos T1, T2 y T3, en los cuales no se adicionó KOH, mostraron las concentraciones más bajas de cobre soluble. En el resto de los tratamientos, se observa que el cobre solubilizado es proporcional a la cantidad de vermicomposta. Se observa en forma particular que los tratamientos T8, T9, T11, y T12 presentan el mayor contenido de cobre soluble y no existen diferencias estadísticas significativas entre éstos. Entre los tratamientos que contenían KOH en alguna concentración, el tratamiento 6 presentó la media más baja.

Concentración de zinc soluble.

En los resultados de las concentraciones de zinc obtenidas en ausencia de KOH, se observó que la

solubilización de zinc a partir de la vermicomposta fue muy baja o nula, lo cual indica que este agente extractante es determinante para la solubilización de este elemento (Figura 5). Se registró la mayor concentración de zinc soluble en los tratamientos T12 y T9, ambos tratamientos con la mayor cantidad de vermicomposta y las dos concentraciones más altas de KOH. Los tratamientos T3, T2, y T1 (sin KOH) fueron los de concentraciones menores de zinc soluble.

Concentración de manganeso soluble.

En los resultados de las concentraciones de manganeso, se determinó que en los tratamientos T12 y T5 fue la mayor concentración de Mn soluble, no existiendo diferencias estadísticas entre dichos tratamientos (Figura 6). La ausencia de KOH (tratamientos T1, T2 y T3) propició la disminución en la solubilidad de este elemento. En los tratamientos con los niveles más altos de KOH (1.0 y 1.5%) existe una relación directa entre el manganeso solubilizado y la cantidad de vermicomposta incubada.

Concentración de boro soluble.

Los resultados de las concentraciones de boro obtenidas, indican que existió una interacción positiva entre vermicomposta y KOH, ya que existió una relación directa entre dichas variables y la solubilidad de boro (Figura 7). Los tratamientos T1, T2, y T3 fueron muy similares entre sí con concentraciones bajas de boro soluble; estos tratamientos no contenían KOH, lo que indica que cuando éste no está presente la solubilización de dicho elemento es menor.

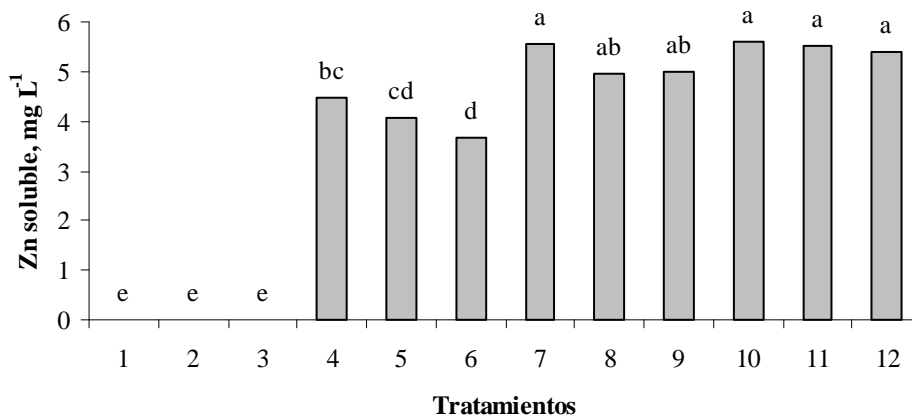


Figura 5. Concentración de zinc soluble en los tratamientos evaluados. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas indican diferencias significativas (p $d'' 0.05$).

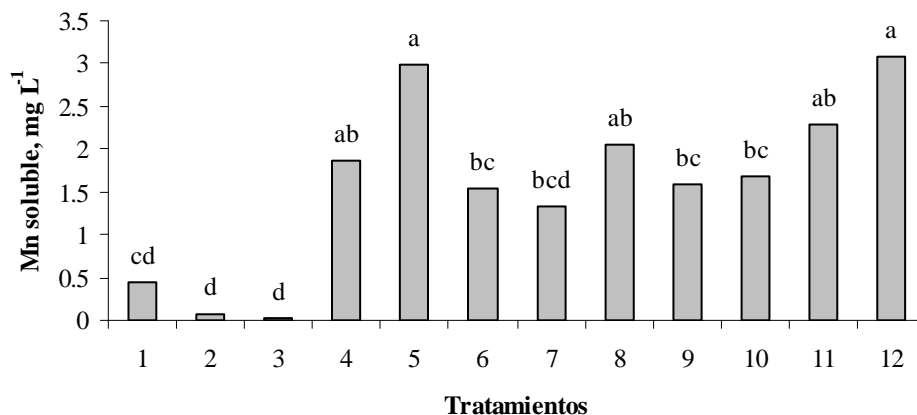


Figura 6. Concentración de manganeso soluble en los tratamientos evaluados. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas indican diferencias significativas (p d" 0.05).

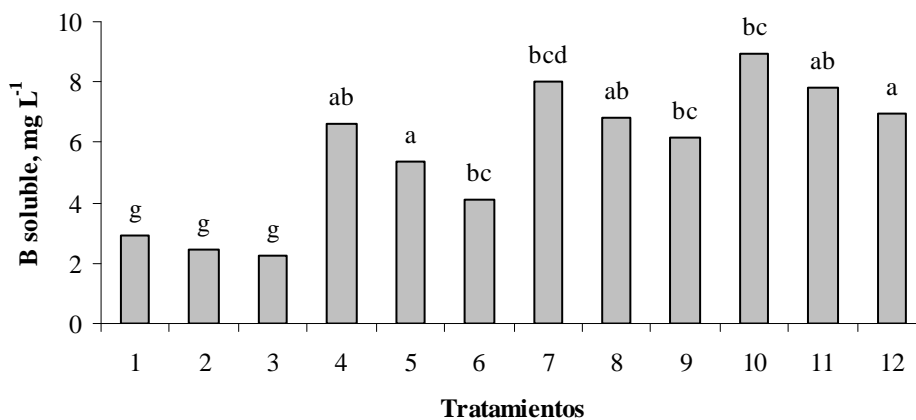


Figura 7. Concentración de boro soluble en los tratamientos evaluados. Vermicomposta, KOH: 1) 10%, 0%, 2) 15%, 0%, 3) 20%, 0%; 4) 10%, 0.5%; 5) 15%, 0.5%; 6) 20%, 0.5 %; 7) 10%, 1%; 8) 15%, 1%; 9) 20%, 1.0%; 10) 10%, 1.5%; 11) 15% , 1.5, 12) 20%, 1.5%. Letras distintas indican diferencias significativas (p d" 0.05).

CONCLUSIONES

Las vermicompostas contienen nutrimentos que pueden ser solubilizados; entre los micronutrimentos se encuentran el hierro, cobre, zinc, manganeso y boro. La solubilidad de los elementos esenciales evaluados, mostraron respuestas distintas a la adición del extractante KOH.

La concentración de hierro no fue afectada en forma significativa por las cantidades de vermicomposta

incubada ni por la concentración de KOH; mientras que la solubilidad de cobre, zinc, manganeso y boro se correlacionó en forma positiva con las concentraciones de vermicomposta y de KOH.

Los valores de pH y de la CE no mostraron cambios durante los muestreos y se encuentran relacionados en forma directa con la presencia de KOH.

Los efluentes de vermicomposta aportan nutrimentos esenciales, pero muestran valores de conductividad eléctrica altos.

LITERATURACITADA

- Ayala L., H, y Lutz R., M. 2003. Alimentos funcionales y saludables. *Rev. chil. nutr.* 30 (1): 8-14.
- Brentlinger, D. 2002. Certified organic tomato production. <http://www.cropking.com/organic.shtml>. (Accesado Diciembre 16, 2006).
- Edwards, C. A.; Burrows, I.; Fletcher, K. E. and Jones, B. A. 1984. The use of earthworms for composting farm wastes. pp. 229 241. *In: J.K.R. Gasser (ed.). Composting of agricultural and other wastes.* Els. App. Sci. Publ. London.
- FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia
- Gómez T., L.; Gómez C., M. A. y Schwentesi, R. R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p 121-158. *In: C de Grammont H., Gómez C.M.A., González H. y Schwentesi R.R (Eds) Agricultura de exportación en tiempo de globalización. El caso de las hortalizas, frutas y flores.* CIESTAAM/UACH. Mexico.
- López, A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. *El financiero.* (Diario) 11 de marzo
- NOM.037 FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México.
- NOP. 2004. The National Organic Program. USDA. AMS.

