



Efecto de la aplicación de un vermicompost en las propiedades químicas de un suelo salino-sódico del semiárido venezolano

Effect of application of vermicompost on the chemical properties of saline-sodic soil of Venezuelan semiarid

José Pastor Mogollón Sandoval ^{1*}, Alicia Elena Martínez ² y Duilio Gilberto Torres ³

¹Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda, Coro, estado Falcón. Departamento de Ambiente, Tecnología Agrícola, Venezuela. ² Universidad Politécnica Territorial Alonso Gamero, Venezuela. ³ Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Venezuela. *Autor para correspondencia: jmogollon15@gmail.com

Rec.:06.11.2014 Acep.: 29.04.2015

Resumen

En el trabajo se evaluó el efecto de un vermicompost, elaborado con lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), y sustrato de restos de alimento, broza de café, pseudotallos de plátano y estiércol equino en las propiedades de un suelo salino-sódico del Cebollal de Coro, municipio Miranda, estado Falcón, Venezuela. Para el efecto en un experimento de incubación se compararon tres dosis del producto (tratamientos, T1 = testigo, T2 = 1%, T3 = 5%, T4 = 10%) durante 28 días de incubación, con mediciones los días 7, 14, 21 y 28. Se midió el pH, la conductividad eléctrica (CE), los cationes intercambiables (Ca, Mg, Na y K), y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI). Todas las variables disminuyeron durante el ensayo; la CE en T4 se redujo 62% con respecto al valor promedio inicial (3.48 dS/m), el pH inicial en el suelo (8.30) se redujo a 7.5 en el mismo tratamiento, igualmente el PSI se redujo 50%. La adición de este producto orgánico demostró ser una buena estrategia para la recuperación integral de suelos salino-sódicos en la región de estudio.

Palabras clave: Enmiendas orgánicas, recuperación de suelo, salinidad, sodicidad.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of vermicompost made with California red worm (*Eisenia foetida*), and substrate remains of food, coffee dregs, pseudostems banana and horse dung, on the properties of a sodium-saline soil of Cebollal plain. Incubation experiment was carried out to compare three doses of vermicompost. Four treatments were implemented: treatment without vermicompost (T1); T2: 1% vermicompost; T3: 5% vermicompost and T4: 10% vermicompost, for an incubation period of 28 days, with measurements at 7, 14, 21, and 28 days. In each dates were evaluated the soil pH, electrical conductivity (EC) and exchangeable sodium percentage (ESP). All variables decreased during the trial. The EC T4 showed a reduction of 62% compared to baseline (3.48 dS/m). The application of different treatments has reduced the initial values of soil pH (8.30); the most effective treatment was T4, since soils changed from the condition of alkali to neutral soils (pH \leq 7.5). With the application of 10% vermicompost was reduced ESP 50%. The addition of vermicompost proved to be a good strategy for the full recovery of saline-sodic soils.

Keywords: Organic amendments, salinity, soil recovery, sodicity.

Introducción

La desertización, la erosión y la salinización son las principales amenazas de la fertilidad de los suelos en áreas tropicales; la salinización, por ejemplo, causa efectos negativos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Mogollón *et al.*, 2010, 2014; Torres *et al.*, 2006). Las áreas de suelo degradadas por problemas de sales y sodio están ampliamente distribuidas en el mundo, pero son más frecuentes en zonas áridas y semiáridas que han sido sometidas a la agricultura intensiva.

Los procesos de salinización de los suelos se pueden clasificar en dos grandes grupos; por un lado, la salinidad natural, favorecidas por cambios climáticos mayores, procesos geomorfológicos de sedimentación, erosión y redistribución de materiales y cambios en la hidrología superficial y subterránea (Lamz y González, 2013). Por otro, la salinidad antrópica la cual ha sido producto fundamentalmente de las prácticas inadecuadas de riego y drenaje (Yurtseven Öztürk y Avci, 2014).

En los suelos de la zona árida del estado Falcón existe un proceso evidente de degradación por efectos de la salinización, como consecuencia de prácticas agrícolas no apropiadas. En este Estado, una de las zonas agrícolas más afectadas por este procesos es El Cebollal de Coro, reconocida por su alta producción de hortalizas (Rodríguez *et al.*, 2009).

El manejo de la fertilización y el riego así como el uso de vermicompost son algunas de la metodologías propuestas para la rehabilitación de suelos afectados por exceso de sales (Chaoui *et al.*, 2003).

Por lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la incorporación de vermicompost en la rehabilitación de suelos salino-sódicos del sector El Cebollal, Estado Falcón, en condiciones controladas de laboratorio, tomando como indicadores los cambios en pH, la conductividad eléctrica y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

Métodos y materiales

Área de Estudio y toma de muestras

Las muestras de suelos fueron tomadas de la serie El Jebe, clasificados como Typic Haplargids, de textura arcillosa y altos contenidos de sales (Rodríguez *et al.*, 2009) en la finca Los Hurtado (1.255.647.95 N y 415.918.77 E) y representativos de 5386 ha dedicados, principalmente al cultivo de hortalizas. El clima se caracteriza por presentar temperaturas altas durante la mayor parte del año y bajas precipitaciones

concentradas en los últimos meses (372 mm/año) y evapotranspiración potencial anual entre cuatro y ocho veces mayor que la precipitación (2162 mm/año). Las variables evaluadas fueron conductividad eléctrica (CE), pH, cationes cambiables (Ca, Mg, Na y K) y el porcentaje de sodio intercambiable (PSI)

Para los análisis, en sitios con signos visibles de salinización ($\text{pH} > 8$, $\text{CE}_{1:2} > 2 \text{ dS/m}$) se tomaron 18 submuestras de suelo entre 0 y 20 cm de profundidad en una parcela de aproximadamente 1 ha. Con estas submuestras se formó una muestra de 50 kg que después de secada, tamizada en malla de 2 mm y homogeneizada, fue utilizada en el laboratorio para realizar los respectivos análisis químicos.

Como antecedente, durante las décadas de 1980 y 1990, la finca fue explotada con cultivos hortícolas con aplicación de riego, principalmente cebolla y melón, en los cuales se aplicaron cantidades altas de fertilizantes y otros agroquímicos de síntesis como herbicidas e insecticidas; en forma paralela ocurrió un uso excesivo de acuíferos para riego. Estas prácticas de manejo ocasionaron la salinización de los suelos (Rodríguez, 2002); como resultado de esta salinización de los suelos, la explotación lleva más de 10 años sin ser utilizada para cultivos comerciales.

Vermicompost

El vermicompost utilizado provino de la finca El Pozón localizada en el Municipio Petit, Estado Falcón. Para la elaboración del vermicompost se utilizó la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y como sustrato se utilizaron residuos de alimento, broza de café, pseudotallos de plátano y estiércol equino, previamente precompostados 20 días y luego sometidos al vermicompostaje durante 60 días.

Diseño del Experimento

La evaluación del vermicompost se hizo en laboratorio bajo condiciones controladas de humedad y temperatura. Para el efecto, en un diseño completamente aleatorio se evaluaron dosis de 1%, 5% y 10% (p/p) y doce repeticiones sobre las variables relacionadas con salinidad (pH, CE, cationes cambiables, PSI); además se evaluó un tratamiento testigo sin aplicación de vermicompost. La unidad experimental consistió de un recipiente plástico con un contenido de 100 g de la mezcla suelo:vermicompost, los cuales fueron colocados en incubadora a 28 °C, y a un nivel de humedad ajustada a 80% de la capacidad de campo. Para asegurar esta condición, cada 4 días se determinó el peso de cada una de las unidades experimentales, para compensar la pérdida de peso se aplicó agua bidestilada. La incubación se hizo durante 28 días, tiempo durante el cual se

realizaron cuatro mediciones, los días 7, 14, 21 y 28. Las mediciones de las variables en estudio se hicieron en tres unidades experimentales de cada tratamiento.

Análisis Químicos:

El pH se determinó con potenciómetro una relación suelo:agua de 1:2 (Bates, 1973). La CE se midió en la misma relación suelo:agua (1:2) utilizando un conductímetro (Dellavalle, 1992). El carbono orgánico (CO) se determinó por el método de Walkley-Black (1934). El nitrógeno total (Nt) fue determinado por el método de Kjeldahl, previa digestión de la muestra. Los cationes cambiabiles fueron extraídos con acetato de amonio 1N; los cationes sodio (Na⁺) y potasio (K⁺) fueron determinados por fotometría de llama (Thomas, 1982); y los cationes calcio (Ca²⁺) y magnesio (Mg²⁺) por el método complexométrico (Abadía *et al.*, 1981). Para calcular el porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se utilizó la ecuación:

$$PSI = Na / \sum(Ca, Mg, K, Na) * 100$$

El análisis de datos se hizo por varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey, utilizando el software Infostat versión 1.1 (Infostat, 2002).

Resultados y discusión

Caracterización Físico-química del suelo y vermicompost

Suelo

En la Tabla 1 aparecen los valores promedio de las propiedades químicas del vermicompost y del suelo; además de las fracciones arena, limo y arcilla, y la clase textural de éste. El suelo original presentó un pH de 8.40, un PSI de 67.2% y 3.48 dS/m para la CE. De acuerdo con Fuentes (1999)

Tabla 1. Caracterización físico-química del suelo y de la vermicompost utilizada

Parámetros	Suelo	Vermicompost
pH	8.30	6.80
Conductividad Eléctrica (dS/m) (1:2)	3.43	0.48
Materia Orgánica (g/kg)	3.0	325.0
Carbono Orgánico (g/kg)	2.50	188.50
N total (g/kg)	0.20	17.50
Relación C/N	12.50	10.77
Ca ²⁺ (Cmol./kg)	1.18	62.50
Mg ²⁺ (Cmol./kg)	0.25	54.25
K ⁺ (Cmol./kg)	0.28	12.86
Na ⁺ (Cmol./kg)	3.35	4.50
Porcentaje de Sodio Intercambiable (%)	67.17	4.10
% arena	34	-
% arcilla	42	-
% limo	24	-
Clase Textural	Arcillosa	-

los suelos salino-sódicos se caracterizan por presentar una CE_{1:2} >1.6 dS/m y un PSI > 15%.

Los altos valores de sodicidad encontrados en este suelo están relacionados con el manejo previo caracterizado por la aplicación excesiva de insumos de síntesis química (fertilizantes y pesticidas), alta mecanización y utilización de agua para riego con altos niveles de salinidad (Rodríguez *et al.*, 2009).

La relación catiónica se refiere a la proporción relativa de los cationes básicos en el suelo. Por lo general, se espera que en suelos con buenas condiciones para el crecimiento de las plantas, el contenido de cationes corresponda al orden siguiente: Ca²⁺ > Mg²⁺ > K⁺ > Na⁺ (Casanova, 2005), no obstante en los suelos del presente estudio esta relación fue inversa: Na⁺ > Ca²⁺ > K⁺ > Mg²⁺. La abundancia del sodio frente al calcio y magnesio absorbido en las arcillas puede determinar la dispersión de estas partículas, ocasionando pérdida de agregados y alteración de la porosidad (Le Bissonnais, 2006).

El contenido de CO fue bajo (2.50 g/kg) lo cual es típico en condiciones semiáridas y es menor que el encontrado por Acosta *et al.* (2008) (6.40 g/kg) en la Península de Paraguaná, Estado Falcón. El Nt en el suelo (0.2 g/kg) fue igualmente bajo, como es de esperar en regiones semiáridas.

Vermicompost

El vermicompost utilizado como enmienda presentó valores de pH de 6.80 y CE de 0.48 dS/m (Tabla 1) lo que indica que se trata de un producto orgánico no salino de reacción neutra. Estos valores se encuentran dentro del rango esperado en compost estabilizado y maduro (Durán y Henríquez, 2010). Es necesario mencionar que las propiedades químicas del vermicompost son variables, dependiendo del tipo y el estado de descomposición y el tiempo de almacenamiento de los subproductos utilizados para su fabricación (Durán y Henríquez, 2007).

El CO presentó un valor de 188.5 g/kg, el cual estuvo dentro del rango considerado adecuado en este tipo de compost (144 - 300 g/kg) (Ravera y De Sanzo, 2000). La relación C/N encontrada fue de 10.77, que indica que se trata de un vermicompost estable y maduro, ya que según algunos autores (Castillo *et al.*, 2010; Acosta *et al.*, 2004) cumple con el valor establecido para esta característica (C/N = 15 o menos). Esta es una estimación directa de las fracciones biológicamente degradables de C y N en los sustratos orgánicos (Defrieri *et al.*, 2005), a la vez que es un índice de la celeridad de descomposición del sustrato y la posterior mineralización de sus componentes (De La Cruz *et al.*, 2010).

La relación catiónica del vermicompost fue $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$. En estas condiciones, se espera que en función de los altos contenidos de Ca^{2+} , una vez aplicado al suelo ocurra un proceso de sustitución de iones Na^+ , lo que favorece un proceso de lavado de este ión.

pH del Suelo

No hubo diferencias en el tratamiento 1 (T1) que corresponde al testigo (suelo incubado sin aplicación de vermicompost) a lo largo de los 28 días de incubación. De manera general, los resultados muestran una disminución significativa en el pH del suelo con la mayor dosis aplicada (Tabla 2). El T4 (10% de vermicompost) después de 28 días mostró diferencias significativas en el pH ($P < 0.05$) con respecto al tratamiento testigo, siendo estos valores de 7.5 y 8.3, respectivamente.

Tabla 2. Variación del pH del suelo durante el ensayo de incubación

Tratamientos	Fechas de Medición			
	7 días	14 días	21 días	28 días
T1 (testigo)	8.27 (0.06) ^{Aa}	8.23 (0.15) ^{Aa}	8.27 (0.06) ^{Aa}	8.30 (0.10) ^{Aa}
T2 (1% V)	7.83 (0.03) ^{Ba}	7.75 (0.05) ^{Ba}	7.77 (0.06) ^{Ba}	7.75 (0.05) ^{Ba}
T3 (5% V)	7.77 (0.06) ^{Ca}	7.67 (0.06) ^{Bb}	7.62 (0.03) ^{Cb}	7.60 (0.05) ^{Cb}
T4 (10% V)	7.72 (0.03) ^{Ca}	7.62 (0.03) ^{Bb}	7.55 (0.05) ^{Cc}	7.50 (0.05) ^{Cc}

Las letras mayúsculas indican diferencias entre tratamientos por fecha de medición; letras minúsculas indican diferencias para un mismo tratamiento durante la incubación. Letras difieren con una probabilidad $\leq 0.05\%$ según la prueba de Tukey; entre paréntesis, la desviación estándar.

Esta reducción en pH está relacionada con una mayor cantidad de iones hidrogeno resultantes de la ionización de los diferentes radicales presentes en la materia orgánica del vermicompost (Durán y Henríquez, 2009) y por la producción de ácidos orgánicos producto de la mineralización del compost o por el proceso de nitrificación que toma lugar durante la mineralización de la materia orgánica incorporada (Azarmi *et al.*, 2008).

Conductividad Eléctrica

En la Tabla 3 se observan los valores de la CE del suelo. La dinámica de esta variable se muestra para cada tratamiento al cabo de las fechas de monitoreo, así como las diferencias estadísticas entre tratamientos para cada fecha de muestreo.

En todos los tratamientos se encontró una reducción significativa ($P < 0.05$) de la CE en el suelo. Los valores más bajos se observaron con el T4, en el cual la CE inicial en el suelo (3.48 dS/m) presentó una reducción de 62% al final del ensayo con un valor de 1.33 dS/m. Resultados similares encontraron Mahmoud e Ibrahim (2012) quienes observaron una reducción de 46% en la CE del suelo con la aplicación de 10% de vermicompost. No obstante, las investigaciones de Ayyobi *et al.* (2014) muestran que cuando la

aplicación de vermicompost es continuada en el tiempo, la CE en el suelo puede aumentar debido a que la mayoría de estas enmiendas presentan altos valores de salinidad.

Tabla 3. Variación de la CE (dS/m) del suelo durante el ensayo de incubación

Tratamientos	Fechas de Medición			
	7 días	14 días	21 días	28 días
T1 (testigo)	3.42 (0.03) ^{Aa}	3.42 (0.08) ^{Aa}	3.47 (0.08) ^{Aa}	3.40 (0.05) ^{Aa}
T2 (1% V)	3.47 (0.03) ^{Aa}	2.57 (0.15) ^{Bb}	2.50 (0.05) ^{Bb}	2.38 (0.03) ^{Bc}
T3 (5% V)	2.68 (0.13) ^{Ba}	2.00 (0.18) ^{Cb}	1.63 (0.08) ^{Cc}	1.58 (0.08) ^{Cc}
T4 (10% V)	2.53 (0.08) ^{Ba}	1.75 (0.05) ^{Db}	1.53 (0.08) ^{Cc}	1.33 (0.13) ^{Dd}

Las letras mayúsculas indican diferencias entre tratamientos por fecha de medición; letras minúsculas indican diferencias para un mismo tratamiento durante la incubación. Letras difieren con una probabilidad $\leq 0.05\%$ según la prueba de Tukey; entre paréntesis, la desviación estándar.

Sodio Intercambiable (Na^+)

La aplicación de vermicompost redujo los contenidos de Na^+ intercambiable en el suelo ($P < 0.05$) (Tabla 4). Estas diferencias se observaron a partir de 14 días de incubación en el T4 y después de 21 días en T2 y T3.

Tabla 4. Variación del Sodio Intercambiable (Cmol_e/Kg) del suelo durante el ensayo de incubación.

Tratamientos	Fechas de Medición			
	7 días	14 días	21 días	28 días
T1 (testigo)	3.42 (0.03) ^{Aa}	3.42 (0.08) ^{Aa}	3.47 (0.08) ^{Aa}	3.40 (0.05) ^{Aa}
T2 (1% V)	3.47 (0.03) ^{Aa}	2.57 (0.15) ^{Bb}	2.50 (0.05) ^{Bb}	2.38 (0.03) ^{Bc}
T3 (5% V)	2.68 (0.13) ^{Ba}	2.00 (0.18) ^{Cb}	1.63 (0.08) ^{Cc}	1.58 (0.08) ^{Cc}
T4 (10% V)	2.53 (0.08) ^{Ba}	1.75 (0.05) ^{Db}	1.53 (0.08) ^{Cc}	1.33 (0.13) ^{Dd}

Las letras mayúsculas indican diferencias entre tratamientos por fecha de medición; letras minúsculas indican diferencias para un mismo tratamiento durante la incubación. Letras difieren con una probabilidad $\leq 0.05\%$ según la prueba de medias de Tukey; entre paréntesis, la desviación estándar.

Después de 28 días de incubación los valores más bajos de Na^+ se encontraron en los suelos tratados con 5% y 10% de vermicompost con valores de 2.02 y 1.77 Cmol_e/kg , respectivamente. El porcentaje de reducción fue de 40% para el T3 y de 47% para el T4.

La reducción de la sodicidad en el suelo por efecto de la aplicación del vermicompost puede ser debida al aporte de Ca^{2+} y Mg^{2+} , cationes que favorecen la sustitución de Na^+ intercambiable en la solución del suelo, lo cual, además, mejora formación de agregados estables (Mahmoud e Ibrahim, 2012). Por otra parte, se sabe que la aplicación de materia orgánica en suelos afectados por sales promueve la floculación de los minerales arcillosos, una condición esencial para la agregación de las partículas y el incremento del espacio poroso lo que, a su vez, favorece el proceso de lavado del Na^+ y la reducción de la CE del suelo (Lakhdar *et al.*, 2010).

Porcentaje de Sodio Intercambiable

El PSI es una medida del grado de saturación del complejo de intercambio del suelo con sodio. En este estudio, después de 14 días de incubación de vermicompost en el suelo, se encontró una reducción ($P < 0.05$) de este parámetro en todos los tratamientos (Tabla 5).

Tabla 5. Variación del Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) del suelo durante el ensayo de incubación

Tratamientos	Fechas de Medición			
	7 días	14 días	21 días	28 días
T1 (testigo)	65.69 (0.85) ^{Aa}	66.65 (0.59) ^{Aa}	65.80 (0.97) ^{Aa}	66.53 (0.62) ^{Aa}
T2 (1% V)	63.20 (0.27) ^{Ba}	59.88 (0.52) ^{Bb}	55.85 (1.56) ^{Bc}	54.28 (0.61) ^{Bc}
T3 (5% V)	48.23 (2.13) ^{Ca}	44.93 (0.65) ^{Cb}	42.67 (1.14) ^{Cc}	41.18 (0.55) ^{Cc}
T4 (10% V)	43.02 (0.67) ^{Da}	35.67 (0.56) ^{Db}	34.17 (0.09) ^{Dc}	33.27 (0.77) ^{Dc}

Las letras mayúsculas indican diferencias entre tratamientos por fecha de medición; letras minúsculas indican diferencias para un mismo tratamiento durante la incubación. Letras difieren con una probabilidad $\leq 0.05\%$ según la prueba de Tukey; entre paréntesis, la desviación estándar.

Los valores más bajos de PSI (33.27%) se encontraron en T4 a 28 días de incubación. El porcentaje de reducción en relación con el contenido inicial fue de 50% para este tratamiento.

Aunque los valores de PSI fueron superiores a 15%, lo cual se considera como un valor crítico para un suelo sódico (Biswas y Biswas, 2014), es evidente el beneficio del vermicompost como amortiguador de los niveles de Na^+ intercambiable, en un período relativamente corto de incubación de 28 días.

Conclusiones

Con la aplicación de 10% de vermicompost, en un período de incubación de 28 días fue posible amortiguar de manera parcial la sodicidad de un suelo salino-sódico del Cebollal de Coro, Estado Falcón, Venezuela, como resultado de la reducción de la conductividad eléctrica.

Con la aplicación de 10% de vermicompost se observó una reducción significativa del pH en el suelo después de 28 días de incubación.

Con la aplicación de vermicompost en dosis de 5% y 10% se redujo el sodio intercambiable en el suelo, en valores equivalentes de 40% y 47%, respectivamente.

Referencias

Abadía, A., Millán, E., y Abadía, J. 1981. Determinación de calcio y magnesio en extractos de saturación de suelos. *An. Aula Dei*. 15(3-4),273-280.
Acosta, Y., Paolini, J., y Benítez, E. 2004. Índice de humificación y prueba de fitotoxicidad en residuos orgánicos de uso agrícola potencial. *Rev. Fac. Agron. (UCV)*. 21(4),1-6.

Acosta, Y., Paolini, J., Flores, S., El Zauahre, M., Reyes, N., y García, H. 2008. Fraccionamiento de metales y materia orgánica en un suelo de la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Multicencias*, 8 (extraordinario), 39-47.
Albiach, R., Canet, R., Pomares, F., y Ingelmo, F. 2000. Microbial biomass content and enzymatic activities after the application of organic amendments to a horticultural soil. *Biores. Technol.*, 75(1),43-48.
Arumugam, K., Muthunarayanan, V., Ganasen, S., Sugumar, S., and Vivek, S. 2013. Dynamics of biological, physical and chemical parameters during vermicomposting of market waste mixed with cow dung. *Int. J. Pl. An. and Env. Sci*, 3(4), 187-192.
Ayyobi, H., Hassanpour, E., Alaqemand, S., Fathi, J.A., and Peyvast, G. 2014. Vermicompost Leachate and Vermiwash Enhance French Dwarf Bean Yield. *Intl. J. Veg. Sci.*, 20(1), 21-27.
Azarmi, R., Giglou, M., and Taleshmikail, D. 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicum esculentum*) field. *Afri. J. Biotechnol.*, 7(14), 2397-2401.
Bates, R.G. 1973. Determination of pH: Theory and Practice. (pp. 479) New York, USA: John Wiley.
Biswas, A., and Biswas, A. 2004. Comprehensive approaches in rehabilitating salt affected soils: a review on Indian perspective. *Open Transactions on Geosciences*, 1(1), 13-24.
Casanova, E. 2005. Introducción a las Ciencias del Suelo. (pp. 487) Caracas: CDCH UCV.
Castillo, H., Hernández, A., Dominguez, D., and Ojeda, D. 2010. Effect of Californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semicomposted materials. *Chil. J. Agr. Res.*, 70(3),465-473.
Chaoui H., Zibilske, L., and Ohno, T. 2003. Effects of earthworm cast and compost on soil microbial activity and plant nutrient availability. *Soil Biol. Biochem.*, 35(2),295-302.
Defrieri, R., Jiménez, M., Effron, D., y Palma, M. 2005. Utilización de parámetros químicos y microbiológicos como criterios de madurez durante el proceso de composteo. *AgriScientia*, 22(1):25-31.
Dellavalle, N.B. 1992. Determination of specific conductance in supernatant 1:2 soil:water solution. (pp. 40-43). Athens, USA: Handbook on Reference Methods for Soil Analysis.
De La Cruz, E., Osorio, R., Martínez, E., Lozano, A., Gómez, A., y Sánchez, R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia.*, 35(5),363-368.
Durán, L., y Henríquez, C. 2010. El Vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta. *Agron. Mesoam.*, 21(1),85-93.
Durán L., y Henríquez, C. 2009. Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. *Agron. Costarric.*, 33(2),275-281.
Durán, L., y Henríquez, C. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agron. Costarric.*, 31(1),41-51.
Ewel, J., Madriz, A., y Tosi, J. 1976. Zonas de Vida de Venezuela. (pp. 265) Caracas: Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

- Fuentes, J. 1999. El Suelo y los Fertilizantes. (pp. 352) Madrid: Mundi-Presa.
- Hidalgo, P., Sindoni, M., y Marín, C. 2009. Evaluación de sustratos a base de Vermicompost y enmiendas orgánicas líquidas en la propagación de parchita (*Passiflora edulis v. flavicarpa*) en vivero. *Revista UDO Agrícola.*, 9(1),126-135.
- INFOSTAT. 2002. InfoStat, versión 1.1. Manual del Usuario. Argentina: Grupo InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba.
- Lamz, A., y González, M. 2013. La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata. *Cultivos Tropicales.*, 34(4),31-42.
- Lakhdar, A., Scelza, R., Scotti, R., Rao, M., Jedidi, N., Gianfreda, L., y Abdelly, C. (2010). The effect of compost and sewage sludge on soil biological activities in salt affected soil. *R. C. Suelo Nutr. Veg.*, 10(1),40-47.
- Le Bissonnais, Y. 2006. Aggregate breakdown mechanisms and erodibility. In Lal R (Ed.). *Encyclopedia of Soil Science.* (pp. 40-44.) USA:Taylor and Francis.
- Mahmoud, E., y Ibrahim, M. (2012). Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residual on soil chemical properties and barley growth. *J. Soil Sci. Plant Nutr.*,12(3),431-440.
- Mogollón, J.P., Martínez, A., y Rivas, W. 2014. Degradación química de suelos agrícolas en la Península de Paraguaná, Venezuela. *Suelos Ecuatoriales.* 44(1):22-28.
- Mogollón, J. P., D. Torres y A. Martínez. 2010. Cambios en algunas propiedades biológicas del suelo según el uso de la tierra, en el sector El Cebollal, estado Falcón, Venezuela. *Bioagro.* 22(3):217-222.
- Ravera A., y De Sanzo, C. (2000). Como criar lombrices rojas californianas, Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: http://www.bajatec.net/pdfs/manual_lombri-cultura.pdf
- Rodríguez, N., Florentino, A., Torres, D., Yendis, H., y Zamora, F. 2009. Selección de Indicadores de Calidad de Suelo en Tres Tipos de Uso de la Tierra en la Planicie de Coro estado Falcón. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 26(3),340-361.
- Rodríguez, N. 2002. Identificación y caracterización de indicadores de sostenibilidad de los tipos de uso de la tierra en las series El Patillal y San Isidro de la Llanura de Coro, estado Falcón. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. (pp. 165). Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela
- Romaniuk, R., Giuffré, L., y Romero, R. 2011. A soil quality index to evaluate the vermicompost amendments effects on soil properties. *J. Environ. Protect.*, 2(5),502-510.
- Thomas, G. 1982. Exchangeable cations. In: Black, C.A. et al. (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties.* Wisconsin: ASA-SSSA. p. 159-165.
- Torres, D., Nectali, R., Yendis, H., Florentino, A., y Zamora, F. 2006. Cambios en algunas propiedades químicas del suelo según el uso de la tierra en el sector El Cebollal, estado Falcón. *Bioagro.*,18(2), 123-128.
- Yurtseven, E., Öztürk, H., and Avci. S. 2014. Mass balance criteria in soil salinity management: different irrigation water qualities and leaching ratios. *J. Agr. Sci.*, 20(2).103-111.
- Walkley, A. and I. A. Black. 1934. An examination of the method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37(1):29-37.
- Zhang Q., and Zak J. 1998. Effects of water and nitrogen amendment on soil microbial biomass and fine root production in a semi-arid environment in West Texas. *Soil Biol. Biochem.*, 30(1), 39-45.