

# APLICACIÓN DE COMPOSTA EN LA PRODUCCIÓN DEL NOGAL PECANERO

María Monserrat Zaragoza-Lira<sup>1</sup>; Pablo Preciado-Rangel<sup>1\*</sup>; Uriel Figueroa-Viramontes<sup>2</sup>; José Luis García-Hernández<sup>3</sup>; Manuel Fortis-Hernández<sup>1</sup>; Miguel Ángel Segura-Castruita<sup>1</sup>; Ángel Lagarda-Murrieta<sup>4</sup>; Eduardo Madero-Tamargo<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón. km 7.5 Carretera Torreón San Pedro, Torreón, Coahuila. MÉXICO

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental La Laguna. Blvd. José Santos Valdés Núm. 1200 Pte., Matamoros, Coahuila. MÉXICO.

<sup>3</sup>Universidad Juárez del Estado de Durango-Facultad de Agricultura y Zootecnia. Ej. Venecia, Gómez Palacio, Durango, MÉXICO.

<sup>4</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, Periférico y Carretera a Santa Fe s/n, Torreón, Coahuila. MÉXICO.

Correo-e: ppreciador@yahoo.com.mx (\*Autor para correspondencia)

## RESUMEN

El nogal pecanero es la especie hortofrutícola de mayor rentabilidad en los estados del norte de México. Este cultivo requiere altas aplicaciones de fertilizantes químicos, especialmente nitrogenados. Se ha considerado la factibilidad de cambiar el uso de fertilizantes convencionales por abonos orgánicos, que suministran materia orgánica y mejoran el suelo al tiempo que proporcionan nitrógeno y otros nutrimentos para las plantas. La presente investigación se desarrolló para evaluar el efecto de dosis crecientes de composta, sobre el rendimiento de nuez, su efecto en la concentración de nitrógeno y materia orgánica en el suelo, así como en la absorción foliar de nutrimentos. La aplicación de composta aumentó el rendimiento y la calidad de la nuez respecto al testigo, así como las concentraciones de materia orgánica y nitrógeno inorgánico en el suelo. La concentración foliar de nutrientes en los tratamientos evaluados se mantuvieron dentro de los rangos de suficiencia nutricional.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** *Carya illinoensis*, nitrógeno, materia orgánica, nutrimentos

## APPLICATION OF COMPOST AND PECAN YIELD

### ABSTRACT

The pecan tree is a highly profitable horticultural tree species that grows in the northern states of Mexico. This crop requires high applications of chemical fertilizers, particularly nitrogen. The feasibility of substituting the use of conventional fertilizers for organic amendments has been considered. Organic fertilizers supply organic matter and improve the soil while providing nitrogen and other nutrients for plants. This research was carried out in order to evaluate the effect of increasing amounts of compost on the yield of pecan trees, its effect on both soil nitrogen and organic matter concentration, as well as on the foliar absorption of nutrients. The application of compost increased both yield and quality values, as well as soil organic matter and inorganic nitrogen content, relative to the control. The foliar concentration of nutrients in treated trees fell within the sufficiency ranges.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** *Carya illinoensis*, nitrogen, organic matter, nutrients

## INTRODUCCIÓN

El nogal pacanero (*Carya illinoensis* (Wangh.) K. Koch) es una especie hortofrutícola de alta rentabilidad, por lo que anualmente se incrementa la superficie dedicada a este frutal (Orona *et al.*, 2006). En la zona norte de México se concentra el 92 % de la producción nacional (SAGARPA-SIAP, 2009). Sin embargo, existen diversas limitantes para

su producción, por lo que el rendimiento promedio a nivel nacional es de 1.3 t·ha<sup>-1</sup> (SAGARPA, 2005). Entre dichas limitaciones se encuentran las deficiencias y desbalances nutrimentales derivados de las características edáficas y climáticas de las regiones productivas (García-Hernández *et al.*, 2009). Todo ello afecta el rendimiento, ya que esta variable es un reflejo de las condiciones del suelo, manejo y sanidad del nogal (Santamaría *et al.*, 2002).

Para que los árboles de nogal se desarrollen y produzcan altos rendimientos y calidad de nuez, deben ser fertilizados adecuadamente, en particular con nitrógeno (N) que es el nutrimento de mayor demanda y volumen de aplicación en huertos de nogal pecanero (Sánchez *et al.*, 2009; Tarango *et al.*, 2009). El déficit de N repercute negativamente en algunos aspectos productivos: el fruto no se desarrolla correctamente, el llenado de la almendra es pobre y aumenta el porcentaje de frutos con “golpe de sol” y nuez seca (Ruiz, 2005). Por otro lado, 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. De entre las diferentes enmiendas de tipo orgánico, la composta ha adquirido cada vez mayor importancia como fuente de nutrimentos para el suelo y las plantas en los sistemas de agricultura orgánica, y en aquellos sistemas agrícolas que pretenden ser más sustentables (Bullock *et al.*, 2002). La aplicación de enmiendas orgánicas mejora las propiedades físicas, la actividad biológica y la fertilidad de los suelos (Herencia *et al.*, 2008; Tahboub *et al.*, 2008) y la nutrición de los cultivos (Eghball *et al.*, 2004). En este sentido, el estiércol composteado es una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y disminuir el uso de los fertilizantes inorgánicos (Eghball *et al.*, 2004; Rippey *et al.*, 2004), especialmente en regiones como la Comarca Lagunera, donde el nogal pecanero se cultiva en más de 7,000 ha (Orona *et al.*, 2006) y la producción de estiércol de bovino lechero es de alrededor de un millón de  $t \cdot a^{-1}$ , en base seca (Figueroa *et al.*, 2009). Bajo esta perspectiva el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la composta en la nutrición, rendimiento y calidad de la nuez, así como en el contenido de materia orgánica y nitrógeno inorgánico del suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la Huerta “El Chupón”, localizada a los 25° 22' 36" longitud oeste y 103° 21' 28" latitud norte, y a una altitud de 1,160 m. Se utilizaron nogales de 21 años de edad de la variedad Western, en una plantación rectangular a 12 x 14 m. La caracterización del suelo experimental antes del establecimiento de los tratamientos se muestra en el Cuadro 1. Los tratamientos evaluados consistieron en cuatro dosis de composta: 0, 10, 20 y 30  $t \cdot ha^{-1}$ . La composta fue elaborada a partir de estiércol de bovino lechero y su análisis químico se muestra en el Cuadro 2. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones; la unidad experimental fue un árbol. Los tratamientos se aplicaron a principios del mes de marzo. La composta fue distribuida manualmente sobre la superficie del suelo, y posteriormente fue incorporada mediante un paso de rastra.

Las variables se evaluaron en la cosecha. Se determinó el rendimiento a través de la producción de nuez por árbol; este valor se multiplicó por el número de árboles

por hectárea para calcular el rendimiento. Para evaluar el porcentaje de la parte comestible de la nuez, se descascaró un kilogramo de semilla y de ahí se determinó el contenido de la almendra en relación con el peso total de ésta.

Para el análisis del suelo, mensualmente (de abril a agosto) se realizaron muestreos a una profundidad 0-30 cm, con la finalidad de determinar la dinámica del nitrógeno inorgánico ( $N-NO_3^- + N-NH_4^+$ ), que fue determinado por el método de arrastre de vapor y titulación de ácido bórico, de acuerdo con la Norma Oficial NOM-021-SEMARNAT-2002 (SEMARNAT, 2000). Además, se realizó un muestreo foliar, tomando los dos folíolos centrales de una hoja ubicada en la parte media del brote, de las partes baja y alta del árbol (Chávez *et al.*, 2002); en estas muestras se determinaron los contenidos de N, P, K, Ca y Mg. El N fue cuantificado por el método de Kjeldahl. El K, Ca y Mg fueron estimados usando un espectrofotómetro de absorción atómica (Shimadzu AA-660, Kyoto, Japón). El P fue analizado colorimétricamente a través del método azul complejo fosfo-molibdato. La preparación y digestión de las muestras del tejido foliar fueron realizadas conforme la metodología reportada por Alcántar y Sandoval (1999).

Los resultados obtenidos en cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza y al encontrarse efectos significativos se realizó una comparación de medias de los tratamientos mediante la prueba de LSD, con ( $P \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico SAS, versión 6.12 para Windows (SAS, 1998).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento

El rendimiento mostró diferencias significativas entre las dosis de composta utilizadas (Cuadro 3). Las dosis de 0, 20 y 30  $t \cdot ha^{-1}$  presentaron rendimientos que fluctuaron entre 500 y 885  $kg \cdot ha^{-1}$ , que son inferiores a la media nacional (1.3  $t \cdot ha^{-1}$ ) (SAGARPA, 2005). Los menores rendimientos obtenidos con 20 y 30  $t \cdot ha^{-1}$  de composta pudieron ser debidos a las aportaciones de sales al suelo con estas dosis. De acuerdo con Picchioni *et al.* (2000), valores de  $CE \geq 2.6 dS \cdot m^{-1}$  estuvieron relacionados con disminuciones de 25 % en rendimiento, 13 % menor peso de la nuez y 3 % menor porcentaje de almendra. En el presente estudio, el valor de salinidad previo a la aplicación de los tratamientos fue mayor de 4  $dS \cdot m^{-1}$  (Cuadro 1); por otro lado, Salazar *et al.* (2009) encontraron que la aplicación de 40  $t \cdot ha^{-1}$  de estiércol de bovino lechero de esta misma región, tratado mediante solarización, incrementó la conductividad eléctrica del suelo en 2  $dS \cdot m^{-1}$  sobre el valor inicial, por lo que la incorporación de 20 y 30  $t \cdot ha^{-1}$  de composta en el presente estudio pudo afectar el rendimiento de nuez.

Wood (2002) indica que la productividad anual del nogal pecanero depende de la provisión adecuada de N en las fases fenológicas de crecimiento del brote (abril a principios de junio), y otra de menor demanda durante

**CUADRO 1. Caracterización inicial del suelo de la huerta de nogal pecadero, para evaluar dosis de composta.**

Profundidad (cm)	pH	CE (dS·m <sup>-1</sup> )	N <sub>i</sub> (mg·kg <sup>-1</sup> )	P	MO (%)	Clase Textural
0-30	8.0	4.3	19.8	98.7	2.44	Franco arenoso
30-60	8.1	5.0	51.8	87.6	1.36	Franco arcillo-arenoso
60-90	7.9	5.3	76.9	82.6	1.34	Arcilloso

CE= conductividad eléctrica; N<sub>i</sub>= Nitrógeno inorgánico (nitrato + amonio); P= fósforo; MO= Materia orgánica.

**CUADRO 2. Análisis químico de la composta utilizada para evaluar dosis en la producción de nogal pecadero.**

N	P	K	Ca	Mg %	Fe	Mn	Zn	Cu	Relación C/N
1.65	0.49	1.24	4.15	0.84	0.086	0.034	0.019	0.005	16.80

**CUADRO 3. Rendimiento y sus componentes del cultivo de nogal pecadero con cuatro dosis de composta.**

Dosis de composta (t·ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (t·ha <sup>-1</sup> )	Peso de nuez (g)	Parte comestible de la nuez (%)
0	885.0 b <sup>z</sup>	5.77 a	57.82 ab
10	1416.0 a	5.87 a	68.88 a
20	501.0 b	5.26 b	55.15 b
30	837.0b	5.47 ab	63.10 ab

<sup>z</sup>Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa, de acuerdo a la prueba de comparación de medias por el método de LSD ( $P \leq 0.05$ ).

**CUADRO 4. Contenido de nitrógeno inorgánico en el suelo de huertas con cuatro dosis de composta.**

Tratamiento (t·ha <sup>-1</sup> )	Abr	Jun	Jul	Ago	Sept	MO (%)
0	96.00	105.03 ab <sup>z</sup>	100.57	96.00	65.61	1.75 b
10	111.93	99.78 b	84.42	95.65	66.15	1.95 ab
20	103.73	127.48 ab	95.75	92.95	61.60	2.475 a
30	108.99	132.28 a	104.74	97.56	71.82	2.425 a

<sup>z</sup>Letras distintas en la columna indican diferencia significativa entre tratamientos, se acuerdo a la prueba de LSD ( $P \leq 0.05$ ).

el crecimiento del fruto y llenado de la almendra (agosto a septiembre). La primera fase coincide con la mayor liberación de nitrógeno inorgánico de la composta (Cuadro 4). Por lo anterior, podría ser que la composta incorporada al suelo pudo haber proveído la cantidad suficiente de nutrimentos durante las fases críticas de desarrollo del nogal para la obtención de rendimientos aceptables; similares resultados fueron obtenidos al incorporar biosólidos en huertas nogaleras (Tarango *et al.*, 2009).

La calidad de la nuez considera principalmente el porcentaje de la parte comestible de la nuez, el tamaño del fruto y el color y daños de la almendra. El porcentaje comestible en todos los tratamientos presentó rangos superiores al mínimo aceptable que es del 50 % (Arreola *et al.*, 2002).

### Materia orgánica en el suelo

La concentración de materia orgánica (MO) en el suelo

fue diferente por efecto de las dosis de composta (Cuadro 4). Los valores más altos al final del ciclo, correspondieron a las mayores dosis de composta 20 y 30 t·ha<sup>-1</sup>; estos resultados coinciden con Salazar *et al.* (2009), quienes observaron mayores incrementos en la MO del suelo al aumentar la dosis de abonos orgánicos al final del ciclo del cultivo de maíz forrajero. Los beneficios de la MO en suelos agrícolas son físicos, químicos y biológicos, ya que mejora la estructura, evita la compactación y la erosión, mejora la retención de humedad y mejora la capacidad de intercambio catiónico (Tahboub *et al.*, 2008). La carencia de materia orgánica en el suelo ocasiona pérdidas de la capacidad amortiguadora de éste, disminuye la capacidad de intercambio catiónico, defloclula el suelo facilitando la erosión y provoca pobre desarrollo de la micro y macro-fauna benéficas del suelo (Aslantas *et al.*, 2007). El principal uso de la composta es mantener o incrementar el contenido de MO del suelo y el aporte de nutrimentos. Lo anterior permite lograr el objetivo de incrementar el rendimiento de las cosechas, con

CUADRO 5. Efecto de cuatro dosis de composta sobre la concentración de nutrimentos en tejido foliar de nogal pecanero.

Tratamiento (t·ha <sup>-1</sup> )	N	P	K (%)	Ca	Mg
0	2.50	0.10	1.05 b <sup>z</sup>	0.96	0.40 a
10	2.53	0.12	1.44 a	1.00	0.37 ab
20	2.54	0.13	1.48 a	0.84	0.31 b
30	2.60	0.12	1.30 a	0.84	0.35 ab

<sup>z</sup>Letras distintas en la columna indican diferencia significativa entre tratamientos, de acuerdo a la prueba de LSD ( $P \leq 0.05$ ).

beneficios que se manifiestan de forma más clara a mediano y largo plazo (Beltrán-Morales *et al.*, 2009).

### Nitrógeno inorgánico en el suelo

Las concentraciones de N en las diferentes fechas de muestreo fueron diferentes; los contenidos foliares presentados en el Cuadro 5 señalan que no hubo déficit de N en el suelo, y eso se ratifica por el hecho de que la concentración de N foliar estuvo en el rango de suficiencia e inclusive superior a la concentración idónea de N foliar (Medina *et al.*, 1999; García-Hernández *et al.*, 2009).

### Análisis Foliar

La concentración nutrimental foliar (Cuadro 5) mostró diferencias significativas entre tratamientos para el K y para el Mg, sin diferencias para el resto de los elementos. La concentración de nutrimentos en los tratamientos en estudio se encuentra dentro de los rangos de suficiencia nutrimental indicados por Medina (2004), con excepción del Ca, el cual únicamente en el tratamiento con 10 t·ha<sup>-1</sup>, se encuentra en el rango de suficiencia (Hirzel, 2008). Los requerimientos de P y K por el cultivo son bajos, por lo cual si los análisis de suelo y foliares dan valores adecuados, no sería necesario el aporte de estos nutrimentos.

Respecto a la concentración ideal de nutrimentos en el tejido foliar, García-Hernández *et al.* (2009) reportaron, en un estudio realizado en la Comarca Lagunera que, en promedio, la concentración foliar óptima para un rendimiento mínimo de 1.39 y máximo de 2.5 t·ha<sup>-1</sup> fue de 2.09, 0.11, 1.39, 1.28 y 0.27 % de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente. Estos valores presentan similitudes con los valores encontrados en el presente trabajo para el tratamiento de mayor rendimiento, específicamente en P, K y Ca (Cuadro 5). Sin embargo, con respecto a N y Mg, los valores son más altos que los reportados por García-Hernández *et al.* (2009) como composición ideal.

Se han reportado concentraciones foliares de nutrimentos en nogal, en los cuales se calcularon los índices DRIS para determinar el orden de requerimiento de nutrimentos y los índices de desbalance nutrimental de los análisis foliares. Medina y Chávez (1999), en una investigación desarrollada en la Comarca Lagunera, reportaron algunas variaciones respecto al orden de requerimientos, así como la concentración recomendada de los nutrimentos en el tejido foliar, pero básicamente las diferencias se explican por los diversos esquemas

y dosis de fertilización. Se reportan como idóneas las siguientes concentraciones foliares: 1.9 a 2.7 % de N, 0.09 a 0.16 % de P, 1.0 a 2.2 % de K, 1.2 a 2.3 % de Ca y 0.32 a 0.62 % de Mg. De los diferentes valores de concentración que se reportaron en dicho conjunto de trabajos, se han recomendado como las más apropiadas las concentraciones más altas. Los valores de N foliar reportados en el presente estudio son particularmente mayores a las concentraciones que han sido reportadas como óptimas en los trabajos encontrados en la literatura.

### CONCLUSIONES

Con las dosis de composta evaluadas se tuvieron diferencias en el rendimiento de nuez. El tratamiento que presentó el mayor rendimiento fue la dosis de 10 t·ha<sup>-1</sup>.

El contenido de materia orgánica en el suelo se elevó en la misma relación que el aumento de la dosis de composta. El contenido de N inorgánico en el suelo fue suficiente para que no existiera un déficit foliar de este elemento. El análisis foliar demostró que los nutrimentos N, P, K y Mg estuvieron en concentraciones adecuadas para la planta, pero no el Ca.

### LITERATURA CITADA

- ALCÁNTAR G., G.; SANDOVAL V., M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación Especial 10. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, Estado de México.
- ARREOLA A., J. G.; LAGARDA M., A.; MEDINA M., M. C. 2002. Fenología, Tecnología de Producción en Nogal Pecanero; Libro Técnico Núm. 3, Primera Edición, Campo Experimental La Laguna; Matamoros, Coahuila; 67 p.
- ASLANTAS, R.; CAKMAKÇ, C. R; SAHIN, F. 2007. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on young apple tree growth and fruit yield under orchard conditions. *Scientia Horticulturae* 111: 371–377.
- BELTRÁN-MORALES, F. A.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J. L.; RUIZ-ESPINOZA, F. H.; FENECH-LARIOS, L.; MURILLO-AMADOR, B.; PALACIOS, A.; TROYO-DIÉGUEZ, E. 2009. Nutrimental potential of red dolichus, brown dolichus and cowpea for green manure produced under three tillage systems. *Tropical*

- and Subtropical Agroecosystems 10: 487-495.
- BULLOCK, L. R.; BROSIUS, M.; EVANYLO, J. K.; RISTAINO, J. B. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional. *Applied Soil Ecology* 19: 147-160.
- CHÁVEZ G., J. F.; MEDINA M., M. C.; FIGUEROA V., U. 2002. Fertilización del nogal, Tecnología de Producción en Nogal Pecanero; Libro Técnico No. 3, Primera Edición, Campo Experimental la Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Matamoros, Coahuila, pp 101-125.
- EGHBALL, B; GINTING, D.; Gilley, J. E. 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal* 96: 442-447.
- FIGUEROA V., U.; NÚÑEZ-HERNÁNDEZ, G.; DELGADO, J. A.; CUETO-WONG, J. A.; FLORES-MARGEZ, J. P. 2009. Estimación de la producción de estiércol y de la excreción de nitrógeno, fósforo y potasio por bovino lechero en la Comarca Lagunera. pp. 128-151. *In: I. ORONA C., E. SALAZAR S., M. FORTIS H. (eds.). Agricultura orgánica. 2ª ed. FAZ-UJED. SMCS. Gómez Palacio, Dgo.*
- 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.
- HERENCIA, J. F.; RUIZ, J. C.; MELERO, S.; GARCÍA GALAVÍS, P. A.; MAQUEDA, C. 2008. A short-term comparison of organic v. conventional agriculture in a silty loam soil using two organic amendments. *Journal of Agricultural Science* 146: 677-687.
- HIRZEL, J. 2008. Análisis de tejido. pp. 109-137. *In: HIRZEL, J. 2008 Ed. Diagnostico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Colección de libros INIA-24. ISSN 0717-4713. 236 p.*
- MEDINA M., M. C. 2004. Normas DRIS preliminares para nogal pecanero. *Terra Latinoamericana* 22: 445-450.
- MEDINA, C.; CHAVEZ, J. 1999. Efecto del abastecimiento foliar de zinc sobre el balance nutrimental del nogal pecadero. *Terra* 17: 293-298.
- MEDINA, C.; MEDINA, E.; AGUILAR, H.; GARCIA, S. 1999. Aspersiones foliares de manganeso y cobre en nogal pecanero. *Terra* 17: 317-323.
- ORONA, I.; ESPINOZA, J.; GONZÁLEZ, G.; MURILLO, B.; GARCÍA, J. L.; SANTAMARIA, J. 2006. Aspectos técnicos y socioeconómicos de la producción de nuez (*Carya illinoensis*) en la Comarca Lagunera, México. *Agric. Téc. Méx.* 32: 295-301.
- PICCHIONI, G. A.; KARACA, H.; BOYSE, L. G.; McCASLIN, B. D.; HERRERA, E. A. 2000. Salinity, boron, and irrigated pecan productivity along New Mexico's Rio Grande basin. *J. Environ. Qual.* 29: 955-963.
- RIPPY, J. F. M.; PEET, M. M.; JOUIS, F. J.; NNELSON, P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39: 223- 229.
- RUIZ, S. R. 2005. Fertilización del nogal. "Diagnostico y Corrección". *Tierra Adentro* 63: 30-35.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2005. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. México, D. F.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación)-SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2009. México. Página web: <http://siap.gob.mx>.
- SALAZAR, S. E.; TREJO, E. H. I.; VÁZQUEZ, V. C.; LÓPEZ, M. J. D.; FORTIS, H. M.; ZUÑIGA, T. R.; AMADO, Á. J. P. 2009. Distribución de nitrógeno disponible en suelo abonado con estiércol bovino en maíz forrajero. *Terra Latinoamericana* 27: 373-382.
- SÁNCHEZ, E.; SOTO, J. M.; SOSA, C. M.; YÁÑEZ, R.M.; MUÑOZ, E.; ANCHONDO, A. 2009. Eficiencia de uso del nitrógeno en nogal pecanero. *Terra Latinoamericana* 27: 311-317.
- SANTAMARÍA, C. J.; MEDINA, M. M. C.; RIVERA GONZÁLES, M.; FAZ CONTRERAS, R. 2002. Algunos factores de suelo, agua y planta que afectan la producción y alternancia del nogal pecanero. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25: 119-125.
- SAS Institute. 1998. SAS user's guide: statistics. Versión 6.12. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreos y análisis. México, D.F. 48 p.
- TAHBOUB, M. B.; LINDEMANN, W. C.; MURRAY, L. 2008. Chemical and physical properties of soils amended whit pecan wood chips. *HortScience* 43: 891-896.
- TARANGO, R. S. H.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V.; ORRANTIA-BORUNDA. 2009. E. Growth, yield, and nutrient status of pecans fertilized with biosolids and inoculated with rizosphere fungi. *Bioresource Technology* 100: 1992-1998.
- WOOD, B. W. 2002. Late nitrogen fertilization in pecan orchards. A review. *Proceedings 36 th. Western pecan Conference.* p 47-59.