

## Efecto de composta de excreta vacuna aplicada a un huerto en el municipio de Sacramento, Chihuahua, México

<sup>1</sup>Emilio Raymundo Morales Maldonado, <sup>2</sup>Damaris Leopoldina Ojeda Barrios,

<sup>2</sup>María Cecilia Valles Aragón, <sup>2</sup>Adriana Hernández Rodríguez, <sup>1</sup>Octavio Guerrero Andrade  
<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable del Instituto tecnológico Superior de Huichapan. Domicilio conocido s/n El Saucillo, Huichapan, Hidalgo, México., <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ciudad Universitaria s/n Campus 1, Chihuahua, Chihuahua, México., autor de correspondencia: \*ermorales@iteshu.edu.mx.

**Resumen**— El estudio se llevó a cabo en el ciclo primavera- verano 2017 en un huerto de una hectárea del Municipio de Sacramento, al norte en el Estado de Chihuahua, México en una plantación de nogal pecanero. El estiércol vacuno se confinó en un área de 50 x 40 m<sup>2</sup>, durante seis meses. A media hectárea se le aplicó composta de excreta de vaca y a la otra un manejo tradicional. Se analizó: composición granulométrica (CG), contenido de agua gravimétrica (CAG), materia orgánica (M.O), potencial de hidrogeno (pH), capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE), Nitrógeno total (Nt) y porcentaje de fitotoxicidad. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de tukey ( $p \leq 0.05$ ). Los resultados indicaron composición granulométrica arcillosa, el CAG fue 9.74% mayor en manejo orgánico que en el tradicional, el pH y la conductividad eléctrica fueron medianamente alcalinos, la CIC fue moderadamente salina y confirmó con la prueba de fitotoxicidad, mientras que el porcentaje de Nt fue bajo en ambos tratamientos.

**Palabras clave** — Nogal, abonos orgánicos, excretas, compostas.

**Abstract**— The study was carried out in the spring-summer 2017 cycle in a one hectare orchard of the Municipality of Sacramento, north in the State of Chihuahua, Mexico in a pecan tree plantation. The cow dung was confined in an area of 50 x 40 m<sup>2</sup>, for six months. A half hectare was applied compost cow excreta and the other a traditional management. The following was analyzed: granulometric composition, gravimetric water content (CAG), organic matter (M.O), hydrogen potential (pH), cation exchange capacity (CIC), total nitrogen (Nt) and percentage of phytotoxicity. An analysis of variance and a tukey test were performed ( $p \leq 0.05$ ). The results indicated clayey granulometric composition, the CAG was 9.74% higher in organic management than in the traditional one, the pH and electrical conductivity were mildly alkaline, the CIC was moderately saline and confirmed with the phytotoxicity test, while the percentage Nt was low in both treatments

**Keywords** - Walnut, organic fertilizers.

### I. INTRODUCCIÓN

El estado de Chihuahua es el principal productor de nuez a nivel nacional con una producción anual de 54 000 t ha aportando el 80% de la producción del país [1,3,5]. La

superficie plantada es de 48 000 ha de las cuales 36 000 ha están en producción y 12 000 ha en desarrollo [2,4,6]. Actualmente, una de las grandes preocupaciones de los productores de nogal pecanero es la relacionada con la nutrición vegetal [9]. Se considera que la fertilización es de gran relevancia puesto que alrededor del 50% de los costos de producción corresponden a los programas de fertilización [7].

En el nogal pecanero la fertilización nitrogenada es esencial para aumentar la producción y mejorar la calidad, pudiendo modificar el contenido de azúcares, proteínas y el almacenamiento de lípidos o aceites. La fertilización nitrogenada incrementa significativamente los rendimientos en nogal, siendo visibles en longitud del brote, tamaño de la hoja, el color verde oscuro de la hoja y el follaje denso [10, 11].

Sin embargo, ante el incremento del precio de los fertilizantes y el efecto que se atribuye a su utilización excesiva sobre la contaminación del ambiente, es necesario hacer un uso cada vez más racional de nutrientes [16,17]. Por lo que actualmente, en la mayoría de las huertas de nogal pecanero también se busca incrementar la sustentabilidad productiva a través de la implementación de prácticas orgánicas [12,13].

De entre las diferentes enmiendas de tipo orgánico, la composta ha adquirido cada vez mayor importancia como fuente de nutrimentos para el suelo [14,15]. La aplicación de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades físicas, químicas y porcentaje de fitotoxicidad en la nutrición de los cultivos [14, 15].

En la zona norte de México el nogal pacanero (*Carya illinoensis* (Wangh.) K. Koch) es una especie de alta rentabilidad, por lo que anualmente se incrementa la superficie dedicada a este cultivo [18, 19]. Sin embargo, existen diversas limitantes para su producción, por lo que el rendimiento promedio a nivel nacional es de 1.3 t ha [20, 21,22]. Entre dichas limitaciones se encuentran las deficiencias y desbalances nutrimentales derivados de las características edáficas y climáticas de las regiones productivas.

Todo ello afecta el rendimiento, ya que esta variable es un reflejo de las condiciones del suelo, manejo y sanidad del nogal [23, 24].

Para que los árboles de nogal se desarrollen y produzcan altos rendimientos, deben ser fertilizados adecuadamente, al igual que en la mayoría de los cultivos en la actualidad, en las huertas de nogal pecanero también se busca incrementar la sustentabilidad productiva a través de la implementación de prácticas orgánicas [25].

De entre las diferentes enmiendas de tipo orgánico, la aplicación de composta ha adquirido cada vez mayor importancia como fuente de nutrientes para el suelo y las plantas en los sistemas de agricultura orgánica, y en aquellos sistemas agrícolas que pretenden ser más sustentables [27]. La aplicación de enmiendas orgánicas mejora las propiedades físicas, la actividad biológica y la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos. Por lo que el presente trabajo pretende analizar el efecto de la composta de excreta vacuna aplicada a un huerto en el municipio de Sacramento, Chihuahua, México [28].

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Lugar de experimentación

El estudio se llevó a cabo en el ciclo primavera- verano 2017 en un huerto del Municipio de Sacramento, ubicado al norte en el Estado de Chihuahua, México, cuyas condiciones climáticas son similares a las principales regiones productoras de nogal en el norte del País (figura 1). La localidad se encuentra a 28° 30' latitud Norte y 106° 04' longitud Oeste, a una altitud de 1433 msnm con 336.5 mm de precipitación anual.



Fig. 1 Mapa de ubicación del Estado de Chihuahua donde se realizó el trabajo de investigación.

La plantación de nogal contó con ocho años de edad y correspondió a los cultivares Western y Wichita. El sistema de plantación utilizado fue Marco real y las densidades de plantación fueron 12 x 12.

### 2.2 Obtención del material orgánico

El estiércol vacuno crudo se obtuvo de una unidad productiva, correspondiendo a ganado vacuno Holstein de 2 a 5 años de edad, alimentado a base de maíz rolo, salvado de trigo, harinolina, pasta de soya, alfalfa y silo de maíz, confinado en un área de 50 x 40 m<sup>2</sup>. La excreta vacuna se mezcló con aserrín de pino de partícula fina (< de 2 mm) como fuente de carbono, obtenido en una empresa comercializadora local, para la elaboración de la mezcla inicial de compostaje con una relación C/N de 25/1, el cual se encuentra dentro del rango sugerido como óptimo para el inicio de los procesos de compostaje y lombricompostaje.

### 2.3 Muestras de suelo

Se realizó un muestreo aleatorio para la toma de muestras de suelo en un área de producción de nogal pecanero. Se tomaron un promedio de ocho submuestras. Las submuestras de cada profundidad se combinaron para realizar análisis físicos, químicos y porcentaje de fitotoxicidad.

### 2.4 Análisis físicos

La composición granulométrica se determinó haciendo pasar las muestras de suelo por un juego de tamices de distinto tamaño (5 mm; 3,35 mm; 2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,3 mm) recogiendo el resto. La cantidad de material que pasa por cada tamiz se expresa como porcentaje del total de muestra [13].

El contenido de agua gravimétrica (CAG), fue la relación entre la masa del agua y la masa de sustrato seco a 105°C por 24 h. Expresando los resultados en peso 1-1= (masa de agua/masa de sustrato seco 105°C) x 100 [13].

### 2.5 Análisis químicos

En la materia orgánica (MO) las muestras se secaron a 105°C, hasta peso constante, luego se pesaron 5 g y se calcinaron a 550° C por 3 h en una mufla; así, MO (0/0) = (peso 105°C - peso 550°C) / peso 105°C [13].

El potencial de hidrógeno (pH) se determinó con una dilución 1:2 (p/v) relación mezcla: agua destilada, usando un potenciómetro marca (340 Corning, USA) y la conductividad eléctrica (CE) se obtuvo con un medidor digital, marca Conductronic modelo PC18, para lo cual se utilizará agua destilada con pH de 6.3 [13]. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) se

determinó utilizando acetato de amonio y sodio y para el Nitrógeno total (Nt) se utilizó el método Kjeldahl [13].

**2.6 Porcentaje de fitotoxicidad**

Se realizó a través del método de [15, 17, 19]. En tres cajas de petri con papel de filtro en la base, se colocaron tres proporciones 1:5, 1:10 y 1:15 relación mezcla: agua destilada. Sobre el papel de filtro embebido por 10 ml de la solución se colocaron diez semillas de lechuga (*Lactuca sativa* var. Gran rapid) y un control utilizando agua destilada [15, 17, 19].

Una vez preparadas se mantuvieron en cámaras de germinación durante 72 h a 25°C [15, 17, 19]. Al retirar las cajas se midió la longitud de la radícula y el número de semillas germinadas de cada caja de petri. Con los valores promedios de ambas variables se calcularon mediante la fórmula, descrita por Tiquia. El índice de germinación (IG) se calculó a partir del porcentaje de germinación relativo (PGR) y el crecimiento de radícula relativo (CRR) para los distintos residuos.  $PGR = (NO \text{ semillas germinadas en extracto} / NO \text{ semillas germinadas en testigo}) \times 100$ .  $CRR = (Elongación \text{ de radículas en extracto} / Elongación \text{ de radículas en testigo}) \times 100$ ,  $IG = PGR \times CRR / 100$ .

Si los valores de índice de germinación (IG) fueron > 80%, se consideró sin presencia de sustancias fitotóxicas o que dichas sustancias se presentaron en muy baja concentración; si fueron < 50%, hubo fuerte presencia de sustancias fitotóxicas y si el valor de IG se encontró entre 50% y 80% fue presencia moderada de estas sustancias [15, 17, 19].

**2.7 Variables a evaluar**

Composición granulométrica, capacidad de aeración, capacidad de retención de agua gravimétrica, contenido de agua gravimétrica, materia orgánica, potencial de hidrogeno, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de fitotoxicidad.

**2.8 Diseño y tratamientos**

Se realizó un análisis de varianza y una prueba de tukey (p<0.05) en cada uno de los análisis a realizar (físicos, químicos y porcentaje de fitotoxicidad) [12].

**III.RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**3.1 Análisis físicos**

**3.1.1 Composición granulométrica**

Las muestras de suelo se obtuvieron de una huerta donde se realizó un manejo orgánico y otra donde se realizó un manejo tradicional [16]. Ambas muestras se pasaron a través de diferentes tamaños de tamices (5 mm; 3,35 mm; 2 mm; 1

mm; 0,5 mm; 0,3 mm), (figura 1). Con los datos obtenidos se determinó la textura de ambas muestras de suelos siendo predominantemente arcillosos (figura 2).

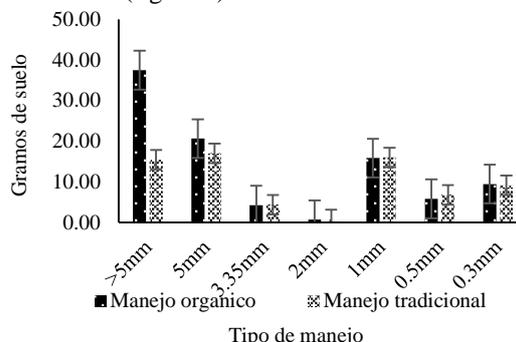


Fig. 2 Composición granulométrica en muestras de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química) en una huerta de nogal pecanero.

**3.1.2. Contenido de agua gravimétrica**

En las muestras de suelo de la huerta donde se realizó manejo orgánico presentó 9.74% mayor retención de contenido de agua gravimétrica, en contraste la huerta donde se realizó un manejo tradicional (figura 3).

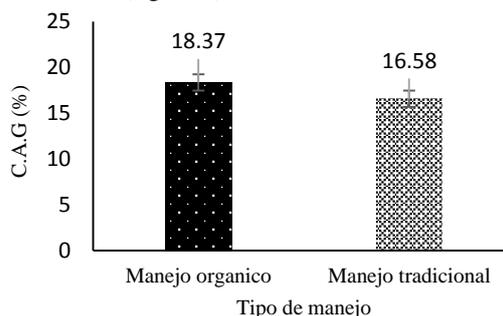


Fig. 3. Contenido de agua gravimétrica (CAG) en muestras de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química).

**3.1.3 Materia orgánica**

El análisis de materia orgánica indicó que la huerta donde se aplicó manejo orgánico presentó 2.4% de materia orgánica respecto al suelo de la huerta donde se aplicó manejo tradicional. Los resultados se observan en la figura 4. [13;16] corresponden a suelos con muy bajo contenido de materia orgánica (cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación del suelo en cuanto a materia orgánica según la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

| Clase    | Materia orgánica |                    |
|----------|------------------|--------------------|
|          | Suelo volcánicos | Suelo no volcánico |
| Muy bajo | <4.0             | <0.5               |
| Bajo     | 4.1 – 6.0        | 0.6 – 1.5          |
| Medio    | 6.1 -10.9        | 1.6 -3.5           |
| Alto     | 11.0 – 16.0      | 3.6 – 6.0          |
| Muy alto | >16.1            | >6.0               |

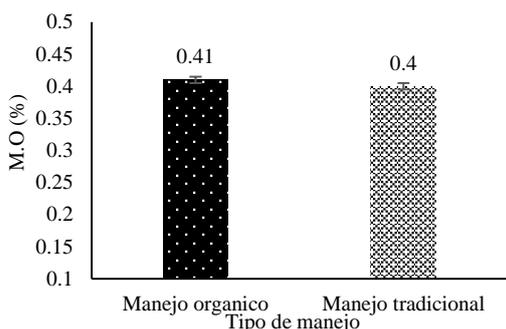


Fig. 4. Contenido de materia orgánica de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química).

### 3.2 Análisis químicos

#### 3.2.1 pH

La determinación de pH demostró que en las huertas donde se realizó un manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) el pH disminuyó 4.87% en relación a la huerta donde se realizó un manejo tradicional (fertilización química) (figura 5), el suelo de ambas huertas presentó pH de suelo medianamente alcalino (cuadro 2) [16].

Cuadro 2. Clasificación del suelo en cuanto a su valor de pH según la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

| Clasificación         | pH        |
|-----------------------|-----------|
| Fuertemente ácido     | <5.0      |
| Moderadamente ácido   | 5.1 – 6.5 |
| Neutro                | 6.6 – 7.3 |
| Medianamente alcalino | 7.4 – 8.5 |
| Fuertemente alcalino  | >8.5      |

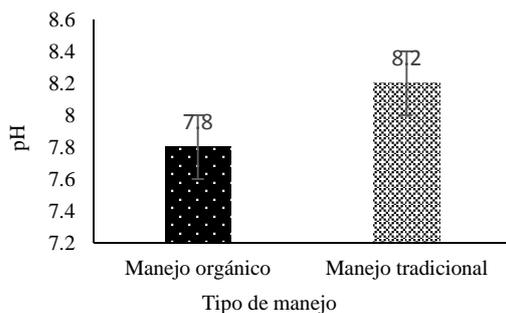


Fig. 5 pH de las muestras de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química).

#### 3.2.2 Conductividad eléctrica

La prueba de conductividad eléctrica demostró que en las huertas donde se realizó un manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) la CE disminuyó 3.66% en relación a la huerta donde se realizó un manejo tradicional (fertilización química) (figura 6), [16]., el suelo de ambas huertas son moderadamente salinos (cuadro 3).

Cuadro 3. El método para determinar los efectos según la conductividad eléctrica se basó en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000.

| CE dSm <sup>-1</sup> a 25°C | Efectos                  |
|-----------------------------|--------------------------|
| <1.0                        | Sin efectos de salinidad |
| 1.1-2.0                     | Muy ligeramente salino   |
| 2.1 – 4.0                   | Moderadamente salino     |
| 4.1 – 8.0                   | Suelo salino             |
| 8.1 – 16.0                  | Fuertemente salino       |
| >16.0                       | Muy fuertemente salino   |

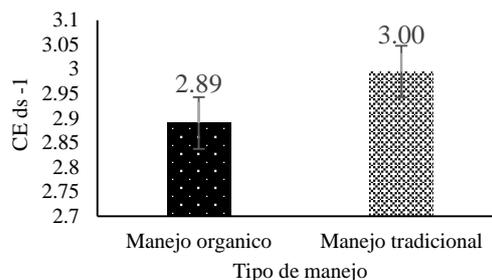


Fig. 6 Conductividad eléctrica de las muestras de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química).

#### 3.2.3 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico demostró que en las huertas donde se realizó un manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) aumentó 1.23% en relación a la huerta donde se realizó un manejo tradicional (fertilización química). Los resultados se observan en la figura 7., según la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 método AS-13 el suelo de ambas huertas son moderadamente salinos (cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en suelos ácidos y calcáreos y bases intercambiables se realizó según la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 a través del método AS-13.

| Clase    | CIC (Cmol(+) kg <sup>-1</sup> ) |
|----------|---------------------------------|
| Muy alta | <40                             |
| Alta     | 25 – 40                         |
| Media    | 15 -25                          |
| Baja     | 5 – 15                          |
| Muy baja | >5                              |

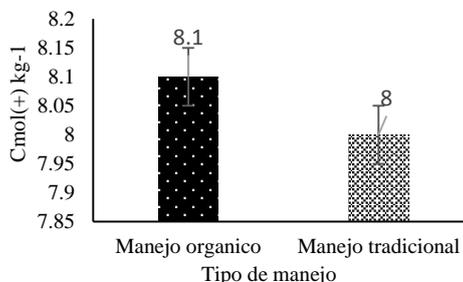


Fig. 7 Capacidad de intercambio catiónico de las muestras de suelo, donde se realizó manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química).

#### 3.2.4 Nitrógeno total

La prueba de nitrógeno total demostró que en las huertas donde se realizó un manejo orgánico (abonado con composta de excreta de vaca) aumentó 25% en relación a la huerta donde se realizó un manejo tradicional (fertilización química).(figura 8) [16]., los suelos de ambas huertos presentan un contenido bajo de N (cuadro 5).

Cuadro 5. Determinación del Nitrógeno total (Nt) se realizó según la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000 a través del método Bouyupcos AS-09.

| Clase    | Nitrógeno total (%) |
|----------|---------------------|
| Muy bajo | <0.05               |
| Bajo     | 0.05 – 0.10         |
| Medio    | 0.10 – 0.15         |
| Alto     | 0.15 – 0.25         |
| Muy alto | >25                 |

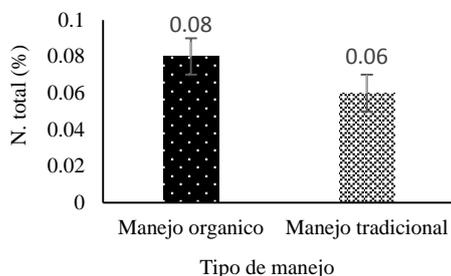


Fig. 8 Porcentaje de nitrógeno inorgánico de muestras de suelo procedentes de una huerta donde se aplicó manejo orgánico y otra donde se realizó manejo tradicional.

### 3.3 Porcentaje de fitotoxicidad

La prueba de fitotoxicidad reveló que a diferentes concentraciones (1:5, 1:10, 1:15) existe una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas ya que los porcentajes estuvieron en rango de <50% esto según el rango de datos de Zucconi (figura 9).

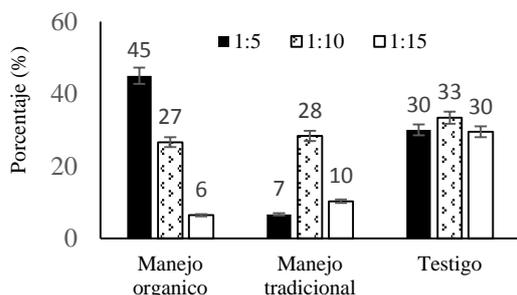


Fig. 9 Porcentaje de fitotoxicidad en muestras de suelo, donde se realiza manejo orgánico (aplicación de composta de excreta de vaca) y manejo tradicional (fertilización química) y un testigo con agua destilada a tres niveles de dilución (1:5, 1:10 y 1:15).

## IV. CONCLUSIONES

Después de seis meses el suelo de la huerta abonado con composta de excreta vacuna

(manejo orgánico) presentó diferencias en la caracterización de los análisis físicos, N total y porcentaje de fitotoxicidad, respecto a la huerta donde se aplicaron fertilizantes químicos (manejo tradicional). La degradación e integración de la composta de excreta vacuna en el suelo es más rápido que en zonas tropicales; sin embargo, en este trabajo se demostró que en un tiempo de seis meses se puede comprobar el efecto en zonas árido-secas como es el Estado de Chihuahua, lo que sugiere que el efecto de la composta de excreta vacuna requiere de un tiempo mayor a seis meses para comprobar su efecto en las características del suelo.

## V. RECONOCIMIENTOS

Al laboratorio de química de la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua por las facilidades brindadas en la realización del presente trabajo.

## VI. REFERENCIAS

- [1] Civeira, G. 2010. Efecto de la Aplicación de compost de residuos sólidos municipales sobre las propiedades de los suelos y el Establecimiento de plantas en ambientes peri-urbanos. *Chilean Journal Agriculture. Res.* 70 (3): 446-453.
- [2] Cruz, C. E., Sandoval, V. V., Ordaz, Ch. V. T., Torres, J. L. y S. Escudero J. 2010. Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. *Terra Latinoamericana.* 28 (3):219-229.
- [3] Cruz-Crespo E., Can-Chulim A., Sandoval-Villa M., Bugarin-Montoya R., Robles-Bermudez A., Juarez-Lopez P. 2012. Sustratos en Horticultura. *Revista Biociencias.* 2(2):17-26.
- [4] García-Hernández, J. L.; Orona-Castillo, I.; González, G.; Valdez-Cepeda, R. D.; Murillo-Amador, B.; Troyo-Diéguez, E.; Fortis, M.; Segura, M. A. 2009. Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en nogal pecanero (*Carya illinoensis*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 141-147.
- [5] Méndez, N. R., Castillo, B. E., Vázquez, B. E., Briceño, P.O., Coronado, P.V., Pat,C. R. y G. Vivas P. 2009. Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado de Yucatán. *Ingeniería* 13(2): 13-21.
- [6] Morales, M. E. R, Trejo, L.W., Santos, R.R., B. Pérez H. 2012. Caracterización química de excretas de cerdo secas y maduras provenientes de tres niveles de energía. 15 567-573.
- [7] Morales-Maldonado E.R., y Casanova-Lugo F. 2015. Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula proporción. *Análisis y comentarios. Agronomía Mesoamericana.* 26(2):365-372.

- [8] Moreno, R., A.; Valdés P., M. T. y Zarate L., T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/ arena bajo condiciones de invernadero. *Agricultura Técnica Chile* 65(1):26-34.
- [9] Quesada, R. G. y C. Méndez S. 2005. Análisis fisicoquímico de materiales y sustratos de uso potencial en almácigos de hortalizas. *Revista Agrícola Tropical*. 35: 1-13.
- [10] Rodríguez, D.N., Cano, R. P., Favela, Ch. E., Figueroa, V.U., Paul, A. V., Palomo, G. A., Márquez, H.C., M. Reséndez A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 185-192.
- [11] SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2007. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F.
- [12] SAS Institute (1999) The SAS System for Windows. Release 8.2. SAS Institute Cary, NC, USA.
- [13] SEMARNAT, 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelo. Estudios, muestreo y análisis. *Diario Oficial de la Federación*, 31 de diciembre de 2002.
- [14] Strojny, Z. and J. S. Nowak. 2001. Effect of different growing media on the growth of some bedding plants. *Acta Hort.* 644: 157-162.
- [15] Tiquia, S.M. 2000. Evaluating phytotoxicity of pig manure from the pig – on – litter system. En: P.R. Warman y B.R. Taylor, Ed., *Proceedings of the International Composting Symposium*, CBA Press Inc.Truro,NS, p:625-647.
- [16] TMECC. 2001. In: The United States Composting Council. *Test Methods for the Examination of Composting and Compost*, NY., USA. Barnett.ManualAgrícola. Volumen N° 4. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, DC, USA.
- [17] Varnero, M. M. T., Rojas, A. C., Orellana, R. R. 2007. Indices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. *R.C.Suelo Nutr. Veg. J. Soil Sc Nutr.* 7 (1): 28-37.
- [18] Wood, B. W. 2006. Mineral nutrition of pecan with emphasis on nitrogen. pp. 11-21. In: *Proceedings of Ciclo de Conferencias Internacionales de Nogalero a Nogalero*. Saltillo, Coah., México.
- [19] Zucconi, F. A.; Pera, M.; Forte, M. De Bertoldo.1981. Evaluation toxicity of immature compost. *Biocycle* 22:54-57.