

Propiedades del suelo y follaje del nogal pecanero en la región norte de Coahuila, México

Soil and foliar properties in walnut trees in the region of northern of Coahuila, Mexico

DOI: 10.34188/bjaerv5n2-047

Recebimento dos originais: 20/01/2022

Aceitação para publicação: 31/03/2022

Elizabeth Santiago López

Maestría en Suelos por el Instituto de Torreón, Coahuila, México

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP),
Campo Experimental Zaragoza

Dirección: KM 21.5 Carretera Zaragoza, Ciudad Acuña, Zaragoza, Coahuila, CP 26450, México
Correo electrónico: santiago.elizabeth@inifap.gob.mx

Imelda Virginia López Sánchez

Maestría en Producción Agrícola y Mercados Globales por la Universidad Autónoma de Baja California

Institución: Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios
Dirección: KM 180.2 Carretera Ensenada, San Quintín. Ejido Padre Kino, CP 22930, San Quintín
Baja California, México
Correo electrónico: lopezi13@uabc.edu.mx

José Antonio Cueto Wong

Doctor of Philosophy Agronomy (Soils) by New Mexico State University

Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo
Experimental La Laguna

Dirección: Boulevard José Santos Valdez 1200, Poniente, Colonia Centro CP 27440, Matamoros,
Coahuila, México
Correo electrónico: cueto.jose@inifap.gob.mx

Macotulio Soto Hernández

Doctorado en Biodiversidad y Sistemática por el Instituto de Ecología, A.C.

Institución: Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Sitio Experimental Zaragoza
Dirección: KM 21.5 Carretera Zaragoza, Ciudad Acuña, CP 26450. Zaragoza, Coahuila, México
Correo electrónico: ssherdez@gmail.com

José Guadalupe Pedro Méndez

Maestría en Producción Agrícola y Mercados Globales por la Universidad Autónoma de Baja California

Institución: Facultad de Ingeniería y Negocios, Universidad Autónoma de Baja California
Dirección: Carretera Ensenada, San Quintín, Ejido Padre Kino, CP 22930 San Quintín, Baja
California, México
Correo electrónico: jpedro@uabc.edu.mx

Salvador Ordaz Silva

Doctorado en Parasitología Agrícola por la Universidad Autónoma Agraria Antonio
Narro

Institución: Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ingeniería y Negocios
Dirección: KM 180.2 Carretera Ensenada, San Quintín. Ejido Padre Kino, CP 22930 San Quintín,
Baja California, México

Correo electrónico: salvador.ordaz.silva@uabc.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la calidad nutricional del cultivo de nogal pecanero mediante análisis de suelo y foliares en el norte de Coahuila. Los muestreos se hicieron de junio a septiembre de 2017 en siete huertas de nogal, tres huertas con manejo orgánico y cuatro con manejo convencional. Los muestreos de suelo se hicieron en 31 sitios, en cada uno se tomaron muestras a tres profundidades: 00-30, 30-60, 60-90 cm, cada una se colocó en bolsas plásticas etiquetadas. Para el muestreo foliar, se tomaron muestras al azar en 25 árboles en cada huerta, se colectaron 100 foliolos ubicadas en la parte media del brote del año, todos los foliolos se colocaron en bolsas de papel etiquetadas. Todas las muestras se enviaron al laboratorio para determinar las propiedades del suelo y contenido nutricional de los macros y microelementos presentes. Los resultados indican que los suelos de la Región Norte son altamente salinos, muy altos en Contenidos de Carbonatos totales (68%), Capacidad de Intercambio Catiónico (27.5 meq/100 gr), pH fuertemente alcalino (8.10-8.97), deficientes en N, P, Fe y Zn. En relación a los elementos en el follaje, se encontró que la mayoría se encuentra dentro de los Rangos de Suficiencia Nutricional reportados para dos regiones con condiciones edáficas similares a la Región Norte de Coahuila. Lo anterior posiblemente por las aplicaciones de nutrientes minerales durante el ciclo vegetativo de este frutal.

Palabras clave: foliolo, nuez, suelo arcilloso, calcáreo.

ABSTRACT

The main goal of this study was to determine the nutritional quality of pecan walnut crops through soil and foliar analysis in northern Coahuila, Mexico. The samplings were made from June to September 2017 in seven walnut orchards, three orchards with organic management and four with conventional management. Soil sampling was done at 31 sites, in each one: samples were taken at three depths: 00-30, 30-60, 60-90 cm, each samples were placed in labeled plastic bags. Foliar sampling: random samples were taken from 25 trees in each orchard, 100 leaflets located in the middle part of the year's sprout were collected. All samples were sent to the laboratory to determine the properties of the soil and foliar nutritional content of the macro and microelements present. The results indicate that the soil of the Northern Region are highly saline, very high in Total Carbonate Content (68%), Cation Exchange Capacity (27.5 meq/100 gr) strongly alkaline pH (8.10-8.97) and deficient in N, P, Fe and Zn. In relation to the elements in the foliage, it was found that most of them are within the Nutritional Sufficiency Ranges reported for two regions with edaphic conditions similar to the applications of mineral nutrients during the vegetative cycle of this fruit tree.

Keywords: foliage, nuts, clay soil, calcareous soil.

1 INTRODUCCIÓN

México es el segundo productor mundial de nuez pecanera (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch., con más de 137 700 ha en producción; asimismo, Coahuila es el segundo estado productor de nuez con más de 21 800 ha sembradas y en la región norte del estado se concentra el 34 % de la producción con más de 7 000 ha sembradas (SIAP 2022). En norte de Coahuila el cultivo de nogal presenta diversas problemáticas como son las plagas, las deficiencias y desbalances nutrimentales derivado de las características edáficas y climáticas de la región con promedios de producción de 800 kg/ ha (Orona et al.,2013).

Por otro lado, el árbol de nogal requiere de macro y micronutrientes esenciales, algunos los obtiene de manera natural del suelo, agua y atmosfera, otros se complementan por medio de fertilización química u orgánica; vía foliar, suelo o agua de riego (Vargas y Arreola, 2008); para determinar las necesidades nutricionales es imperativo hacer análisis de suelo y foliar; el primero, es una herramienta que sirve para diagnosticar el estado de fertilidad del suelo, emitir recomendaciones de fertilización y para monitorear los cambios en las propiedades edáficas (Villareal et al., 2012), y el segundo, es una técnica sumamente eficiente para evaluar la nutrición; ya que, el contenido nutricional en los foliolos es el resultado de la interacción entre el cultivo, ambiente y manejo, el análisis nos permite verificar síntomas de deficiencia nutricional, deficiencias asintomáticas y la interacción entre nutrientes (Sepúlveda et al., 1983).

En el norte de Coahuila existen dos tipos de manejo agronómico: orgánico y convencional; el primero hace uso de abonos de origen orgánico; aunque su composición química, el aporte de nutrimentos al cultivo y su efecto en el suelo, varía según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad, su uso constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva del suelo (Fortis et al., 2009). El segundo hace uso de fuentes sintéticas; ya que son de rápida y fácil absorción por la planta; aunque generan consecuencias negativas económicas y ecológicas, como la contaminación que producen a los mantos freáticos, el exceso afecta la salud del ser humano y los animales por medio de la alimentación y agua potable (Arévalo et al.,2007). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la calidad nutricional del nogal bajo los sistemas orgánico y convencional.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de junio a noviembre de 2017 en siete huertas de nogal ubicados en los municipios de Allende, Morelos, Sabinas, Villa Unión y Zaragoza en la región norte de Coahuila. De las huertas analizadas tres estuvieron bajo manejo orgánico y cuatro con manejo convencional. El muestreo foliar se hizo del 15 de junio al 30 de julio de acuerdo a Chávez et al (2002); en cada

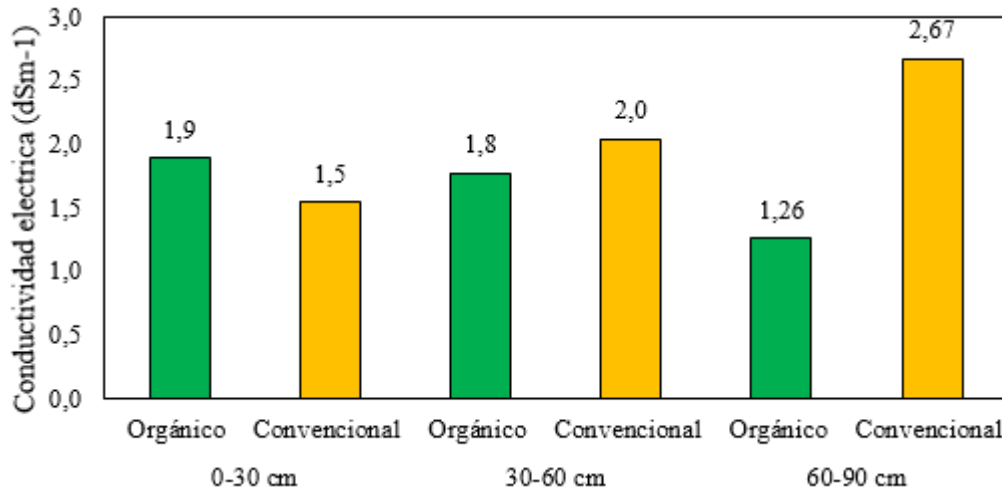
huerta se seleccionaron 25 árboles al azar, se colectaron 100 foliolos de la parte media del brote del año, se depositaron en bolsas de papel etiquetadas con los datos de campo. Después, de agosto a septiembre se hicieron los muestreos de suelo de acuerdo a Figuero et al (2002): en total se hicieron 31 unidades de muestreo a tres profundidades 0-30, 30-60, 60-90 cm, las muestras se hicieron con una ayuda de una barrena cilíndrica se tomaron muestras; cada una se colocó en una bolsa plástica etiquetada. Todas las muestras se enviaron al laboratorio para determinar el contenido nutricional de los macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S y los micronutrientes: Fe, Mn, Cu, B, Mo, Ni. Los resultados obtenidos para cada variable fueron sometidos a un análisis estadístico mediante la prueba Tukey, con ($P \leq 0.05$), utilizando el paquete estadístico SAS, versión 9.3.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS DE SUELO

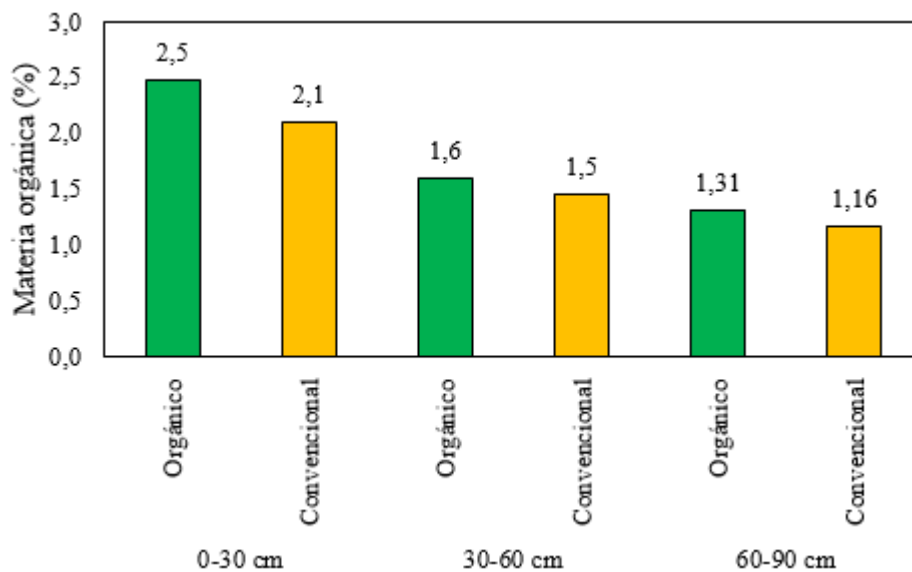
Las huertas de nogal pecanero de la Región Norte de Coahuila presentan suelos con pH de alcalino a fuertemente alcalino (8.10-8.97 con una media de 8.4), la clase textural va de Arcillosa a Franco-Arcillosa, arcilla $>50\%$, punto de saturación de 45.8 % y Capacidad de Campo de 24.5 %; el Contenido de Carbonatos totales es muy alto con una media de 68 %; se encontró que Conductividad Eléctrica (CE) de los suelos es de ligera a altamente salinos en los tres estratos analizados y más aún en el estrato de 60-90 cm (Fig. 2); las sales y el sodio controlan el potencial osmótico de la solución del suelo reduciendo la disponibilidad de agua para las plantas, valores de $CE \geq 2.6 \text{ dS.m}^{-1}$ repercuten en el 25 % de rendimiento, 13 % al peso de la nuez y 3% al porcentaje de almendra (Picchioni et al. (2000). En relación a la concentración de Materia Orgánica (MO) esta es baja con intervalos de 2.5 a 1.16% y una media de 1.07 %; en ambos sistemas de manejo agronómico la MO decrece con la profundidad (Fig. 3); aunque, las huertas con manejo orgánico presentaron un poco más de materia orgánica en los tres perfiles esto posiblemente es el resultado de las aplicaciones de ésta en forma de composta o estiércol que han aplicado en los últimos años.

Figura 1. Conductividad Eléctrica (C.E) en suelos de nogal pecanero en la región norte de Coahuila; análisis de dos sistemas manejo agronómico. El incremento de la salinidad en el sistema de producción convencional se debe a su desplazamiento en cada riego, por lo que a mayor profundidad va a existir mayor CE, con respecto a los sistemas orgánicos, su disminución se debe a la descomposición de los productos usados y a la liberación de ácidos orgánicos que ayudan a que la CE disminuya.



En relación a los elementos nutricionales se encontró que el contenido de Nitrógeno inorgánico (N-NO₃) en los suelos es de bajo a muy bajo con una media de 11.5 mg/kg; sin embargo, es imperativo señalar que en algunas huertas con manejo orgánico fue más significativa la cantidad de nitrógeno; la cual, fue de medio a alto, osciló entre 19.70-57.65 mg/kg principalmente en el primer perfil 0-30 cm; esta debido al tipo de fertilización, especialmente por el tipo de abono que se esté utilizando.

Figura 2. Los porcentajes de materia orgánica son bajos en los suelos de nogal pecanero en la región norte de Coahuila; aun en huertas con manejo orgánico.



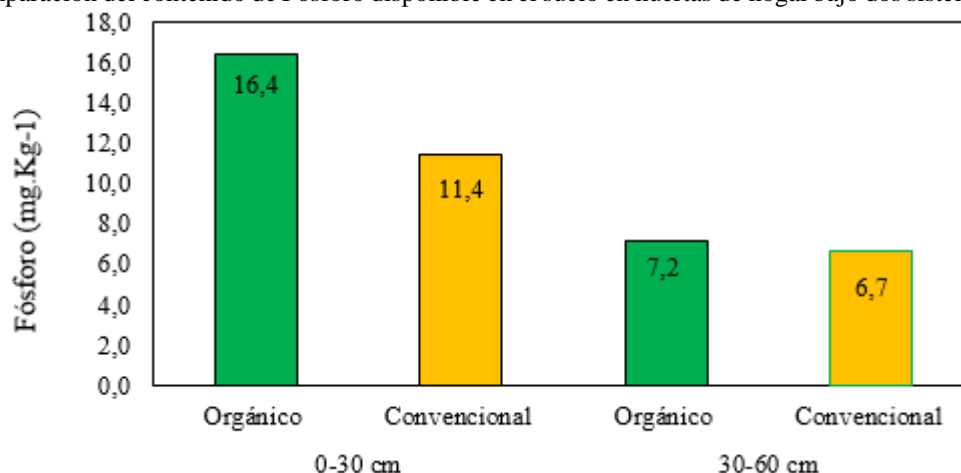
Fosforo Olsen en el suelo de la región se encuentra de medio a alto: de 0-30 cm de profundidad una media de 12.99 ppm y de 30-60 cm 8.12 ppm; es importante destacar que, en el perfil de 0-30 cm el contenido de fósforo presenta diferencia estadísticamente significativa entre manejos (Fig. 4), con diferencia de 5 mg.kg⁻¹; este es mucho mayor al límite superior del Rango de Suficiencia que es de 11 ppm según Figueroa et al. (2002); mientras que, de 30-60 cm de profundidad se encuentra dentro del rango. El incremento de este, se debe a que al incrementar el contenido de MO se incrementa el desarrollo de la actividad microbiana, asociada a aquellos que solubilizan P, ayudando a dejarlo disponible y que el cultivo pueda usarlo para sus funciones fisiológicas.

Potasio total, se encontró que los suelos del cultivo de nogal son extremadamente ricos en potasio con una media de 399 mg/kg en el perfil de 0-30 cm, decrece a 298 mg/kg en el perfil de 30-60 cm; sin embargo, en huertas con manejo orgánico las concentraciones son aún mayores que van de 632 mg/kg a 366 mg/kg respectivamente.

Otros elementos, se encontró que están extremadamente bajos en ambos perfiles: Hierro 4.87-4.90 ppm, Cobre 0.74-0.76 ppm, Zinc 3.3-0.63, Boro 0.30-0.44 y Manganeso 4.79-3.82. por lo tanto, en el cultivo de nogal como otros de la región es común observar deficiencia de Hierro, Zinc y Nitrógeno principalmente. Por las condiciones de zonas áridas, se encuentran con pH alcalinos.

Por las propiedades antes descritas del suelo en las huertas de nogal en la Región Norte cada ciclo vegetativo se realizan aplicaciones de diferentes fuentes de Nitrógeno y Zinc principalmente. Fuentes de N: Sulfato de amonio 20.5%, Urea 18.5%, Fosfonitrato 33% con cuatro aplicaciones al voleo de marzo a junio, la dosis dependerá de la edad de los árboles. El Zinc se aplica mediante aspersiones foliares; esto por las características del suelo que lo hacen difícil de asimilar. Fuentes de Zn: Sulfato de Zinc 29% (6 kg), NZn 5% 10 Lt y Nitrato de Zinc 17% (5Lt) con seis aplicaciones de marzo a junio.

Figura 3. Comparación del contenido de Fósforo disponible en el suelo en huertas de nogal bajo dos sistemas de manejo.



3.2 ANÁLISIS FOLIAR

Se encontró que la mayoría de los elementos se encuentran dentro de los Rangos de Suficiencia reportados en ambas zonas; siendo el fosforo el único elemento que se encontró en el límite inferior de los rangos antes mencionados (Cuadro 1).

Es importante señalar que al comparar entre manejos se encontró diferencia significativa en el N, Ca, Fe, Mn y Ni (Figs. 5 y 6). El hierro en el manejo orgánico se encontró por debajo del límite inferior de Texas y el Mn por debajo del límite inferior de ambas regiones. Por otro lado, las concentraciones foliares de Mo están dentro de los niveles de concentración de 0.05 a 0.5 ppm reportados por Jones (1972) y el Ni se encontró muy por debajo de los intervalos de suficiencia de Andrew et al. (2006) quienes lo clasifican de 2.8 a 8.4 bajo, 8.5 a 14.2 normal y alto de 14.3-20 ppm. Todos estos elementos con funciones específicas para el crecimiento, desarrollo y producción del nogal.

Cuadro 1. Elementos nutricionales encontrados en el nogal pecanero de la Región Norte comparados con los Rangos de Suficiencia Nutricional de dos regiones productoras de Nuez (Texas, USA y La Comarca Lagunera, Coahuila, México).

Elementos	Región Norte	Texas*	La Laguna**
Macronutrientes			
Nitrógeno	2.69	2.5 - 4	1.9 - 2.7
Fósforo	0.09	0.12 - 0.30	0.09 - 0.16
Potasio	1.14	0.75 - 1.25	1.0 - 2.2
Calcio	2.22	0.7 - 1.25	1.2 - 2.3
Magnesio	0.39	0.3 - 0.6	0.32 - 0.62
Azufre	0.27	0.19	ND
Micronutrientes			
		ppm	
Hierro	86.38	100 - 300	50 - 150
Zinc	144.65	58 - 300	60 - 300
Manganeso	96.25	100 - 1000	80 - 300
Cobre	14.99	10 - 30	5 - 25
Boro	95.59	20 - 285	100 - 300

*Stockton (1985), **La Comarca Lagunera, Zaragoza et al. (2011)

Figura 4. Contenido foliar de macronutrientes en nogales en producción bajo dos sistemas de manejo.

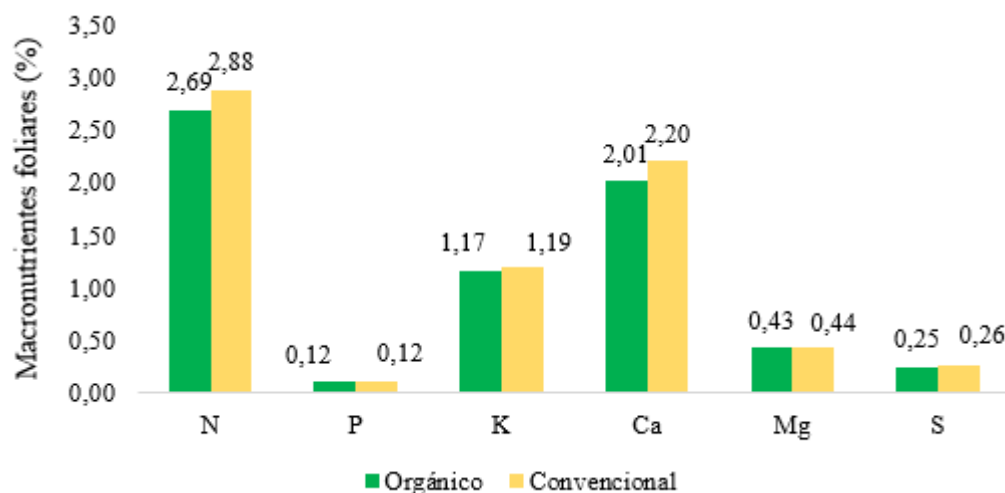
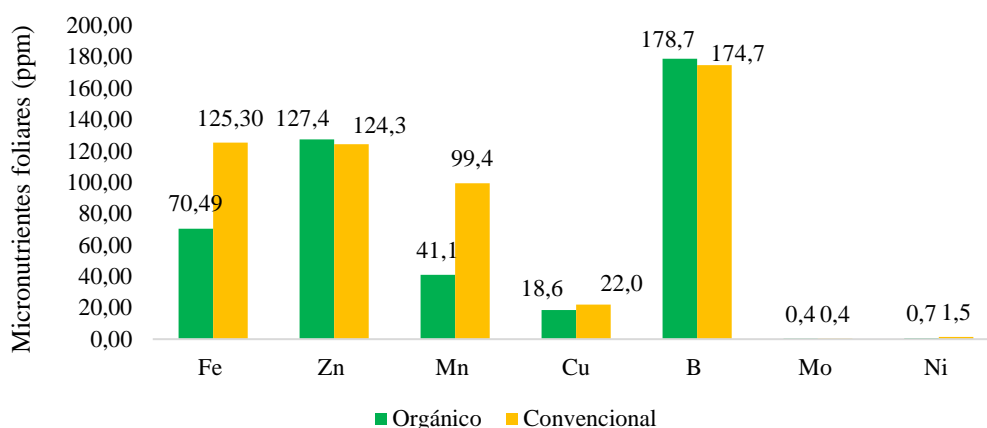


Figura 5. Contenido foliar de micronutrientes en nogales en producción bajo dos sistemas de manejo.



4 CONCLUSIONES

Los suelos del cultivo de nogal pecanero de la Región Norte son fuertemente alcalinos (pH mayor a 8.1), con altos contenidos de carbonatos de calcio y muy pobres en Materia Orgánica; por las propiedades antes mencionadas son suelos deficientes en Nitrógeno, Fosforo, Hierro y Zinc; además, se encontró que, en huertas con manejo orgánico la conductividad eléctrica es ligeramente menor, hubo una mayor concentración de Materia Orgánica, Nitrógeno total y Fosforo; por el contrario, en huertas con manejo convencional, la conductividad eléctrica fue mayor, la Materia Orgánica, Nitrógeno total y Fosforo mucho menor.

Se encontró que la mayoría de los macros y microelementos en el follaje se encuentra dentro de los Rangos de Suficiencia Nutricional reportados para regiones con similitudes agroecológicas con excepción del fosforo que se encontró por debajo de límite inferior.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por el apoyo al proyecto de investigación; además, a Heriberto Aguilar Pérez, a los productores de nuez de la región norte de Coahuila: José Luis Guadiana, Fernando Flores, Rómulo garza, José Luis Bobadilla, Mario Gonzales, Patricia Rodríguez, Blanca María, Rogelio Elizondo, Rodolfo Chavarría, Jorge González, Gregorio Barrera Rodríguez.

REFERENCIAS

ANDREW, P. P.; JAMES, L. W.; KILBY, W. M.; GIBSON, D. R.; CALL, E. R.; NÚÑEZ, H. 2006. Leaf Nutrient Levels for Pecans. *HortScience*, 41(5): 1339-1341.

ARÉVALO, G. G.; HERNÁNDEZ, M. T. M.; SALCEDO, P. E.; GALVIS, S. A. 2007. Aplicación de fertilizantes sintéticos o abonos verdes y su efecto sobre la cantidad de nitrato residual en el suelo. *Revista Chapingo*, 13(2): 85-90.

CASTELLANOS, R.; ETCHEVERS, B. J.; AGUILAR, S. A.; SALINAS, J. R. 1996. Efecto de largo plazo de la aplicación de estiércol de ganado lechero sobre el rendimiento de forraje y las propiedades de un suelo en una región irrigada del norte de México. *Terra*, 14: 151-158.

CHÁVEZ, G. F.; MEDINA, M. M.; FIGUEROA, V. U. 2002. Fertilización del Nogal. Pp.101-115. En Libro Técnico No. 3: Tecnología de producción del nogal pecanero. Serie INIFAP. Matamoros, Coahuila.

CRISTÓBAL, A. D.; ÁLVAREZ, S. M. E.; HERNÁNDEZ, A. E.; AMÉNDOLA, M. R. 2011. Concentración de nitrógeno en suelo por efecto de manejo orgánico y convencional. *Terra Latinoamericana*, 29: 325-332.

FIGUEROA, V. U.; MEDINA, M. M. C.; CHÁVEZ, G. J. F. 2002. Manejo del Suelo. Pp. 77-110. En Libro Técnico No. 3. Tecnología de producción del nogal pecanero. Serie INIFAP. Matamoros, Coahuila.

FORTIS, H. M.; LÉOS, R. J. A.; PRECIADO, R. P.; ORONA, C. I.; GARCÍA, S. J. A.; GARCÍA, H. J. L.; OROZCO, V. J. A. 2009. Aplicaciones de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamérica*, 27(4): 329-336.

JONES, J. B. 1972. Chapter 13. Plant tissue analysis for micronutrients. Pp 319-346 In: Mortvedt. *Micronutrients in agriculture*. Soil Science Society American Book Series USA.

MILLER, P. R.; BUCHENA, D. E.; JONES, C. A.; HOLMES, J. A. 2008. Transition from intensive tillage to no-tillage and organic diversified annual cropping systems. *Agronomy Journal*, 100: 591-599.

ORONA, C. I.; SANGERMAN, J. D. M.; FORTIS, H. M.; VÁZQUEZ, V. C.; GALLEGOS, R. M. A. 2013. Producción y comercialización de nuez pecanera (*Carya illinoensis* Koch) en el norte de Coahuila, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(3): 461-476.

PICCHIONI, G. A.; KARACHA, H.; BOYSE, L. G.; MCCASLIN, B. D.; HERRERA, E. A. 2000. Salinity, boron and irrigated pecan productivity along New Mexico's Rio Grande Basin. *Journal of Environmental Quality* 29: 955-963.

SAS. 2018. SAS Power and Sample Size 12.1. Versión 9.3.

SEPULVEDA, T. J. L.; ALCALDE, B. S.; ALCANTAR, G. G. 1983. Empleo del análisis del nitrógeno en el fruto de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Swingle) como estimador de la producción. *Terra Latinoamérica*, 1: 52-56.

SIAP. 2022. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Visitado 14/03/2022 disponible en https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/

STOCKTON, A. 1985. Interpreting pecan tree nutritional levels through leaf analysis. Pp 99-100. In Proc.19th Western Pecan Conference. New Mexico State University. Cooperative Extension Service USA.

VARGAS, G. P.; ARREOLA, A. J. G. 2008. Respuesta del nogal pecanero (*Carya illinoensis* k. Koch) a las aplicaciones foliares de nutrimentos. *Revista Chapingo*, 7: 7-14.

VILLAREAL, N. J. E.; NAME, T. B.; GARCÍA, E. R. A. 2012. Monitoreo de cambios en a la fertilidad de suelos por medio de análisis de laboratorio. *Agronomía mesoamericana*, 23(2): 301-309.

ZARAGOZA, L. M. M.; PRECIADO, R. P.; FIGUEROA, V. U.; GARCÍA, H. J. L.; FORTIS, H. M.; SEGURA, C. M.A.; LAGARDA, M. A.; MADERO, T. E. 2011. Aplicación de composta en la producción de nogal pecanero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 1: 33-37.