

## EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BIOFERTILIZANTES Y FERTILIZANTE QUÍMICO SOBRE EL CRECIMIENTO DE USPI (*Couepia polyandra*) Y CARACOLILLO (*Ormosia macrocalix*)

### EVALUATION OF THE EFFECT OF BIO-FERTILIZERS AND CHEMICAL FERTILIZER ON THE GROWTH OF USPI (*Couepia polyandra*) AND BARNACLES (*Ormosia macrocalix*)

Laines-Canepa J.R.<sup>1\*</sup> y Hernández-Hernández L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas, Km 0.5, Carretera Villahermosa- Cárdenas entronque a Bosques de Saloya. Tabasco, México, CP. 86150.

<sup>1\*</sup>josra\_2001@yahoo.com.mx

#### RESUMEN

La disponibilidad limitada de fuentes minerales y los altos costos de los fertilizantes químicos promueven el desarrollo de métodos más eficientes y de bajo costo para la producción de fertilizantes en los sistemas agropecuarios, como la digestión anaerobia y el vermicompostaje. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto que tienen los biofertilizantes y fertilizante químico sobre el crecimiento de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*. Se determinaron parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica (CE),  $\text{NO}_3^-$ , fósforo (P), y potasio (K+)). Se realizó bioensayo de fitotoxicidad. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado de un factor (T1 Lixiviado de lombriz, T2 Biol, T3 lbiol, T4 Acadian suelo y T5 Testigo (Control-Agua)). Las variables de respuesta evaluadas fueron, altura de la planta (cm), área foliar ( $\text{cm}^2$ ), diámetro del tallo (mm), número de hojas, longitud de raíz (cm) y biomasa (g). El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico Statgraphics Centurión™. Los biofertilizantes T1 y T2, presentaron los mejores resultados, pH de 7.5 y 7.4, CE de 2.4 y 1.2  $\text{mScm}^{-1}$ , nutrientes ( $\text{NO}_3^-$  66000.0  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  10066.0  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  3400.0  $\text{mgL}^{-1}$ ), ( $\text{NO}_3^-$  48889.3  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  7466.0  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  3966.0  $\text{mgL}^{-1}$ ), prueba de fitotoxicidad máxima de

98.3% y 95.0% respectivamente. La evaluación de los biofertilizantes obtenidos a partir del vermicompostaje y de la digestión anaerobia, pueden ser utilizados en los sistemas agrícolas y forestales, ya que estos tienen las características de un fertilizante mineral.

**Palabras claves:** Fuentes orgánicas, Lixiviado de lombriz, Reciclaje de excretas

## ABSTRACT

The limited availability of mineral sources and the high costs of chemical fertilizers promote the development of methods that are more efficient and of low cost for the production of fertilizers in the agricultural systems, as the anaerobic digestion and the vermicomposting. The objective of this study was to evaluate the effect that bio-fertilizers and chemical fertilizer on the growth of *Couepia polyandra* and *Ormosia macrocalix*. Physicochemical parameters were determined (pH, electrical conductivity (EC),  $\text{NO}_3^-$ , phosphorus (P), and potassium ( $\text{K}^+$ )). bioassay of phytotoxicity was conducted. A design fully randomized was used for a factor (T1 leached of earthworm, Biol T2, T3 Ibiol, T4 Acadian soil and T5 witness (Control-Water)). The evaluated response variables were, plant height (cm), leaf ( $\text{cm}^2$ ), stem diameter (mm), number of leaves, root length (cm) and biomass (g). The statistical analysis was performed with statistical package Statgraphics Centurion™. The biofertilizers T1 and T2, presented the best results, pH of 7.5 and 7.4, CE of 2.4 and 1.2  $\text{mScm}^{-1}$ , nutrients ( $\text{NO}_3^-$  66000.0  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  10066.0  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{K}_2\text{or}$  3400.0  $\text{mgL}^{-1}$ ), ( $\text{NO}_3^-$  48889.3  $\text{mgL}^{-1}$ ,  $\text{P}_2\text{or}_5$  7466.0  $\text{mgL}^{-1}$ ) (,  $\text{K}_2\text{or}$  3966.0  $\text{mgL}^{-1}$ ), proof of phytotoxicity maximum of 98.3% and 95.0% respectively. The evaluation of the biofertilizers obtained starting from the

vermicomposting and of the anaerobic digestion, can be used in the agricultural systems and forest, since these have the characteristics of an ore fertilizer.

**Keywords:** Organic sources, Leached of earthworm, Recycling of excreta

## INTRODUCCIÓN

El uso de fertilizantes inorgánicos y orgánicos como mejoradores de suelo es una práctica en la agricultura, los inorgánicos son los que más se utilizan, pero aportan efectos negativos al medio ambiente por su naturaleza química. Se han reportado diversos productos usados como abonos orgánicos, uno de estos es el biol, obtenido a partir de la digestión anaerobia de diversos sustratos (Kalyuzhnyi *et al.*, 2006), otro es la vermicomposta que se ha aplicado en diferentes vegetales para promover el crecimiento y mejorar la calidad de los frutos obtenidos (Gutiérrez-Miceli *et al.*, 2007). Adicionalmente, se ha usado lixiviado de vermicomposta que es un producto obtenido en las camas de lombricomposteo y que se ha aplicado con éxito como abono y como controlador de plagas (Gutiérrez-Miceli *et al.*, 2011). Bustamante *et al.* (2012), reportaron datos sobre el co-compostaje de la fracción sólida de digestatos anaeróbicos para materiales de valor añadido en la agricultura tales como pH de 6.9, conductividad eléctrica de 7.5 dS m<sup>-1</sup>, N de 31,200 mg/kg<sup>-1</sup>, P de 8250 mg/kg<sup>-1</sup> y K de 19,700 mg/kg<sup>-1</sup>. Lansing *et al.* (2010), reportaron que el efluente líquido residual de la degradación anaerobia de excretas de cerdo, contiene fosfato (PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) de 51.5 mg/L<sup>-1</sup>. Yetilmezsoy y Sapci-Zengin (2009), caracterizaron el efluente proveniente de la digestión anaerobia de excretas de aves en un reactor anaerobio UASB, el resultado de ion amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)

fue de  $1318 \text{ mg/L}^{-1}$  y de fósforo ( $\text{P}^+$ )  $370 \text{ mg/L}^{-1}$ , aplicándolo en el cultivo de pastos. Albuquerque *et al.* (2012), realizaron caracterización de digestato y reportan pH de 7.91, conductividad eléctrica de  $25 \text{ dSm}^{-1}$  y un índice de germinación de 82%. Tejada *et al.*, (2008) efectuaron estudio sobre el uso agrícola de los lixiviados obtenidos a partir de dos procesos de vermicompostaje diferentes, obtuvieron como resultados pH de 6, N de  $900 \text{ mg/L}^{-1}$ , P de  $500 \text{ mg/L}^{-1}$  y K de  $600 \text{ mg/L}^{-1}$ . Gutiérrez-Miceli *et al.* (2008) caracterizaron lixiviados de vermicomposta, reportan pH de 7.8 y conductividad eléctrica de  $2.6 \text{ dS m}^{-1}$ ,  $247 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^-$ ,  $168 \text{ mg/L}^{-1}$  de  $\text{PO}_4^{3-}$  y  $834 \text{ mg/L}^{-1}$  de K, y una prueba de fitotoxicidad en semillas de berros con un 65% de germinación. Gutiérrez-Miceli *et al.* (2007) obtienen datos de altura de 55 y 53 cm, diámetro de 1.2 y 1.1 cm y número de hojas 105 y 104, en cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*). Bachman y Metzger (2008), reportan datos de área foliar de  $10.71 \text{ cm}^2$  en pimiento (*Capsicum annuum L.*) y  $17.34 \text{ cm}^2$  de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.* 'Rutgers') utilizando vermicomposta de estiércol de cerdo. Mendoza *et al.* (2014), obtienen datos de longitud de tallo 18.2 y 17.6 cm, diámetro 3.59 y 3.36 mm, longitud de la raíz de 28.9 y 28.7 cm en romero (*Rosmarinus officinalis L.*) utilizando vermicomposta de residuos hortícolas. Milpa *et al.* (2012), reportan datos de longitud de tallo de 48.14 cm, área foliar  $232.10 \text{ cm}^2$  y biomasa de 57.91 g, en Iris Holanda (*Iris xiphium L.*) utilizando humus de lombriz y lixiviados como bioabono. El presente trabajo evalúa el uso de fertilizantes orgánicos de bajo costos que permiten conservar fuentes minerales de energía por el desuso de fertilizantes inorgánicos, se muestra como una materia prima (contenido ruminal), que se dispone de manera inadecuada en el medio rural

(gran fuente de residuos orgánicos), se convierte en un producto útil para la agricultura, reemplazando fertilizantes minerales de alto costo (Aparcana y Jansen, 2008; Wezel *et al.*, 2009). El objetivo del trabajo fue evaluar el crecimiento del Uspí (*Couepia polyandra*) y Caracolillo (*Ormosia macrocalix*) utilizando el lixiviados de lombriz (digestato) y biol generados en procesos de vermicompostaje y digestión anaerobia respectivamente versus fertilizantes orgánico e inorgánico comerciales.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El experimento se llevó a cabo en un invernadero ubicado en la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), con una posición geográfica de 17°59'22.62" latitud norte y 92°58'26.51" longitud oeste (Figura. 1).



**Figura 1.** Invernadero de la DACBiol donde se realizó el experimento.

### Caracterización de la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).

Para la caracterización de los biofertilizantes y fertilizante se tomaron 100 mL se colocaron en vasos de precipitado, y se analizaron el pH, conductividad y nutrientes. El pH y conductividad se determinaron con un equipo versátil marca Hanna 9828<sup>MR</sup> con precisión 0.01 de pH y 0.1 para CE, (Norma de certificación DIN EN ISO 9001) (Figura. 2). La medición de nutrientes (N, P, K), se realizó con un medidor multiparámetros marca Hanna 83225<sup>MR</sup>, Grow Master para análisis de nutrientes en agricultura con precisión de  $\pm 10$  mg/L para el N,  $\pm 5$  mg/L para el P y  $\pm 30$  mg/L para el K, (USEPA 18.1 Norma basada en la EPA 0.9) (Figura. 3).



**Figura 2.** Medición de pH y CE.



**Figura 3.** Medición de nutrientes (NPK).

### **Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes**

El bioensayo de toxicidad aguda se realizó con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), es una prueba estática (120 hr de exposición) en el que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos de compuestos puros o de mezclas complejas en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los primeros días de crecimiento. El porcentaje de germinación de *Lactuca sativa* L., se determinó de la

siguiente manera, primero se colocó papel filtro Whatman<sup>MR</sup> en una placa Petri, sobre el papel filtro se colocaron 20 semillas de lechuga, y se agregó 5 mL de cada fertilizante (Lixiviado de lombriz, Biol, Ibiol, Acadian suelo) a diferentes concentraciones (100%, 30%, 10%, 3% y 1%), y 5 mL de los controles negativo y positivo (Agua dura y Sulfato de zinc (5 gr en 100 mL de agua destilada), por último se cubrieron las placas y se introdujeron en una bolsa de plástico, colocando cada placa en un cuarto de incubación a 20 °C durante 120 hr (5 días). Al término de este tiempo, se contaron el número de semillas germinadas. Se calculó el índice de la velocidad de germinación de Kotowski's y se midió la elongación radicular e hipocótilo (Sobrero y Ronco, 2004), (Figura. 4 y 5).



**Figura 4.** Preparación de diferentes concentraciones.



**Figura 5.** Crecimiento radicular e hipocótilo.

## Fertilizantes que se utilizaron durante los experimentos

### Biofertilizantes

**Lixiviado de lombriz:** Producido a partir de la acción de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre el contenido ruminal de ganado vacuno, obtenido en el Centro de Acopio y Tratamiento de Residuos (CATRE) de la DACBiol. Para la obtención del

lixiviado se construyó una cama de vermicomposteo de 1.0 x 2.5 x 0.5 m. Se trataron 75 kg de contenido ruminal más 2 kg digestato (sólidos producto de la digestión anaerobia), más 20 kg de pie de cría de lombrices (*Eisenia foetida*). El tiempo de procesado fue de tres meses. Durante este tiempo, se colectaban los lixiviados almacenándolos en tanques de 20 litros.

**Biol:** Líquido producido a partir de la digestión anaerobia de contenido ruminal vacuno, obtenido en el CATRE de la DACBiol.

**Ibiol:** Es un mejorador de suelo, elaborado de la síntesis de frutas, legumbres y desechos orgánicos de origen animal, elaborada por la empresa Industria Bioenergética S.A. De C.V.

**Químicos:** Se utilizó un fertilizante químico: Acadian suelo™. Composición química: 0.34% Nitrógeno, 6.84% potasio, fósforo no detectado. Es un fertilizante producido por la empresa industrial CHEMINOVA AGRO DE MEXICO, S.A. DE C.V.

### **Diseño experimental para evaluar el crecimiento de *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix***

Para este estudio se utilizó un diseño completamente aleatorizado de un factor con 5 niveles de tratamiento (T1 Lixiviado de lombriz, T2 Biol, T3 Ibiol, T4 Acadian suelo y T5 Testigo (Control-Agua)), con 3 repeticiones para cada tratamiento, obteniendo 15 unidades experimentales para cada especie (*C. polyandra* y *O. macrocalix*). Cada

repetición estaba conformada de 8 plantas, haciendo un total de 24 unidades observacionales por tratamiento. Las unidades experimentales consistieron en una planta de *C. polyandra* y/u *O. macrocalix* de dos meses de edad colocada en 1 kg de sustrato dentro de una bolsa circular de polietileno, color negro, calibre 0.5 (15 cm de diámetro y una altura de 20 cm) y fertilizada cada tercer día. El tiempo de experimentación fue de cinco meses para *C. polyandra* (Figura. 6) y 6 meses para *O. macrocalix* (Figura. 7). Al término de este tiempo, se evaluaron, altura de la planta (cm), área foliar (cm<sup>2</sup>), diámetro del tallo (mm), número de hojas, longitud de la raíz (cm) y biomasa (g), como variables de respuestas (Figura. 8).



**Figura 6.** Plantas de *C. polyandra* después de los tratamientos



**Figura 7.** Plantas de *O. macrocalix* después de los tratamientos



**Figura 8.** Comparación en las raíces por tratamientos

## Análisis estadístico

Para las variables de respuestas que cumplieron con los postulados de estadística paramétrica, se realizó un análisis de varianza (ANOVA-una vía) de los diferentes tratamientos de fertilizantes evaluados, para encontrar diferencias significativas con un 95 % de confianza. Se llevó a cabo un contraste múltiple de medias de Tukey para determinar diferencias entre los tratamientos. Las variables de respuesta que no cumplieron con los postulados de estadística paramétrica, se evaluaron con un análisis estadístico de Kruskal- Wallis y se llevó a cabo un contraste de medianas de U de Mann Whitney para evaluar diferencias significativas entre los tratamientos. El análisis se realizó empleando el paquete estadístico Statgraphics Centurión16™.

## RESULTADOS

### Caracterización de la calidad de los biofertilizantes y fertilizante químico (pH, CE, N, P y K).

Las características fisicoquímicas de los fertilizantes se muestran en la Tabla 1. Se puede observar que el lixiviado de lombriz y biol mostraron resultados adecuados (pH cercano al neutro, conductividad eléctrica menor a 3, y presencia de nutrientes), para ser utilizados como fertilizante.

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas de los biofertilizantes y fertilizante químico.

PARÁMETROS	LIXIVIADO DE		
	BIOL	LOMBRIZ	ACADIAN

pH	7.4	7.5	7	2
Conductividad (dS.cm <sup>-1</sup> )	1.2	2.4	0.00	0.00
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L <sup>-1</sup> )	48889.3	66000.0	0.0	5333.3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/L <sup>-1</sup> )	7466.0	10066.0	0.0	6866.0
K <sub>2</sub> O(mg/L <sup>-1</sup> )	3966.0	3400.0	3400	2300.0

**Evaluación de la fitotoxicidad de los biofertilizantes.**

Los resultados de la prueba de fitotoxicidad en el porcentaje de germinación en la *Lactuca sativa L.*, para cada una de las concentraciones de fertilizantes se muestran en la Tabla 3 y 4. Se observa que el mayor porcentaje de germinación a las 120 hr fue para el lixiviado de lombriz y el biol, en concentraciones de 10, 3 y 1% (98.3±2.8, 96.6±2.8, 93.3±5.7) y de 1 y 3% (95.0±0.0 y 95.0±5.0) respectivamente. En los tratamientos lbiol y Acadian suelo no se dio la germinación.

**Tabla 2.** Porcentaje de germinación y velocidad de Kotowski´s del lixiviado de lombriz.

Concentraciones		Porcentaje de germinación			Cálculo de la velocidad de Kotowski´s
		20hr	40hr	120hr	
Tiempo de conteo/ Lixiviado de lombriz (%)	de				
1		83.3± 12.5 a	93.3±5.7 ba	93.3± 5.7 ba	12.67
3		93.3±7.6 a	95.0±5.0 ba	96.6±2.8 ba	12.60
10		95.0±8.6 a	98.3±2.8 a	98.3±2.8 a	12.53
30		85.0±5.0 a	90. ±10.0 ba	91.3±10.4 ba	12.66
100		0±0 b	5.0±0 c	5.0±0 c	12.50
Control agua dura	agua	80.0±0 a	8.0±0 b	90.0±0 b	12.87
Control de Zinc	sulfato	0±0 b	0±0 c	0±0 c	0

Control agua dura= agua mineral comercial

**Tabla 3.** Porcentaje de germinación y velocidad de Kotowski's del biol.

Concentraciones		Porcentaje de germinación			Cálculo de la velocidad de Kotowski's
Tiempo conteo/ Biol (%)	de	20hr	40hr	120hr	
1		90.0± 5.0 a	95.0±0 a	95.0± 0 a	12.58
3		83.3±2.8 ba	93.3±7.6 a	95.0±5.0 a	12.7
10		85.0±5.0 ba	91.6±5.7 a	93.3±2.8 a	12.68
30		86.6±2.8 a	93.3 ±5.7	93.3±5.7 a	12.61
100		60.0±0 c	85.0±0 b	85.0±0 b	12.97
Control agua dura	agua	75.0±0 b	90.0±0 a	90.0±0 a	12.87
Control de Zinc	sulfato	0±0 d	0±0 d	0±0 d	0

Control agua dura= agua mineral comercial

**Evaluación de variables de respuesta de crecimiento de la planta.**

En la Tabla 5 y 6 se observan las variables de respuestas para cada uno de los tratamientos.

**Tabla 5.** Variables de respuesta por tratamiento para *Couepia poliandra*.

Tratamiento/Variable de respuesta	Lixiviado de lombriz	Biol	Ibiol	Acadian suelo	Control-agua
Altura de la planta (cm)	32.98 ±3.92	31.75±2.88	25.02±4.84	24.45±5.01	23.27±3.97
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	109.60*	90.15*	57.60*	41.50*	72.12*
Diámetro del tallo (mm)	3.00*	2.00*	1.00*	1.00*	1.00*
Número de hojas	6.04±0.90	5.33±0.81	4.16±1.12	3.16±0.96	4.04±0.85
Longitud de la raíz (cm)	9.72± 0.72	8.87±0.81	7.34±0.79	5.03±0.73	5.44±0.72
Biomasa (gr)	8.93*	6.59*	4.14*	3.15*	4.05*

\*Mediana

Tabla 6. Variables de respuesta por tratamiento para *Ormosia macrocalix*.

Tratamiento/Variabl e de respuesta	Lixiviado de lombriz	Biol	Ibiol	Acadian suelo	Control- agua
Altura de la planta (cm)	26.24±3.9 0	23.87±3.7 5	19.28±3.6 4	17.12±2.7 5	18.96±3.2 4
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	58.10*	55.67*	45.00*	22.59*	41.78*
Diámetro del tallo (mm)	6.0*	4.0*	2.0*	2.0*	3.0*
Número de hojas	7.38±1.44	6.12±1.42	5.04±1.26	3.75±1.29	5.50±0.93
Longitud de la raíz (cm)	6.03±0.77	5.93±1.03	4.33±0.96	4.15±0.91	5.45±0.93
Biomasa (gr)	6.82*	4.93*	2.79*	2.38*	3.72*

\*Mediana

## CONCLUSIÓN

Los resultados en el presente trabajo muestran que el lixiviado y biol son adecuados para ser utilizados como fertilizantes en el crecimiento de plantas como *Couepia polyandra* y *Ormosia macrocalix*. Los resultados de fitotoxicidad en la germinación de semillas utilizando lixiviado y biol no inhibieron la germinación y el crecimiento de semillas de *Lactuca sativa* en pequeñas concentraciones. Los biofertilizantes obtenidos a partir de vermicompostaje y digestión anaerobia produjeron mayor crecimiento en ambas especies arbóreas, por lo que se puede concluir que los productos obtenidos a partir de residuos (contenido ruminal y restos vegetales) que son depositados de manera inadecuada pueden ser utilizados en los sistemas agrícolas y forestales, además de ser productos de bajo costo. El presente trabajo coadyuva a futuras

investigaciones que pueden ser realizadas y encontrar usos para las especies y recomendar el uso de biofertilizantes en la agricultura así como su uso en la recuperación de los recursos forestales.

## REFERENCIAS

Albuquerque JA., De la Fuente C., Campoy M., Carrasco L., Nájera I., Baixauli C. (2012).

Agricultural use of digestate for horticultural crop production and improvement of soil properties. *European Journal of Agronomy*. Volumen 43.

Aparcana S., Jansen A. (2008). Estudio sobre el Valor Fertilizante de los Productos del Proceso "Fermentación Anaeróbica" para Producción de Biogás.

Bachman GR., Metger JD. (2008). Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*. Volume 99, Número 8. Pages 3155-316.

Bustamante MA., Albuquerque JA., Restrepo AP., De la Fuente C., Paredes C. Moral R., Bernal MP. (2012). Co-composting of solid fraction of anaerobic digestate, to obtain added – value materials for use in agricultura. *Biomass and Bioenergy*. Volume 43. Pages 26-35.

Gutiérrez-Miceli FA., Santiago-Boraz J., Montes-Molina JA., Carlos-Nafate C., Abud-Archila M, Oliva-Llaven MA., Rincon-Rosales R., Dendooven L. (2007). Vermicompst as a soil supplement to enhance the growth, yield and quality of tomato fruit (*Lycopersicon esculentum*). *Bioresource Technology*. Volume 98, Numero 15, pages 2781-2786.

Gutiérrez-Miceli FA., García R., Rincón-Rosales R. (2008). Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. *Bioresource Technology*. Volume 99, Número 14, septiembre de 2008, pages 6174-6180.

Gutierrez-Miceli, F. A., Llaven, M. A. O., Nazar, P. M., Sesma, B. R., Alvarez-Solis, J. D., Dendooven, L. (2011). Optimization of vermicompost and worm-bed leachate for the organic cultivation of radish. *Journal of Plant Nutrition*, 34(9-11), 1642-1653. doi: 10.1080/01904167.2011.592561.

Kalyuzhnyi, S. V., Fedorovieh, V. V., Lens, P. (2006). Dispersed plug flow model for upflow anaerobic sludge bed reactors with focus on granular sludge dynamics. *Journal of Industrial MicroBiology & Biotechnology*, 33(3), 221-237. doi: 10.1007/s10295-005-0217-2.

Lansing S., Jay F., Botero R., Tatiana Nogueira da Silva, Ederson Dias da Silva (2010). Wastewater transformations and fertilizer value when co-digesting differing ratios of swine manure and used cooking grease in low-cost digesters. *Biomass and bioenergy*, 34. (1711 – 1720).

Mendoza D., Fornes F., Belda R. (2014). Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of Rosemary. *Scientia Horticulturae*. Volume 178. Pag. 192-202.

Milpa S., Grenón G., González A., Vázquez LM. (2012). Cultivo de *Iris xiphiun* L. (Iris de Holanda) con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus lixiviados. *Rev. FCA UNCUYO*, 44 (2) 109-117. 0370-4661.

Sobrero y Ronco. (2004). Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. *IMTA*, 202.

Tejada M., González JL., Hernández MT., García C., (2008). Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. *Volumen 99, Número 14*. Pages 6228-6232.

Wezel, A., Bellon, S., Dore, T., Francis, C., Vallod, D., David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29(4), 503-515. doi: 10.1051/agro/2009004.

Yetilmezsoy K., Zehra Sapci-Zengin (2009). Recovery of ammonium nitrogen from the effluent of UASB.

