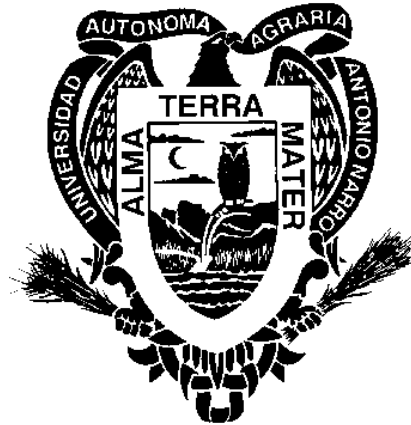


Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

División de Carreras Agronómicas



**Diversidad de esporas y porcentaje de micorrización en nogal,
(*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) bajo diferentes sistemas
de manejo**

Por:

Yoni Abraham Pérez Verdugo

Tesis

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero en Agroecología**

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2015

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

División de Carreras Agronómicas

Diversidad de esporas y porcentaje de micorrización en nogal, (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) bajo diferentes sistemas de manejo

POR:

YONI ABRAHAM PÉREZ VERDUGO

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

APROBADA POR:

PRESIDENTE


M.C. GENOVEVA HERNÁNDEZ ZAMUDIO

VOCAL


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

VOCAL


DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL


M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO


M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN CARRERAS AGRONÓMICAS



División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2015

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Unidad Laguna

División de Carreras Agronómicas

Diversidad de esporas y porcentaje de micorrización en nogal, (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) bajo diferentes sistemas de manejo

POR:

YONI ABRAHAM PÉREZ VERDUGO

TESIS

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORES, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ PARTICULAR

ASESOR
PRINCIPAL


M.C. GENOVEVA HERNÁNDEZ ZAMUDIO

ASESOR


DR. ÁNGEL LAGARDA MURRIETA

ASESOR


DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

ASESOR


M.C. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios: porque es el único que se merece la Gloria y la honra por todos los siglos amen. Por qué antes de que la tierra fuera formada Dios ya existía, es el único que conoce nuestro futuro. Antes de que ingresara a esta institución Dios me tenía preparado este logro por ello mi principal agradecimiento se lo debo a mi Dios todo poderoso. Por mí vida y la de mi familia que hasta este momento nos ha permitido estar, que a lo largo de mi carrera estuvo a mi lado tanto momentos malos como buenos nunca me abandono, este es un logro más de tantos que me ha dado.

A mis padres: Roselia Verdugo Pérez, Iver Francisco Pérez Bartolón. Que con su apoyo incondicional estuvieron ahí brindándome su apoyo, consejos, y dándome palabras de aliento, quienes me enseñaron salir adelante siempre con humildad, que con sus regaños me hicieron valorar lo bonito de la vida, son pieza clave de mi formación como persona, los que me enseñaron valores en todo el transcurso de mi vida.

A mis hermanos: Isaí Antonio Pérez Verdugo, Ori Carmelita Pérez Verdugo, Ivan Yovani Pérez Verdugo, Iver Eduardo Pérez Verdugo. Agradezco por sus apoyo quienes siempre estuvieron ahí para brindarme palabras de ánimo, en los momentos que los necesitaba ahí estaban, la confianza que siempre tuvieron en mí.

A mi universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Por el privilegio de poder estudiar quien fue parte de mi logro profesional el cual no será embano siempre

dando la cara por la universidad, el cual estará siempre en mi mente esta institución que me vio crecer en el transcurso de mi carrera profesional.

Departamento de agroecología agradezco por cada una de las oportunidades que me brindo dándome maestros el cual compartieron cada uno de sus conocimientos con el fin de cada día se reforzara más mis conocimientos acerca de mi carrera. El cual se los debo a ellos por todo lo que me compartieron en el transcurso de mi estancia en la universidad.

A mis asesores. M.C. Genoveva Hernández Zamudio, DR Ángel Lagarda Murrieta, DR. Jesús Vázquez Arrollo, M.C. Luz María Patricia Guzmán Cedillo, por el apoyo que me brindaron en la realización de mi tesis que con su ayuda y su dedicación que le pusieron fue posible que se lograra este proyecto. Gracias por el tiempo brindado.

Q I. Juan Carlos Mejía Cruz. Técnico académico laboratorio de suelos: Por el apoyo brindado en la realización del análisis de suelo de mi trabajo de investigación, ya que con su colaboración fue posible que dicho análisis se llevara a cabo, por ello no me queda más que agradecerle por su enorme ayuda.

A mis amigos: Christian Morales Pérez, Guadalupe Janeth López Hernández, Laura Ramón Vicente, Eusebio Guadalupe Sánchez Sánchez, Niseldi Rosa Vázquez Ruiz. A mis amigos que fueron piezas claves en el transcurso de mi profesión quienes me brindaron su confianza, y siempre estuvieron ahí brindándome su apoyo, con quienes pasamos cosas inolvidables porque amigos como ustedes no se encuentran tan fácil doy ello les agradezco por cada momento

que compartieron con migo. Risas, enojos, bromas, esas largas pláticas. Serán amigos que nunca olvidare porque son parte de mi vida.

Secretaria Mari: por ser una persona muy amable buena y que me brindó su apoyo en el trámite de mi proyecto, que gracias a ella fue posible que el tramite fuera más rápido, quien me tubo paciencia e atenderme.

Ing. Laura Berenice Lozano Oropeza: por ser una de las personas que me ayudo a la realización de mi trabajo de investigación quien apporto su granito de arena en la terminación de mi tesis.

A mi pandita hermosa Edith Andrea Roblero Roblero. Quien me brindo todo el apoyo durante este proceso de mi vida con sus palabras de aliento, sus consejos su amor, cariño, siempre estuvo presente en cada momento que la necesite, esa persona que me hizo feliz en este logro más en mi vida. No me queda más que agradecerte amor. Te amo. Por ser la persona que me supo entender y comprender que cuando me sentía decaído ella siempre estuvo para levantarme el ánimo.

DEDICATORIAS

A Dios porque todos nuestros logros obtenidos en la vida no fuera posible si no estuvieran en los planes de Dios. Quien estuvo conmigo en cada paso de mi caminar y en todos este trayecto de mi carrera, por darme la oportunidad de concluir satisfactoriamente uno de tantos sueños que he tenido.

A mis padres Roselia Verdugo Pérez, Iver Francisco Pérez Bartolón. Quienes son los seres que me vieron crecer quienes cuidaron de mi cada día de mi vida, me brindaron su apoyo incondicional, a mi madre que con su apoyo me supo sacar adelante quien me enseñó valores que me ayudan día con día quien me brinda consejos palabras de aliento, a mi padre que desde el cielo me cuida quien mientras vivió me brindó su apoyo incondicional consejos, valores. Son mis mejores ejemplos a seguir los amo.

A mis hermanos Isaí Antonio Pérez Verdugo, Ori Carmelita Pérez Verdugo Ivan Yovani Pérez Verdugo, Iver Eduardo Pérez Verdugo. Quienes que con su apoyo y cariño siempre están conmigo nunca me dejan solo, no pude tener una familia mejor que la tengo, ellos son y serán los mejores hermanos del mundo los amo.

A mis abuelos Eladia Pérez Pérez, Efraín Verdugo Roblero, Edelmira Bartolón Roblero. Que con sus consejos que me brindaron en el transcurso de mi carrera quienes son personas que siempre estuvieron para enseñarme el valor de la vida fueron piezas claves en mi vida.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo general.....	4
1.1.1. Objetivos particulares	4
1.2. Hipótesis.....	4
II. LITERATURA REVISADA	5
2.1. Concepto Micorriza.....	5
2.2. Importancia de las micorrizas	7
2.3. Distribución de micorriza	7
2.4. Micorrizas arbúsculares (HMA)	7
2.4.1. Clasificación morfológica de las micorrizas.....	8
2.5. Hongos micorrízicos arbúsculares.....	9
2.5.1. Clasificación de los HMA.....	10
2.5.2. Estructura de los HMA.....	12
2.6. Simbiosis planta-hongo.....	15
2.6.1. Diversidad de los HMA	16
2.6.2. Ventajas de las micorrizas en los agroecosistemas	16
2.6.3. Los HMA en la agricultura.....	17
2.7. <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh K. Koch).....	18
2.7.1. Producción de <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh K. Koch).....	19
2.7.2. Temperatura.....	21
2.7.3. Descripción de <i>Carya Illinoensis</i> (Wangenh K. Koch)	21
2.7.4. Taxonomía de <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh K. Koch).....	22

2.7.5. Requerimientos nutricionales	23
2.7.6. Principales plagas <i>Carya illinoensis</i> (Wangenh K. Koch)	26
2.8. Labranza	26
2.8.1. Labranza de conservación	27
2.8.2. Labranza convencional.....	29
2.8.3. Asociación Nogal micorriza.....	30
2.8.4. Asociación micorriza suelo	31
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera	33
3.1.1. Experimento	33
3.2. Colecta de material biológico.....	34
3.2.1. Colecta de raíces.....	34
3.2.1. Colecta suelo.....	34
3.3. Aislamiento de esporas.....	35
3.3.1. Conteo de esporas	36
3.3.2. Formo especie	36
3.4. Porcentaje de micorrización.....	37
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIÓN.....	52
VII. LITERATURA REVISADA.....	53

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Géneros de micorriza arbusculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (<i>Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch</i>) en sistemas convencionales y de conservación.	39
Cuadro 2. Número de esporas por muestra en 100g de suelo.	40
Cuadro 3. Análisis de varianza de número de esporas encontradas en un sistema de manejo convencional y conservación.	41
Cuadro 4. Porcentaje de micorrización, vesículas, hifas, arbusculos en un sistema de labranza de conservación.	41
Cuadro 5. Porcentaje de micorrización, vesículas, hifas, arbusculos en un sistema de labranza convencional.	42
Cuadro 6. Análisis del porcentaje de micorrización en los dos sistemas de manejo convencional y de conservación.	43
Cuadro 7. Análisis de varianza de arbusculos en los dos sistemas de manejo convencional y de conservación	43
Cuadro 8. Análisis físico y químico del suelo en un sistema de labranza convencional....	44
Cuadro 9. Análisis físico y químico del suelo en un sistema de labranza de conservación.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esporas de algunas especies de los HMA; a) <i>Glomus mosseae</i> (SA,DCT). B) <i>Glomus Aggregatum</i> (SA, T). c) <i>Acaulospora Delicata</i> (SA). D) <i>Acaulospora Undulata</i> (P,SA). E) <i>Acaulospora Laevis</i> (SA,P). f) <i>Gigaspora sp.1</i> (DC, T) g) <i>Gigaspora sp.2</i> (DC). H) <i>Sclerocystis sp.</i> (T).Fotos por: (D.Marrufo, J. A. Ramos).	11
Figura 2. Relación filogénica en el <i>Phytium glomeromycota</i> con autorización, de REF. 3 (2001) Cambridge University Press. Modificado, con autorización, de REF. 122 (2002)...	12
Figura 3. Arbusculos de los HMA en raíces de planta (Barrer, 2009)	15
Figura 4. Vesícula de los HMA en raíces de planta (Barrer, 2009)	16
Figura 5. Micelio externo que se extiende desde una raíz colonizada a una partícula de suelo (Barrer, 2009)	18
Figura 6. Principales estados en producción nacional de nuez (SAGARPA, 2014b).....	20
Figura 7. Descripción de muestreo.....	34
Figura 8. Esporas de micorriza arbusculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (<i>Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch</i>) en sistema de conservación. A <i>Glomus</i> B <i>Acaulospora</i> . C <i>Gigaspora</i> . D <i>Sclerosystes</i>	47
Figura 9. Esporas de micorriza arbusculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (<i>Carya illinoensis (Wangenh) K. Koch</i>) en sistema convencional. A <i>Glomus</i> . B <i>Acaulospora</i> . C <i>Gigaspora</i> . D <i>Sclerosystis</i>	48

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro localizado en Torreón, Coahuila, con el objetivo de evaluar y comparar la diversidad de micorrizas Arbusculares, entre un sistema de labranza de conservación, y labranza convencional. Muestreándose un árbol bajo manejo con labranza convencional y uno con labranza conservación, Los muestreos se realizaron de la misma manera. Sacando tres muestras de cada área y tres duplicaciones. El primer punto se sacó a un metro del tronco del árbol, los otros dos a tres metros. Cada muestra se hizo a una profundidad de 30 cm. Se colecto 500 g aproximadamente de suelo, las cuales se procesaron para la obtención de esporas por el método de decantación y tamizado, se realizó el análisis físico-químico de suelo. Los cuales se encontraron diferentes géneros de esporas. En la muestra bajo manejo convencional se encontraron 4 géneros el cual predomino el género *Glomus* seguidos por *Acaulospora*, *Gigaespora*, *Sclerocystis*, igualmente la muestra con manejo conservacional fue. *Glomus* continuando con *Acaulospora*, *Gigaespora*, , *Sclerocystis*. encontrandose un mayor numero de esporas en las muestras manejado bajo un sistema convencional. Esta investigación fue realizada durante el mes de octubre época de cosecha del fruto del nogal.

Palabras claves: micorriza arbuscular, esporas, *Glomus* *Acaulospora*, *Gigaespora*, *Sclerocystis*

ABSTRACT

This work was done in the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro located in Torreón, Coahuila, in order to evaluate and compare the diversity of arbuscular mycorrhizae, including a system of conservation tillage and conventional tillage. A tree under management being sampled with conventional tillage and conservation tillage one, Sampling was conducted in the same manner. Taking three samples of each area and three duplications. The first point pulled a meter from the tree trunk, the other two to three meters. Each sample was made to a depth of 30 cm. Approximately 500 g of soil was collected, which were processed to obtain spores by settling and screening method, the soil physical-chemical analysis. Which different kinds of spores are found. In the sample under conventional management 4 genera which gender *Glomus* predominated followed by *Acaulospora*, *Gigaespora*, *Sclerocystis*, iguamente sample to conservational management was found. *Glomus* continuing *Acaulospora*, *Gigaespora*, *Sclerocystis*. met Maria a greater number of spores in samples handled under a conventional system. This research was conducted during the month of October during harvest the fruit of the walnut.

Keywords: arbuscular mycorrhizae, spores, *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaespora*, *Sclerocystis*

I. INTRODUCCIÓN

Las practicas convencionales de laboreo, causa la degradación del suelo en campos agrícolas y la eliminación de los rasgos erosivos superficiales además de que «la Agricultura de Conservación beneficia el suelo» (Torralba *et al.*, 2011). Tanto el desarrollo sostenible como la agricultura sostenible logran una mayor sostenibilidad en un sistema de cultivo, por lo cual, es necesario implementar un cambio en la tecnología de producción, de modo que se disminuyan los costos de producción y aumente la productividad (Arauz 1996).

Como el suelo es el recurso básico de los agricultores, debe ser cuidado con el fin de mejorar, conservar y hacer un uso sostenible del mismo. El principal objetivo es conservar los recursos del suelo a fin de permitir su uso futuro. Es por ello que la agricultura de Conservación es una nueva dinámica para el suelo, dando lugar a fuertes interacciones entre los organismos y las raíces de las plantas, favoreciendo la absorción del agua y el reciclaje de los nutrientes. Por lo que las raíces más profundas pueden capturar grandes cantidades de estos (Crovetto, 1997).

En general, al implementar el método de labranza mínima se logra, entre otros aspectos, reducir la erosión hídrica y eólica del suelo, hay mayor facilidad de siembra y de cosecha, menor compactación del suelo, menor consumo energético,

además de que se mejora las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo (Unger et al. 1995).

Los hongos micorrízicos arbúsculares (HMA) constituyen un grupo clave funcional de la biota del suelo que puede contribuir enormemente a la productividad de los cultivos y la sostenibilidad de los ecosistemas en las nuevas estrategias de producción de las plantas (Smith y Read, 2008a). Estos influyen grandemente en la productividad de las plantas pero estos pueden ser manipulados por los tipos diferentes de manejo del suelo (Koch *et al.*, 2012).

Además de jugar un papel fundamental en los ecosistemas para garantizar la productividad de la planta y la calidad en los sistemas emergentes de la agricultura sostenible. El manejo adecuado de los servicios de los ecosistemas prestados por los HMA tendrá un impacto en la conservación de los recursos naturales y su utilización con una ganancia neta obvia para la sociedad humana (Smith *et al.*, 2009).

Los HMA son capaces de establecer una interacción simbiótica con las raíces del 80% de las familias de las plantas, ya que no solo mejoran su crecimiento pues además obtienen una mayor absorción de fósforo (P) que hacen disponible en el suelo (Smith y Read, 2008b). Además de que juegan un papel central en muchos procesos microbiológicos y ecológicos, que influyen en la fertilidad del suelo, la descomposición de la materia orgánica y en el ciclo de los minerales, así como la salud de las plantas y la nutrición (Finlay, 2008).

la simbiosis micorriza es un componente esencial de la mayoría de las plantas y el desafío para la agricultura de hoy radica en la posibilidad de aprovechar los numerosos servicios de los ecosistemas de la estabilización de suelos, biofertilización, bioprotección, biorregulación que ofrece este recurso natural. Los hongos simbiotes crecen fuera de la raíz de micorrizas para desarrollar una red compleja, que se ramifica en el suelo circundante, que puede alcanzar hasta 30 m de las hifas de los hongos por gramo de suelo (Cavagnaro *et al.*, 2005; Wilson *et al.*, 2009a).

Estudios realizados se han comprobado que la labranza afecta a los organismos del suelo, cambiando el ambiente físico del suelo por la utilización del Arado que causa la eliminación de residuos de pos-cosecha que han degradado seriamente el suelo, mientras que la labranza de conservación incluida la siembra directa proporciona una mayor diversidad de hongos y nematodo beneficiosos del suelo y plantas (Liu *et al.*, 2010).

Estudios realizados por (Vigouroux *et al.*, 2011) 2009. Con labranza de conservación mantiene la biodiversidad de organismos en el suelo, por lo que los HMA ayudan a la planta, por ello las prácticas y los conocimientos realizados, es sin duda una buena manera de hacer frente a los problemas que afectan a la agricultura.

1.1. Objetivo general

Evaluar y comparar la diversidad de micorrizas Arbusculares, entre un sistema de labranza de conservación, y labranza convencional.

1.1.1. Objetivos particulares

- Identificar la diversidad de géneros de hongos micorrízicos Arbusculares en la rizósfera del nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch).
- Calcular el porcentaje de micorrización en un sistema de labranza convencional y conservación.

1.2. Hipótesis

La mayor diversidad de micorrización se encontrara en labranza de conservación.

II. LITERATURA REVISADA

2.1. Concepto Micorriza

El termino micorriza (del griego *mikos*, hongo, y *rhiza*, raíz) fue utilizado por primera vez en 1885 por Frank para ser referencia a determinadas asociaciones existentes entre algunos hongos del suelo y las raíces de la planta y también se denomina a una raíz modificada por la infección y colonización de un hongo benéfico, llamado “hongo micorrízico”. En esta asociación raíz-hongo ambas estructuras resultan beneficiadas la raíz le da al hongo hábitat y nutrimentos; el hongo absorbe agua y sales minerales para la raíz, y además la protege de patógenos (Tarango, 2004).

Albert Bernhard Frank, en 1885 cuando trabajaba en una investigación titulada “Exploración de las posibilidades de crecimiento en trufas”. Frank no fue el primero en observar las ectomicorrizas pero a diferencia de los anteriores, él ejercía el cuidado en sus observaciones, además de la profundidad y lucidez de interpretaciones correctas. Los hechos lo llevaron a conclusiones lógicas, a pesar de que iban en contra del pensamiento convencional de que los hongos son patógenos. Las publicaciones sobre el tema las realizó en revistas alemanas desde 1885 hasta 1894. Él inicio estudios sobre una posible asociación entre hongo y alga (líquen), y acuñó el termino simbiotismo para este fenómeno. Pero el

1879 Bary retoma el concepto como simbiosis, al que a menudo se acredita como su creador (Trappe, 2005).

Teodoro Hartig en 1840 describe el manto y la red de hifas intercelulares de las micorrizas en pinos. Pero no determina su origen fúngico y lo estableció como parte de la raíz. No fue hasta 1874 que Bruchmann comprueba que el manto y la llamada red de Hartig están formados por hongos. Boudier en 1876, Reess en 1880, y Giberli en 1883 todos describieron las micorrizas pero siempre las consideraron como un hongo patógeno (Trappe, 2005).

Para 1885 Frank, describió el desarrollo de las ectomicorrizas desde el contacto inicial de las hifas con la raíz, hasta su pleno desarrollo. Incluyendo la eliminación de los pelos radicales a la que él explicó como causa de la presión física que el manto ejerce en las raicillas. En 1948 y 1949 Slankis, demuestra que el fenómeno se presenta pero que es debido a los exudados del hongo. En ese mismo año realizó estudio de la frecuencia de las micorrizas y la profundidad del suelo, llegando a la conclusión de que la formación más proliferas se tenían en las capas superficiales del suelo y del fenómeno de rotación de micorrizas el cual ocurre con el remplazo de nuevas micorrizas por las que se mueren. Para 1887, descubre otro tipo de micorrizas, que carecían de manto a las cuales llama endotróficas conocidas en la actualidad como endomicorrizas o micorrizas arbusculares (Trappe, 2005).

2.2. Importancia de las micorrizas

Las micorrizas arbusculares son un importante factor biológico dentro de la estructura y funcionamiento de los suelos e inciden sobre el comportamiento ecológico, productividad y composición de comunidades vegetales naturales, así como de cultivos agrícolas y plantaciones forestales. Los hongos formadores de micorrizas arbusculares deben ser considerados, entonces, como parte de la diversidad biológica de los suelos y deben ser incluidos tanto en los inventarios como en los análisis de la biodiversidad a nivel de ecosistemas y agroecosistemas (Perez *et al.*, 2011).

2.3. Distribución de micorriza

Las micorrizas arbusculares están ampliamente distribuidas en condiciones naturales, se encuentran en todos los continentes, excepto en la Antártida; se dan en todos los suelos, incluyendo los de minas abandonadas, suelos agrícolas, suelos de pantanos y en hábitat acuáticos (Perez *et al.*, 2011).

2.4. Micorrizas arbusculares (HMA)

Las micorrizas son tan antiguas como las propias plantas y se conoce su existencia desde hace más de 400 millones de años. En los últimos años ha despertado interés las interacciones entre plantas y hongos, especialmente con micorrizas arbusculares. Las micorrizas representan las asociaciones simbióticas

entre las plantas y hongos basada sobre el intercambio de metabolitos y nutrientes. Más del 95 % de las plantas embriofitas son capaces de formas simbiosis con micorrizas. Las micorrizas de tipo arbusculares representan entre el 5 a 50% de la biomasa de los microbios del suelo y son considerados como una comunidad biológica diversa y activa esencial para incrementar la sostenibilidad de los agroecosistemas, representando las simbiosis de mayor relevancia en los sistemas agroecológicos (Perez *et al.*, 2011) Los hongos formadores de micorrizas arbusculares, son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del *Phyllum Glomeromycota* y la inmensa mayoría de la plantas. Se trata de una simbiosis prácticamente universal, no sólo porque casi todas las especies vegetales son susceptibles de ser micorrizadas sino también porque puede estar presente en la mayoría de los hábitats naturales. (Remy *et al.*, 1994).

Las comunidades de los HMA son dinámicas en el tiempo, y pueden ser moduladas por características del suelo (físicas, químicas y biológicas) y por aspectos climáticos (Rey *et al.*, 2005).

2.4.1. Clasificación morfológica de las micorrizas

Tradicionalmente se reconocen cinco grupos de micorrizas basándose en criterios morfológicos, anatómicos y sistemáticos tanto de las plantas como de los hongos Tales grupos son: ectomicorrizas, micorrizas de ericales, micorrizas de *Orchidaceae*, ectoendomicorrizas y micorrizas arbusculares también llamadas endomicorrizas (Aguilera Gómez *et al.*, 2007).

2.4.1.1. Ectomicorrizas

La simbiosis micorrízicos juega un papel crucial en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas naturales de regiones tropicales, templadas y boreales del planeta. La ectomicorriza es uno de los más importantes tipos de micorriza, esta se establece entre las raíces de angiospermas y gimnospermas y hongos, principalmente *Basidiomycetes* y *Ascomycetes*. Uno de los componentes de mayor importancia de dicha simbiosis es el micelio externo, el cual es una de las estructuras biológicas más fascinantes, que constituye una interface entre los componentes edáfico y vegetal de los ecosistemas (Pérez-Moreno y Read, 2004).

2.4.1.2. Endomicorrizas

Son las más extendidas en la naturaleza, en cuanto a especie y comunidades de plantas que las forman, cuya característica principal es que sus hifas intraradicales penetran en el interior de la célula del córtex o epidermis de la raíz. Y forman mantos de hifa que cubren las raíces (Sanchez, 2009).

2.5. Hongos micorrízicos arbúsculares

Los HMA son simbioses asociados con la mayoría de las plantas terrestres, los cuales tienen un rol importante en la agregación y la estructura del suelo. Los ecosistemas terrestres son los más beneficiados en todo el mundo (Morell *et al.*, 2009a) Esta asociación simbiótica entre el hongo y la planta, actúa como un

complemento de la raíz de la planta en la toma de nutrientes, especialmente en la absorción de P, aumento de la tolerancia a condiciones de stress abiótico, mejoramiento de la calidad del suelo, fijación de N y aumento en la diversidad y productividad de las plantas en un ecosistema determinado. Por la cual se pueden reducir los problemas de contaminación del este por el exceso de fertilizantes químicos, si hay una reducción en la aplicación de los mismos (Barrer, 2009).

2.5.1. Clasificación de los HMA

Los HMA se clasifican en 18 generos *Funneliformis*, *Septoglomus*, *Glomus*, *Rhizophagus*, *Pacispora*, *Acaulospora*, *Diversispora*, *Redeckera*, *Gigaspora*, *Dentiscutata*, *Cetraspora*, *Racosetra*, *Scutellospora*, *Claroideoglomus*, *Paraglomus*, *Archaeospora*, *Ambispora*, *Geosiphon*. y nueve familias (*Glomeraceae*, *Gigasporaceae*, *Acaulosporaceae*, *Entrophosporaceae*, *Pacisporaceae*, *Diversisporaceae*, *Paraglomeraceae*, *Geosiphonaceae*, *Archaeosporaceae*). Se han descrito a nivel mundial alrededor de 200 especies, algunos ejemplos de unos (**figura 1**) (Zapata *et al.*, 2001; Redecker *et al.*, 2013).

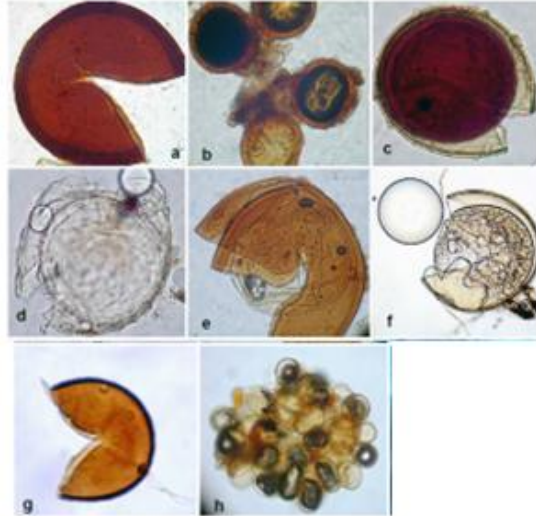


Figura 1. Esporas de algunas especies de los HMA; a) *Glomus mosseae* (SA,DCT). B) *Glomus Aggregatum* (SA, T). c) *Acaulospora Delicata* (SA). D) *Acaulospora Undulata* (P,SA). E) *Acaulospora Laevis* (SA,P). f) *Gigaspora sp.1* (DC, T) g) *Gigaspora sp.2* (DC). H) *Sclerocystis sp.* (T).Fotos por: (D.Marrufo, J. A. Ramos).

Las relaciones filogenéticas entre los miembros de la *Glomeromycota*. Entre las cuatro órdenes que se reconocen en la actualidad, la *Archaeosporales* y *Paraglomerales* son claramente distintos del subgrupo *Glomerales* y *Diversisporales* (**figura 2**) (Munich, 2008).

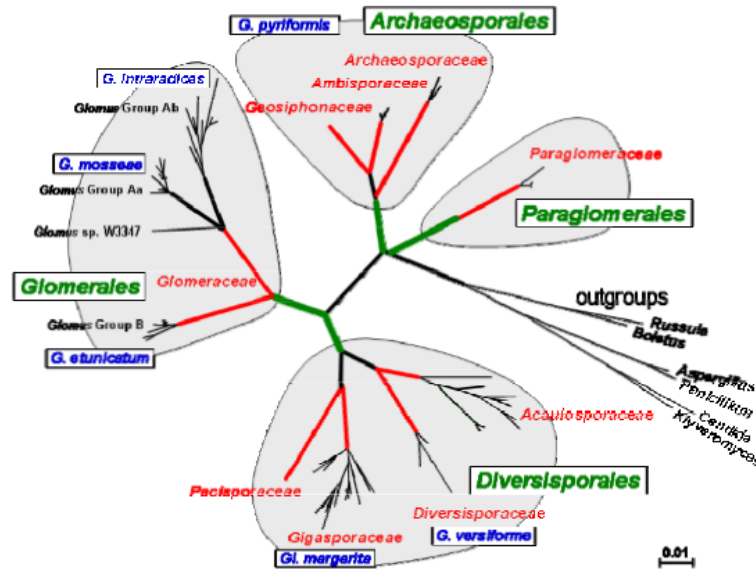


Figura 2. Relación filogenética en el *Phytium glomeromycota* con autorización, de REF. 3 (2001) Cambridge University Press. Modificado, con autorización, de REF. 122 (2002)

2.5.2. Estructura de los HMA

Los HMA son microorganismos del suelo que forman simbiosis con plantas terrestres, formando esporas, arbusculos, vesículas (en algunas especies) e hifas, dentro de las células corticales de las plantas que colonizan, Su distribución además de amplia, ya que se encuentran en todos los ecosistemas y suelos, puede ser muy heterogénea en un mismo sitio en cuanto a variedad y cantidad, lo que es un requisito importante para que la planta obtenga el máximo beneficio de la asociación (Barrer, 2009).

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares son simbioses obligados y no pueden cultivarse fuera de las raíces vivas de las plantas por lo que dependen totalmente de la planta fotosintética (Smith y Read, 1997). Las esporas de estos

hongos germinan en el suelo y colonizan las células corticales de una planta huésped. El hongo, dentro de la raíz, invagina el xilema de la célula vegetal y produce una estructura profusamente ramificada llamada arbuscúlos que es el sitio de intercambio de nutrientes entre el hongo y la planta. La formación de esta estructura es una característica común de todos los HMA (Verela y Trejo, 2001).

Conforme a la colonización de micorriza comienza envejecer, el hongo produce sobre las raíces o dentro de ellas, estructuras de almacenamiento llamadas vesículas, las cuales tienen abundante lípidos la formación de estas estructuras, depende de la identidad del hongo: *Gigasporas* y *scutellospora* no forman vesículas y producen en su lugar células auxiliares sobre el micelio externo o raramente dentro de la raíz (Verela y Trejo, 2001).

El micelio externo formado por los HMA se extiende varios centímetros alrededor de la raíz incrementando el volumen de suelo que puede ser explorado este micelio es muy importante en la captación y transporte de nutrimentos y agua hacia la planta. El fosforo es captado más eficientemente por las hifas del hongo y que una vez dentro del micelio se transporta a mayor velocidad que en el suelo.

2.5.2.1. Espora

Las esporas de las endomicorrizas son de tamaño 20 a 500pm su forma puede ser globosa, elíptica, ovoide, reniforme o irregular, además de poseer una gran gama de colores que ayuda también a su identificación. Algunas especies forman

esporocarpios, mientras que otras forman esporas solas, ya sea en el interior o exterior de la rizósfera, las esporas extra radicales son producidas por las hifas gruesas del micelio exterior (Tena, 2002).

2.5.2.2. Arbúsculos

Los arbúsculos son generalmente de corta duración (1-3 semanas), estas se encuentran en las raíces jóvenes y delgadas. La formación de los arbúsculos es controlada por las plantas huésped y los números de arbúsculos dependen de la especie de plantas y la disponibilidad de nutrientes (Adriano, 2005).

2.5.2.3. Vesículas

Las vesículas son llenas de lípidos como el saco de las estructuras formadas dentro de las raíces. Sus funciones como medios de propagación. Se forman únicamente por miembros de las familias *Acaulosporaceae* y *Glomeraceae* en las *Glomeraceae*, las vesículas son generalmente ovoidea elipsoide, mientras que las *Acaulosporaceae* a menudo son elipsoides a irregulares o nudosas (Adriano, 2005).

2.5.2.4. Hifas

Durante su desarrollo las hifas de los HMA crecen fuera de la raíz desarrollando una compleja red que se ramifica, en el suelo circundante, la cual puede alcanzar hasta 30 m de hifas por gramo de suelo (Wilson *et al.*, 2009b). El crecimiento de

las hifas favorece la formación o unión de los agregados del suelo, y la relativa persistencia de las hifas y sus productos (glomalina, etc.), hacen a los HMA importantes estabilizadores de los agregados a largo plazo (Morell *et al.*, 2009b).

2.6. Simbiosis planta-hongo

Los (HMA) se caracterizan por presentar un crecimiento intra e intercelular en la corteza de la raíz y por formar dos tipos de estructuras, arbusculos (**Figura 3**) y vesículas (**Figura 4**) Los arbusculos son hifas que se dividen dicotómicamente, son invaginados por la membrana plasmática de las células corticales y presentan periodos de vida cortos, mientras que las vesículas son estructuras de almacenamiento que se forman en la parte terminal de las hifas Los géneros *Gigaspora* y *Scutellospora* no producen vesículas, en lugar de ellas forman células auxiliares (Barrer, 2009).

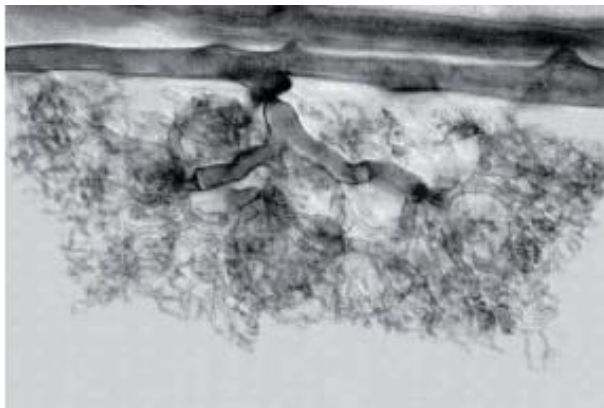


Figura 3. Arbusculos de los HMA en raíces de planta (Barrer, 2009)

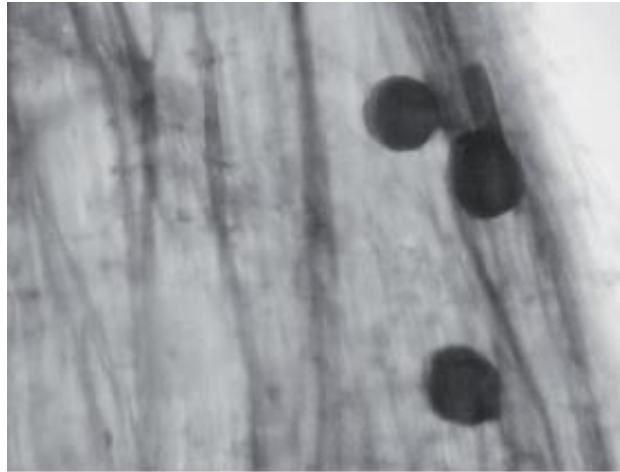


Figura 4. Vesícula de los HMA en raíces de planta (Barrer, 2009)

2.6.1. Diversidad de los HMA

Las micorrizas y hongos de raíz están asociadas a una comunidad de plantas. Además, los diferentes tipos de hongos pueden coexistir o competir el espacio dentro de las raíces de las plantas (Toju *et al.*, 2014). Numerosas familias y géneros han sido distinguidos fundamentalmente por la unión de la hifa y el modo de formación de la espora, mientras que la subestructura de las paredes de las esporas juega un papel importante en la identificación de las especies. Casi el 92% de las especies que se encontradas corresponden con las características de HMA similares al género *Glomus*, el 4% al género *Gigaspora* (Rodríguez *et al.*, 2009).

2.6.2. Ventajas de las micorrizas en los agroecosistemas

En los ecosistemas y agroecosistemas, los HMA, son de gran importancia debido a que mediante la simbiosis las plantas pueden obtener nutrientes minerales del suelo, mejorar su tolerancia a estreses bióticos y abióticos, reducir competencia

entre plantas mediante la transferencia de carbono a través de la red de hifas extra radical (Simard *et al.*, 1997; Simard y Durall, 2004).

Las plantas micorrizadas cambian completamente cuando se asocia al hongo. Mediante el micelio externo, el contacto entre las raíces y el medio se incrementa considerablemente. La inoculación con hongos formadores de micorrizas son conocidos por incrementar el crecimiento de muchas especies de plantas. Es atribuido un incremento en la toma de nutrientes, especialmente los de difusión limitada tales como: P, Zn, Cu, etc.; producción de sustancias promotoras de crecimientos, tolerancia a estrés hídricos; salinidad, estrés por trasplante; resistencia a plantas por fitopatógenos e interacción sinérgica con otros microorganismos benéficos del suelo (Azcon y Barea, 1996; Boby *et al.*, 2008).

Combinación de inoculación de hongos micorrízicos con microorganismos solubilizadores de fosfatos produce una mayor absorción de nitrógeno y fosforo e incrementa la producción de las plantas en suelos deficientes con nutrientes (Singh y Kapoor, 1999).

2.6.3. Los HMA en la agricultura

En la agricultura, el uso de los HMA tiene un gran potencial biotecnológico debido a que facilitan la disponibilidad de nutrientes para las plantas como el P. Por lo tanto, plantas micorrizadas poseen una ventaja importante con respecto a las plantas no micorrizadas. Los HMA en la agricultura radica en que por su extenso

micelio extra radical (**Figura 5**), se forma un vínculo entre la planta y el suelo debido a que al darse la asociación planta-hongo, las plantas micorrizadas presentan ventajas en cuanto a la absorción de nutrientes con respecto a las plantas no micorrizadas, ya que en las primeras el micelio externo se extiende a una mayor (Barrer, 2009).

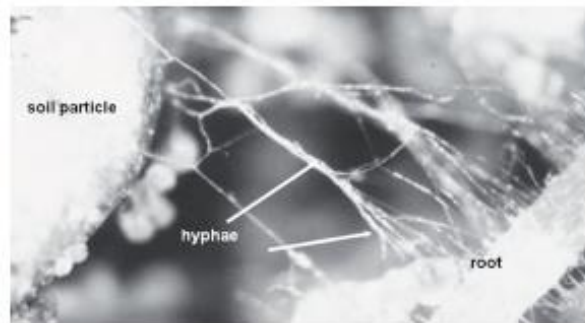


Figura 5. Micelio externo que se extiende desde una raíz colonizada a una partícula de suelo (Barrer, 2009)

2.7. *Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)

El nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)) es un árbol frutal originario del norte de México y suroeste de los EUA. El nogal es apreciado por su fruto, el cual contiene aceites insaturado con gran demanda en la industria de alimentos saludables, El principal productor del mundo es Estados Unidos (72%), seguido de México (25%) seguidos por Australia, Israel, y Sudáfrica (Chávez *et al.*, 2002).

2.7.1. Producción de *Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)

2.7.1.1. En México

Las primeras plantaciones del nogal pecanero en México se estableció en el estado de Nuevo León en el año de 1904. La producción de nuez pecanera en México aumentó de 40 mil a 80 mil toneladas en el periodo 1990-2010, lo que significa un incremento del 100 %. Dado que sólo el 5 % de los huertos están bajo condiciones de temporal, y el 95 % de la superficie restante el agua ha desempeñado un papel importante. (González *et al.*, 2013). Actualmente los principales estados productores de nuez son: Chihuahua con 61.0% ocupando el primer lugar en producción, seguido por Sonora con 15.3% y Coahuila con 13.3%, que en conjunto aportan el 89.6 % (**Figura 6**). La producción nacional de nuez es de 106,945 ton (SAGARPA, 2014a).

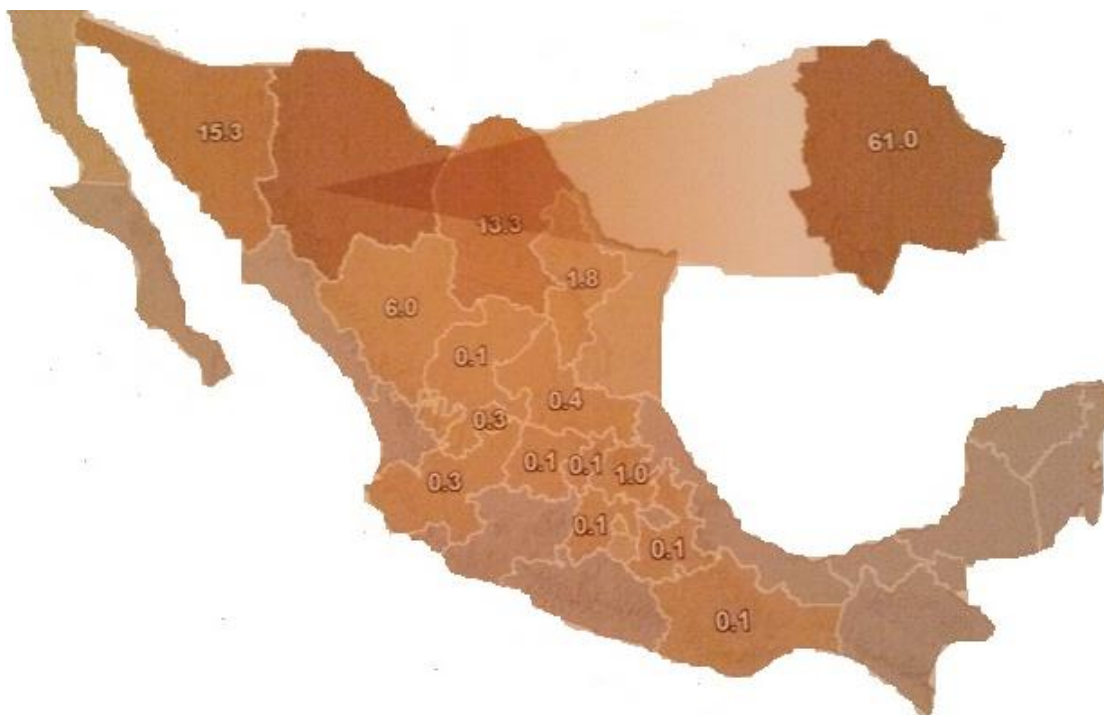


Figura 6. Principales estados en producción nacional de nuez (SAGARPA, 2014b)

2.7.1.2. Coahuila

Las primeras plantaciones de nogal pecanero en la Comarca Lagunera fueron establecidas en 1948. Las variedades introducidas fueron: Western, Wichita, Burkett, san Saba Improved, Stuart, Barton, y Mahan, predominando Western y Wichita (SAGARPA, 2008) cuenta con una superficie de 4,174 hectáreas de nogal con variedades mejoradas, de las que aproximadamente 2,000 se encuentran en etapa productiva (Pérez, 2007) el estado de Coahuila ocupa el tercer lugar de la producción de nuez en México con el 13.3% de producción (SAGARPA, 2014a).

2.7.2. Temperatura

Los nogales se comportan adecuadamente donde la temperatura media en verano es de 25° a 30°C, sin variación amplia entre el día y la noche, con un promedio de 26.7°C, además para los meses más fríos requiere una media entre 7.2° y 12.3°C (Garcia, 2002).

2.7.3. Descripción de *Carya Illinoensis* (Wangenh K. Koch)

El nombre común nogal pecanero es una planta dicotiledónea, de raíz pivotante muy desarrollada, cuya parte aérea puede alcanzar alturas de hasta 50 m con un diámetro de tronco de 2m de diámetro; el tallo es un tronco corto muy robusto del que parte gruesas ramas de crecimientos, presentando formas simpodicas y en ocasiones policotómico el cual forma una copa amplia muy frondosa de hermoso aspecto; la corteza es gruesa, agrietada vertical y desordenadamente, de color gris oscuro en las ramas y en los tronco (Aragón, 2004).

Sus hojas son caducas, alternas, imparipinada, compuestas de 11 a 17 foliolos ovales, peciolados, de forma oblonga lanceoladas, acuminadas con bordes semicerrados con longitud de 10 a 17 cm. pubescentes cuando jóvenes y glabras en la madurez excepto en las nervaduras, al frotarlas expiden un olor característico entre los dedos (Herrera, 2004).

Es una planta monoica, presenta flores femeninas y masculinas en la misma planta, pero separadas con una dicogamia muy marcada, primero maduran las flores masculinas, que se situadas en la parte media de las ramas 426 y después las femeninas que están situadas en las partes terminales de las mismas, o bien a la inversa (Aragón, 2004).

Las flores son unisexuales, apétalas, las masculinas son de color verdoso, con inflorescencias en amentos colgantes, de 6 a 8 centímetros de longitud, axilares que nacen en la madera de un año de edad; los estambres son indefinidos de cuatro a seis en cada flor, la cual está protegida por una bráctea de tres estípulas; las flores femeninas se presentan en inflorescencias de espiga en ápices de la misma rama floral, son pistiladas con un involucro de cuatro brácteas y estigma bífido, son originadas en el crecimiento del año en curso (Brisson, 1992).

2.7.4. Taxonomía de *Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)

Según (Aragón, 2004) la clasificación taxonómica de esta planta es:

Reino: Vegetal

División: Embrifitas Sifonogamas

Sub-división: Angiospermas

Clase: Dicotiledónea

Orden: Juglandales

Familia: Juglandáceas

Género: *Carya*

Especie: *Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)

2.7.5. Requerimientos nutricionales

El nogal necesita de nutrientes que obtiene del suelo, agua y atmosfera de manera natural, otros se complementan por medio de aplicación de fertilizantes vía foliar, al suelo o en el agua de riego. Estos nutrimentos son indispensables para el desarrollo del nogal y se clasifican en función de la cantidad en que son requeridos. Así se tienen los macronutrimentos que son los elementos que la planta consumen en mayor cantidad y los micronutrimentos que son los que se utilizan en cantidades más pequeñas pero eso no los hace menos importantes. Los macronutrimentos son: carbono, hidrogeno, oxigeno, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Los micronutrimentos son: zinc, manganeso, fierro, boro, cobre, cloro y molibdeno (Gonzalez *et al.*, 2002).

2.7.5.1. Nutrición del Nogal

La nutrición vegetal se puede definir como el conjunto de relaciones existentes entre determinados componentes químicos de la planta uno de los aspectos importantes de la producción de nogal pacanero lo representa la nutrición vegetal que impacta directamente en el rendimiento y calidad del cultivo (Prevel *et al.*, 1993; Carbajal *et al.*, 2002).

El crecimiento de las plantas depende de factores ambientales tales como la luz solar, temperatura, abastecimiento de agua y de los nutrientes; de los 16 elementos esenciales conocidos para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas, los macronutrientes son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, los cuales son requeridos en cantidades superior a los 500 ppm en la planta, a diferencia de los micronutrientes que son requeridos por debajo de las 50 ppm, como el fiero, molibdeno, boro, cobre, zinc, manganeso y sodio (Guerrero *et al.*, 2001).

2.7.5.2. Nitrógeno

El nitrógeno se encuentra en la planta como aminoácidos libres, importantes en la concentración de proteínas en los procesos metabólicos, también encontramos algunos aminoácidos que sirven como reserva de nitrógeno en la semilla (Herrera, 2004).

En el suelo el nitrógeno puede encontrarse en tres formas principalmente, como materia orgánica; como iones amonio (NH_4^+) los cuales están fijados en las arcillas en los lugares de intercambio catiónico y de la misma forma como iones (NH_4^+) y nitratos (NO_3^-) en la solución del suelo (Bidwell, 1990).

2.7.5.3. Nitrógeno en la panta

En muchos cultivos, así como en el cultivo del nogal dos factores limitantes de la producción son la disponibilidad de agua y de nitrógeno (Ojeda, 2004) Este elemento en el cultivo del nogal es el que más influye en el crecimiento y es el que más comúnmente se presenta deficiencia en una huerta, el efecto de este en el árbol es la producción de brotes terminales largos, mejor desarrollo radicular, hojas grandes, una buena concentración de clorofila, abundante floración y brotes vegetativos (Carbajal *et al.*, 2002).

2.7.5.4. Agua

El agua es el factor principal de manejo agronómico que permite al nogal pecanero alcanzar una eficiencia fotosintética alta, para un mayor rendimiento y calidad del fruto, ya que el consumo de agua del nogal es alto comparado con el de otros cultivos. En cambio la baja disponibilidad del agua de riego en algunas regiones de mayor producción en México, es evidente la necesidad de determinar la demanda hídrica de este cultivo (Zermeño-González *et al.*, 2010)

2.7.6. Principales plagas *Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch)

Uno de los factores limitantes de la productividad del nogal en la comarca lagunera lo constituyen las plagas.

Hormigas (*Atta texana* (Buckley) Hymenoptera: Formicidae), **Mosca Sierra** (*Perclista marginicollis* (Norton) Hymenoptera: Cimbicidae), **Salivazo** (*Clastoptera Achatina* (Germar) Hemiptera:Cercopidae), **Gusano Barrenador de la nuez** (*Acrobasis Nuxvorella*, (Neunzig) Lepidoptera: Pyralidae), **Gusano de la Yema** (*Gretchena Bolliana* (Singerland) Lepidoptera: Tortricidae), **Pulgón Amarillo** (*Monellia Caryella* (Fitch) *Monelliopsis Pecanis* (Bissell) Hemiptera:Aphididae), **Gusano Barrenador del Ruezno** (*Cydia Cariana* (Fitch) Lepidoptera:Tortricidae), **Pulgón** (*Melanocallis caryaefoliae* (Davis) Hemiptera: Aphididae), **Negro Chinchas** (*Nezara viridula* (Linnaeus) Hemiptera:Pentatomidae *Euschistus servus* (Say) Hemiptera: Pentatomidae *Leptoglossus phyllopus* (Linnaeus) Hemiptera:Coreidae *Chlorochroa Ligata* (Say) Hemiptera: Pentatomidae, **Gusano de la Hoja** (*Datana integerrima* (Grote) Lepidoptera: Notodontidae), **Barrenador del Tronco** (*Xyleborus Ferrugineus* (Fabricius) Coleoptera: Scolytidae) (Pérez, 2007) .

2.8. Labranza

La labranza del suelo es una actividad que se ha venido realizando desde la antigüedad, esta ha pasado por una transformación completa debido a que en la

época en que apareció el hombre y empezó a practicar la agricultura se labraba el suelo con las manos, palos afilados y herramientas rudimentarias, pasando por el uso del arado, hasta llegar a los labores excesivos con implementos de acero y los mecanismos hidráulicos. Por lo que el motivo de la labranza es preparar el asiento para la semilla y el control de malezas principalmente, también ejercer cierta influencia sobre las características físicas del suelo, tales como: aireación y menor compactación en el suelo. Los sistemas de labranza ejercen efectos diferenciales en el rendimiento de los cultivos y en las características físicas, químicas e hidráulicas de los suelos (Báez y Aguirre-Medina, 2011).

El desarrollo sostenible y agricultura sostenible. Es precisamente Para lograr una mayor sostenibilidad en un sistema de cultivo, es necesario implementar un cambio en la tecnología de producción, de modo que se disminuyan los costos de producción o se aumente la productividad. Una forma de mejorar la tecnología de la producción es mediante la no labranza del terreno para la siembra, conocida como labranza mínima, labranza de conservación, o siembra directa (Rojas *et al.*, 2002).

2.8.1. Labranza de conservación

Se define como cualquier sistema de preparación de suelo o establecimiento de cultivos que en comparación con la labranza tradicional, busca principalmente reducir las pérdidas de suelo por erosión hídrica y disminuir las pérdidas de humedad asociadas a escorrentía o evaporación (Riquelme, 2003). Y se reduce la

perdida de suelo causada por la lluvia y el viento en suelos agrícolas con riesgo de erosión. Con esta práctica se incrementa la capacidad productiva del suelo se aumenta los rendimientos y se reduce los costos de producción, también una mayor facilidad de siembra y de cosecha (SAGARPA, 2004) labranza de conservación considera la permanencia en la superficie del suelo de al menos 30% de los residuos de la cosecha hasta la próxima siembra para conservar el suelo y el agua (Báez y Aguirre-Medina, 2011).

La labranza de conservación, enfocada a promover el uso de la capa de residuos vegetales de la cosecha anterior que quedan en la superficie del suelo, previene la evaporación del agua así como la erosión del mismo. Con este sistema de labranza se acumula la materia orgánica en la superficie del suelo que puede ser mineralizado, con lo que se incrementa la fertilidad del suelo (Brito-Vega *et al.*, 2006) Últimamente, la labranza de conservación principalmente labranza cero (LC) y labranza mínima (LM), han demostrado alta eficiencia para secuestrar C y sucesivamente la recuperación continua de la MO (Báez y Aguirre-Medina, 2011) labranza mínima ofrece beneficios en el corto, mediano y largo plazo (Rojas *et al.*, 2002).

En la agricultura sostenible, la utilización de hongos formadores de micorrizas arbusculares debe ser considerada en el diseño de cualquier sistema de producción agrícola, pues además de ser estos microsimbiontes, componentes inseparables de los agroecosistemas, realizan diversas funciones en su asociación con las plantas, pues pueden constituir sustitutos biológicos de los fertilizantes

minerales. Entonces el uso de estos hongos, permite que se incremente la adaptación y que la fertilización sea más eficiente, es por ello que en el caso de los cultivos se podría ahorrar cantidades importantes de fertilizantes minerales e igualmente lograr una absorción de los nutrientes disponibles en el suelo (Prieto *et al.*, 2012).

2.8.1.1 Principales objetivos de la labranza de conservación

Disminuir la erosión y conservar la humedad del suelo, reducir los requerimientos de energía y trabajo para la producción de cultivo, reducir el trabajo de la maquina en el campo evitando la compactación (Riquelme, 2003).

2.8.2. Labranza convencional

El sistema de labranza convencional conlleva a la compactación del suelo, pérdida de nutrimentos y del propio suelo. Con este tipo de producción, el uso de grandes cantidades de fertilizantes y plaguicidas propicia la destrucción de hábitats naturales, eliminando la estructura biológica del sistema y en consecuencia, el control natural de patógenos del suelo. Las prácticas agrícolas de labranza convencional traen consigo la desaparición de muchas especies (Brito-Vega *et al.*, 2006) Con el advenimiento de las nuevas tecnologías, semillas, agroquímicos, maquinarias y riego, entre otras, la actividad agrícola ha sustituido a la ganadera y debido a que el sistema de labranza más utilizado es el convencional (arado de

reja y rastra de discos para la preparación de la cama de siembra), existe un alto riesgo de degradar los suelos (Cabria y Culot, 2000).

La labranza convencional en la agricultura moderna mediante el uso intensivo del arado y la rastra, modifica la estructura de la capa superficial del suelo, la continuidad del espacio poroso y reduce el contenido de materia orgánica (MO) (Báez y Aguirre-Medina, 2011).

2.8.3. Asociación Nogal micorriza

Los nogales en su hábitat natural tienen una asociación con hongos no dañinos altamente especializados en las raíces alimentadoras. Esta infección en las raíces se llaman “micorrizas” (hongo-raíz) esta relación le permite al árbol la optimización en la toma de nutrientes del suelo por la raíz mejorando así la eficiencia productiva del árbol. El nogal pecanero sufre de una fungosis llamada necrosis de las raicillas alimentadoras, causada por varias especies de *phythium*, sin embargo cuando las raicillas son micorrizadas por *S. bovista*, la enfermedad no se presenta pues este hongo benéfico produce antibióticos (Gonzalez-Chavez *et al.*, 2009).

Los HMA permite a la planta usar de manera más eficiente los nutrientes del suelo, razón por la cual se pueden reducir los problemas de contaminación del este por el exceso de fertilizantes químicos, si hay una reducción en la aplicación de los fertilizantes químicos (Barrer, 2009).

2.8.4. Asociación micorriza suelo

Los HMA son considerados componentes clave de la microbiota del suelo que llevan actividades cruciales para el establecimiento, nutrición desarrollo y salud de las plantas (Verela y Trejo, 2001). La micorrización es un proceso particularmente en la fertilización biológica de las plantas, necesario en el contexto de la agricultura y de la producción orgánica. Por lo que la ramificación y engrosamiento de la micorriza aumenta la superficie de exploración del sistema radical, por lo que la absorción de agua y de los nutrientes como: nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, zinc y cobre es mayor. También el hongo puede desdoblar complejos minerales y orgánicos del suelo a nutrientes asimilables por la planta. En suelos natural virgen la micorriza se desarrolla cuando las raíces de una planta en crecimiento encuentra esporas o micelios de hongos micorrízicos las esporas germinan y las hifas en crecimiento rodean las raíces (Gonzalez-Chavez *et al.*, 2009).

Los hongos micorrízicos arbúsculares constituyen un insumo microbiológico promisorio para el desarrollo de una agricultura sostenible (Mena *et al.*, 2013) En un futuro, las micorrizas se convierte en una parte integral de las buenas prácticas hortícolas sostenible global en la agricultura , donde hay numerosas regiones que dependen totalmente de la agricultura en los ecosistemas degradados áridas o de otro tipo, que en muchos casos no son sostenibles (Vosátka *et al.*, 2008).

Suelos bien drenados, con adecuada humedad con temperatura moderada buena aireación y ricos en materia orgánica estimulan el crecimiento de la raíz y de los hongos micorrízicos (Gonzalez-Chavez *et al.*, 2009). Entre los microorganismos del suelo, los HMA son importantes en la formación y estabilización de los agregados del suelo. Los hongos son frecuentemente el mayor componente de la biomasa microbiana en los suelos cultivables, el tamaño y la distribución de la población fúngica del suelo está relacionada con la cantidad y calidad de la materia orgánica aportada y los métodos de manejo del suelo empleados, Dentro de estos, los HMA son simbioses asociados a la mayoría de las plantas terrestres (Morell *et al.*, 2009a).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera está ubicada entre los paralelos 25° y 27° grados latitud norte y los meridianos 103 y 104 grados latitud oeste de Greenwich, teniendo una altura de 1,120 msnm, región ubicada en el centro-norte de México.

3.1.1. Experimento

El estudio se llevó acabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, situada en 103° longitud oeste y 25° de latitud norte, a una altura de 1122 msnm. La precipitación promedio anual es de 230 mm y la temperatura promedio mínima y máxima son de 3.9 y 40.5° C. El primer muestreo se realizó en nogales manejado con labranza mínima en el área de horticultura. El segundo muestreo se realizó en nogales manejados con labranza convencional en la huerta de nogales de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los muestreos se realizaron de la misma manera tanto labranza convencional y labranza de conservación. Sacando tres muestras y tres duplicaciones por cada punto de muestreo. El primer punto se sacó a un metro del tronco del árbol, los otros dos a tres metros. Cada muestra se hizo a una profundidad de 30 cm como se observa en la **(figura 7)**.

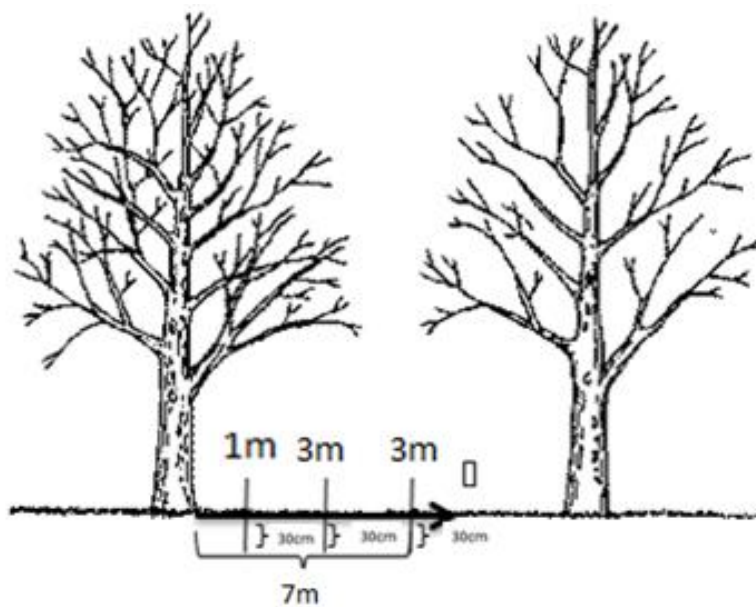


Figura 7. Descripción de muestreo.

3.2. Colecta de material biológico

3.2.1. Colecta de raíces

Se colectaron las raíces más delgadas en frascos con KOH al 10 % para su posterior análisis.

3.2.1. Colecta suelo

Se colecto aproximadamente 500g de suelo de la rizósfera, colocándolo en bolsas de plástico para el aislamiento de esporas

3.3. Aislamiento de esporas

Una vez en el laboratorio las muestras de suelo se pasaron por un tamiz de 2 mm para eliminar piedras y materia orgánica, se pusieron a secar a temperatura ambiente durante 72 horas, se colocaron en el refrigerador a 4 °C, hasta su análisis.

Las esporas se extrajeron de 20g de suelo del área muestreada. Se utilizó el método de tamizado húmedo (Gerdemann y Nicolson, 1963) seguido por centrifugación en un gradiente de sacarosa por (Walker y Sanders.E., 1986).

Se pesaron 20 g de suelo y se puso un vaso precipitados y se agregó 1.5 L de agua corriente. Se agito vigorosamente en un agitador magnético durante 5 minutos. Introduciendo un imán con el fin de remover bien el suelo. Transcurrido el tiempo adecuado se deja reposar por diez minutos. Posteriormente el sobrenadante se pasó por un juego de tamices en el siguiente orden (30,65, 225 micras). Una vez que se haya pasado el sobrenadante se quita los dos primero tamices. Y se queda con el tercero de menor abertura. Seguidamente se recupera la muestra que queda en el tercer tamiz y se vacía en los frascos con la menor cantidad de agua posible. Se procedió a estandarizar las muestras, añadiendo agua destilada. Se agregó sacarosa al 70% una cantidad de 20 ml hasta el fondo con la ayuda de una sonda y una jeringa, Centrifugar a 2500 rpm de un lapso de cinco minutos.

Transcurrido el tiempo se sacó de la centrifuga y se pasa el sobrenadante por un tamiz de menor abertura, y se lavó con agua corriente para quitar el exceso de sacarosa. Después se recupera la muestra con la mínima cantidad de agua posible y se vacía en un vaso de precipitado de 50 ml.

3.3.1. Conteo de esporas

Este proceso es de separar las esporas extraídas del suelo de acuerdo con sus rasgos morfológicos más evidentes (color, tamaño) Se vació la muestra en una caja Petri, lo cual contiene un papel filtro cuadrado de 1 x 1 donde las esporas se distribuyen de manera uniformemente. Se tomaron diez cuadros de una manera al azar y se realizó el conteo de cada uno de los cuadros, con la ayuda de un microscopio estereoscopio.

3.3.2. Formo especie

Una vez hecho el conteo se realizó los montajes de esporas dividiéndolos en laminillas en secciones diferentes para el reactivo mezler y glicerol lactofenol polivinilo (PVLG). En portaobjetos se puso una gota de cada reactivo. Se recupera con una jeringa de insulina cuidadosamente los diferentes tipos de esporas que se logran encontrar, Colocando las esporas en cada uno de los reactivos y se hace una duplicación de laminillas dependiendo la diversidad de esporas que se encuentran en cada muestra. Una vez que las esporas hayan sido extraídas, los reactivos de mezler y glicerol lactofenol polivinilo (PVLG) se cubren con un

cubreobjetos, dejándolo reposar por 5 días a temperatura ambiente para que se seque. Una vez que el tiempo de reposo haya pasado se sellaron las muestras con esmalte de uñas durante 24 horas a temperatura ambiente y así evitar que las esporas se salgan o se muevan de los portaobjetos, antes de observarlas al microscopio óptico.

Para finalizar con el proceso de la identificación de esporas Micorrízicas se utilizó la técnica realizada por (LÓPEZ 1998; Peña-Venegas, Cardona et al. 2006; Sánchez, Posada et al. 2010); En un microscopio compuesto de alta resolución, fueron observadas sus características taxonómicas tales como: color, textura, forma, desarrollo, tamaño, grosor de las paredes, diámetro, número y características de la hifa.

3.4. Porcentaje de micorrización

Se utilizara la técnica de clareo y tinción propuesta por (Phillips y Hayman, 1970), modificada para raíces leñosas. Que consistió separar las muestras por tratamientos y repeticiones; las raíces se lavaron con agua corriente para eliminar el exceso de tierra sobre un tamiz, para no dejar que las raíces traspasaran y eliminar el exceso de suelo adherido;

Se seleccionaron las raicillas más pequeñas, y se colocaron en tubos de ensayo, agregándoles KOH al 10 % en cantidad suficiente para cubrirlo. Dejándolos durante 24 horas. Repitiendo este pasó por cinco veces.

En cada cambio de KOH se enjuago con agua destilada; las raíces se cubrieron nuevamente con la solución de KOH al 10 % y se expusieron a calor húmedo en el autoclave (10 min/4.5 kg de presión) para el clareo de las raíces. Fueron necesarios cinco veces para eliminar los pigmentos después de cada exposición en el autoclave el KOH se eliminó y las raíces se enjuagaron con agua destilada.

Las raíces se cubrieron con H₂O₂, al 10% y se dejó por 20 min; Se retiró el H₂O₂, y se enjuago inmediatamente con agua destilada con el fin de remover todos los residuos de H₂O₂; Se agregó HCL al 10 % por 15 minutos para acidificar el medio. Se retiró el HCL sin enjuagar se adiciono el colorante azul de tripano. Se sometió a calor húmedo en el autoclave por 15 min/4.5 kg de presión; Finalmente se dejó enfriar y se lavó las raicillas para quitar el colorante. Las raíces clareadas y teñidas se colocaron en cajas Petri con suficiente lactoglicerol. En un portaobjeto y utilizando agujas de disección se colocaron diez segmentos de raíces de aproximadamente un cm de largo, paralelamente unos a otros.

Por ultimo Sobre las raíces se adicionaron gotas de lactoglicerol, colocando posteriormente el cubreobjetos se eliminó las burbujas de aire y cada laminilla se dejó reposar durante 24 horas posteriormente se selló con esmalte transparente. Después se puso a observación en un microscopio.

IV. RESULTADOS

En el (cuadro 1) Se muestran Los géneros presentes tanto en un sistema de labranza convencional y conservación. Por lo que cabe destacar que en la muestra ocho del sistema convencional se encontró el mayor número de géneros los cuales fueron *Acaulospora*, *Gigaspora*, y *Glomus*. Mientras que en la muestra dos del mismo sistema no se presentaron géneros en comparación entre los dos sistemas de manejo se presentaron los mismos géneros que fueron cuatro géneros. Predominando más el género *Glomus*.

Cuadro 1. Géneros de micorriza arbúsculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) en sistemas convencionales y de conservación.

Géneros presentes		
No muestreo	Conservación	Convencional
1	<i>Glomus</i>	<i>Glomus</i> <i>Acaulospora</i>
2		<i>Glomus</i> <i>Acaulospora</i>
3	<i>Glomus</i>	<i>Glomus</i>
4	<i>Sclerosystis</i> <i>Glomus</i>	<i>Gigasporas</i> <i>Glomus</i>
5	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>	<i>Sclerosystis</i> <i>Glomus</i>
6	<i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>
7	<i>Gigaspora</i> <i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i>
8	<i>Acaulospora</i> <i>Gigaspora</i> <i>Glomus</i>	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>
9	<i>Acaulospora</i> <i>Glomus</i>	<i>Gigaspora</i> <i>Glomus</i>
Total de géneros encontrados	4	4

En el (**Cuadro 2**) se observa la cantidad de esporas por muestra en 100g de suelo por lo que cabe destacar el valor más alto se encuentra en la muestra ocho de labranza de conservación con un valor 8192 esporas y el valor más bajo se encuentra en la muestra uno en labranza convencional con un valor de 1280 esporas. En cuanto la comparación de los dos sistemas de manejo se encontró un mayor número de esporas bajo un sistema de labranza convencional con una media de 4490.

Cuadro 2. Número de esporas por muestra en 100g de suelo.

	Convencional	Conservación
No. Muestras	No. de esporas	No. de esporas
1	1280	1888
2	4576	1472
3	2816	1664
4	6528	1504
5	7712	2112
6	6816	1568
7	5056	7264
8	2432	8192
9	3200	3712
Media	4490	3264

Cuadro 3. Análisis de varianza de número de esporas encontradas en un sistema de manejo convencional y conservación.

Convencional	conservación	Análisis de varianza					
1280	1888	fuelle	DF	SS	MS	F	P
4576	1472	FACTOR	1	6771200	6771200	1.14	0.301
2816	1664	ERROR	16	94730240	5920640		
6528	1504	TOTAL	17	101501440			
7712	2112						
6816	1568						
5056	7264						
2432	8192						
3200	3712						

Cuadro 3). Por el análisis estadístico, se observa que el número de esporas no es estadísticamente diferente entre una variedad y la otra y no influye la profundidad.

El (**cuadro 4**) se observa el porcentaje de micorrización, vesículas, hifas y arbusculos de las nueve muestras en un sistema de manejo de labranza de conservación las cuales siete presentaron micorrización, siendo el valor más alto la muestra dos con un 66.66%, y el valor más bajo la muestra seis con 36.66%.

Cuadro 4. Porcentaje de micorrización, vesículas, hifas, arbusculos en un sistema de labranza de conservación.

No. Muestra	% de micorrización	% de vesículas	% de hifas	% de arbusculos
1	46.66	0.00	0.00	100.00
2	66.66	0.00	0.00	29.85
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	50.00	0.00	0.00	100.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00
6	36.66	0.00	0.00	100.00
7	53.33	0.00	0.00	100.00
8	50.00	0.00	0.00	100.00
9	40.00	0.00	0.00	100.00

En el (cuadro 5) se observa el porcentaje de micorrización, vesículas, hifas y arbusculos de las nueve muestras en un sistema de manejo de labranza de convencional las cuales cinco presentaron micorrización, siendo el valor más alto la muestra tres con un 80%, y el valor más bajo la muestra cuatro con 13.33%.

Cuadro 5. Porcentaje de micorrización, vesículas, hifas, arbusculos en un sistema de labranza convencional.

No. Muestra	% de micorrización	% de vesículas	% de hifas	% de arbusculos
1	0.00	0.00	0.00	0.00
2	20.00	0.00	0.00	100.00
3	80.00	0.00	0.00	100.00
4	13.33	0.00	7.67	22.50
5	43.33	0.00	23.07	7.43
6	0.00	0.00	0.00	0.00
7	16.66	0.00	0.00	100.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00	0.00

En la comparación de los cuadros se puede observar que los mayores porcentajes de micorrización se obtuvieron en las raíces del suelo convencional, con valores mayores de 80% encontrándose un mayor porcentaje de hifas y arbusculos. Mientras que en el de conservación los valores del porcentaje de micorrización no superan el 66% siendo un notorio a ausencia de las estructuras vesículas.

Cuadro 6. Análisis del porcentaje de micorrización en los dos sistemas de manejo convencional y de conservación.

Conservación	Convencional	Análisis de varianza					
1.085353581	1.56079616	fFuente	DF	SS	MS	F	P
0.84115811	1.369438406	FACTOR	1	1.224	1.224	2.19	0.159
1.56079616	0.643501109	ERROR	16	8.960	0.560		
1.047197551	1.437098371	TOTAL	17	10.185			
1.56079616	1.122645177						
1.195444375	1.56079616						
1.008299487	1.40341586						
1.047197551	1.56079616						
1.159279481	1.56079616						

Cuadro 7. Análisis de varianza de arbusculos en los dos sistemas de manejo convencional y de conservación

Arbusculos Conservación	Arbusculos Convencional	Análisis de varianza					
0	1.56079616	fFuente	DF	SS	MS	F	P
1.26767571	0	FACTOR	1	0.1632	0.1632	2.15	0.162
1.56079616	0	ERROR	16	1.2166	0.0760		
0	1.34385329	TOTAL	17	1.3798			
1.56079616	1.49642779						
0	1.56079616						
0	0						
0	1.56079616						
0	1.56079616						

En las dos tablas estadísticas no se encontraron diferencias significativas, así mismo, se evidencia la presencia del género *Glomus* en ambas variedades las cuales fueron las más sobresalientes. El cual en este trabajo se recomienda hacer más repeticiones para ver una posible diferencia significativa.

En el (cuadro 8) se observa los resultados físicos y químicos del suelo bajo un sistema de manejo convencional, el cual indica un suelo con textura Franco

arcilloso. En cuanto a los resultados de densidad aparente se muestra un valor de 0.9 con un rango óptimo de <1.30. Con respecto a la materia orgánica se encuentra en un valor de 2.84% con un rango óptimo de 3.0-6.0% por lo que se encuentra estable. Por otra parte el pH se muestra con un valor de 5.24 con un rango óptimo de 7.0. La conductividad eléctrica con un valor de 2.43 mS/cm con un rango óptimo de <4.0. La capacidad del intercambio catiónico muestra un valor de 6 con un rango óptimo de >25.0. Con un nitrógeno total de 0.02 indica que está dentro de los rangos medios eficiente para el suelo y fosforo con de 101 ppm con un rango óptimo de >11.0 ppm, en cuanto el calcio contiene un 2.0 meq/lto, magnesio 8.0 meq/lto, sodio 14.3.

Cuadro 8. Análisis físico y químico del suelo en un sistema de labranza convencional

Labranza convencional		
Parámetros	s-2716	Rango optimo
Densidad aparente g/cm ³	0.9	<1.30
Textura	F, Arcilloso	
Arena %	31.12	
Limo %	42.00	
PH en extracto %	5.24	7.0
Cond. Eléctrica en extracto mS/cm	2.43	<4.0
Materia orgánica %	2.84	3.0-6.0%
Cap. Inter. Cat. Meq/100g	6	>25.0
Nitrógeno total %	0.02	0.15-0.25%
Fosforo ppm	10,1	>11.0
Calcio meq/lto	2.0	
Magnesio meq/lto	8.0	
Sodio meq/lto	14.3	
RAS	6.41	
PSI	9.74	<15

En el **(cuadro 9)** se observa los resultados físicos y químicos del suelo bajo un sistema de manejo convencional, el cual indica un suelo con textura Franco arcilloso. En cuanto a los resultados de densidad aparente se muestra un valor de 1.04 con un rango óptimo de <1.30. Con respecto a la materia orgánica se encuentra en un valor de 3.10% con un rango óptimo de 3.0-6.0% por lo que se encuentra en el rango óptimo. Por otra parte el pH se muestra con un valor de 5.32 con un rango óptimo de 7.0%. La conductividad eléctrica con un valor de 1.30 mS/cm con un rango óptimo de <4.0. La capacidad del intercambio catiónico muestra un valor de 11 con un rango óptimo de >25.0. Con un nitrógeno total de 0.17 indica que está dentro de los rangos medios eficiente para el suelo y fosforo con de 91 ppm con un rango óptimo de >11.0 ppm, en cuanto el calcio contiene un 2.4 meq/lto, magnesio 6.8 meq/lto, sodio 3.8.

Cuadro 9. Análisis físico y químico del suelo en un sistema de labranza de conservación.

Labranza conservación		
Parámetros	s-2716	Rango optimo
Densidad aparente g/cm ³	1.04	<1.30
Textura	F, Arcilloso	
Arena %	31.12	
Limo %	43.28	
PH en extracto %	5.32	7.0
Cond. Eléctrica en extracto mS/cm	1.30	<4.0
Materia orgánica %	3.10	3.0-6.0%
Cap. Inter. Cat. Meq/100g	11	>25.0
Nitrógeno total %	0.17	0.15-0.25
Fosforo ppm	9.1	>11.0
Calcio meq/lto	2.4	
Magnesio meq/lto	6.8	
Sodio meq/lto	3.8	
RAS	1.77	
PSI	3.75	<15

En cuanto a la comparación del análisis físico químico, el suelo de labranza de conservación se encuentra más estable que el convencional por lo que los resultados se encuentran más cercanos del rango óptimo. Una de ellas es la Materia orgánica de labranza de conservación es de 3.10 por arriba del convencional que tiene 2.84 con el rango óptimo de 3.0-6.0%, por lo que cabe destacar que el de conservación se encuentra estable. Lo mismo que el pH y Nitrógeno total se encuentra en el rango optimo en labranza conservación.

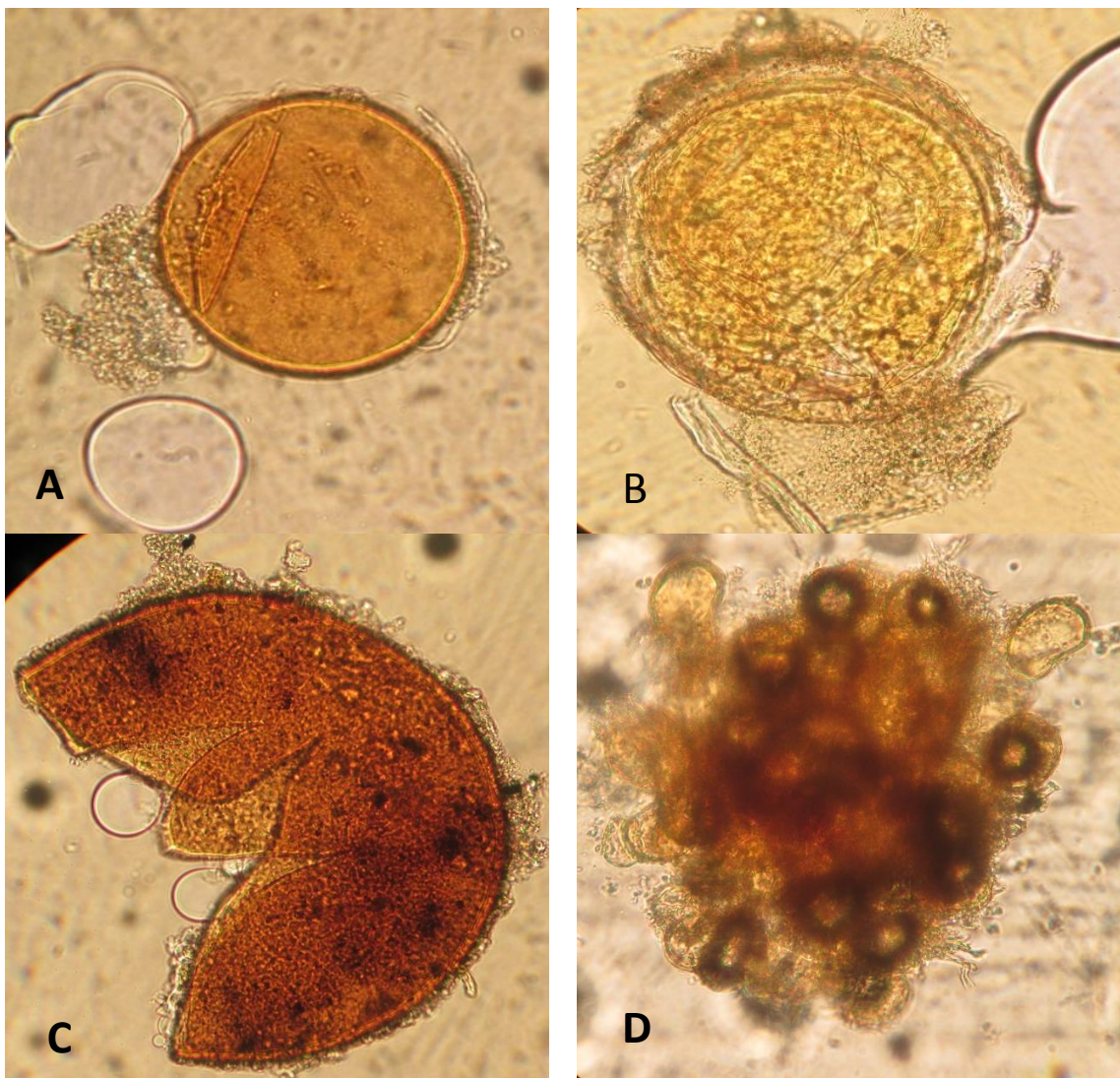


Figura 8. Esporas de micorriza arbúsculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (*Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch) en sistema de conservación. A *Glomus* B *Acaulospora*. C *Gigaspora*. D *Sclerosystes*.

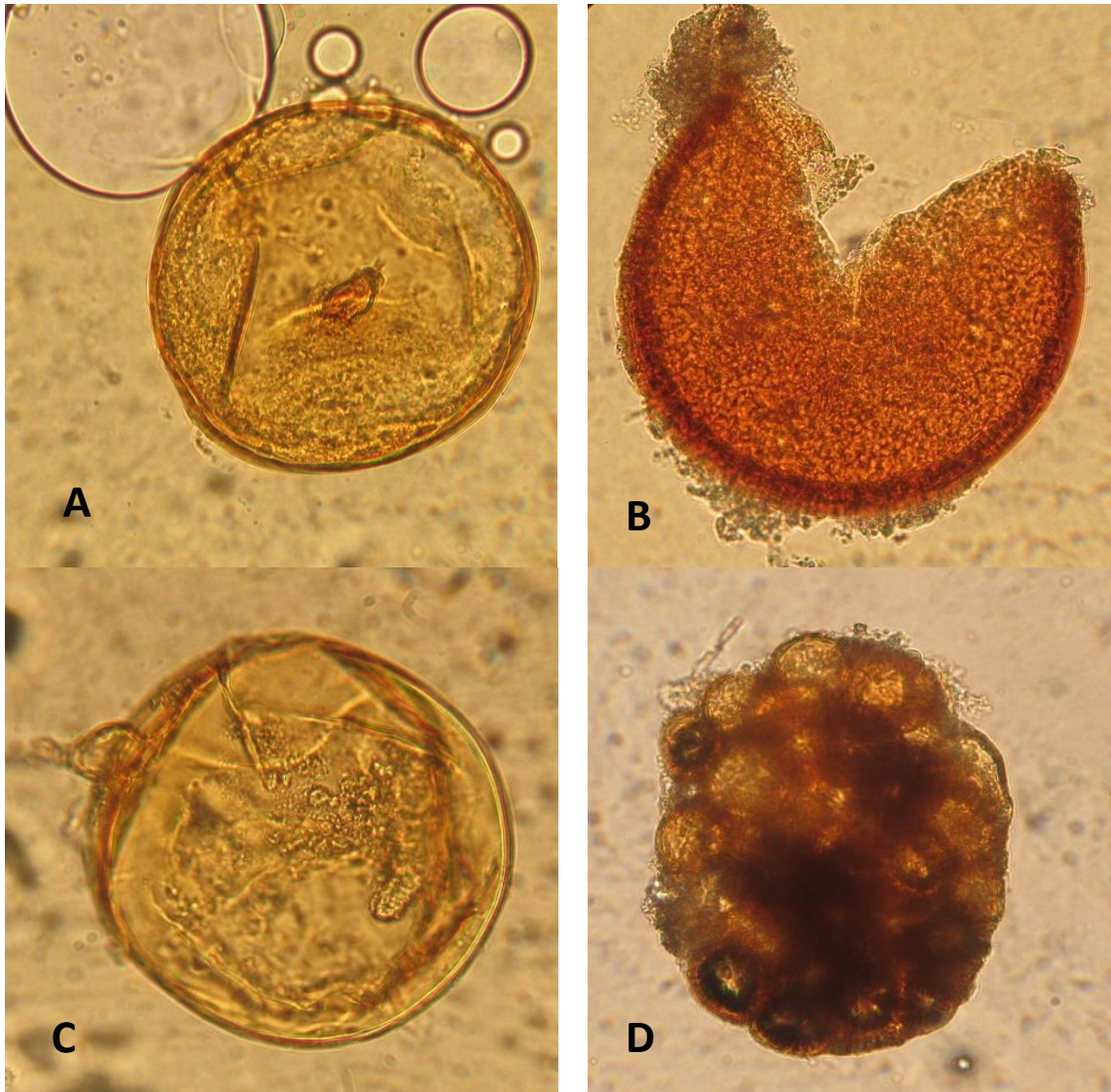


Figura 9. Esporas de micorriza arbúsculares presentes en las muestras de suelo del cultivo de nogal (*Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch) en sistema convencional. A *Glomus*. B *Acaulospora*. C *Gigaspora*. D *Sclerosystis*.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo al trabajo realizado la hipótesis en parte se cumplió por lo existió una variabilidad de resultados en los diferentes sistemas de manejo. En los análisis físicos químicos los resultados favorecieron al sistema de conservación, en cuanto la cantidad de esporas encontradas en 100g de suelo se encontró un mayor número en un sistema de manejo convencional, por otro lado los géneros presentes en las muestras fueron las mismas para los dos sistemas de manejo.

Este trabajo fue realizado en el mes de septiembre al inicio de la fructificación en el cultivo del nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh K. Koch). En esta investigación se presentó cuatro géneros de los HMA (*Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, y *Sclerosystes*) en el total de las 18 muestras en los sistemas de manejo convencional y conservación en un ecosistema desértico. este resultado fue similar al encontrado por (Márquez *et al.*, 2009) en su estudio en la identificación y colonización natural de los HMA en nogal en la región de Delicias y Rosales Chihuahua el cual se encontró dos géneros predominantes (*Glomus* y *Gigaspora*). por otro lado (Serralde y Ramirez, 2004) realizaron estudios en suelos ácidos de Colombia han mostrado una correlación positiva entre abundancia y diversidad de los HMA, especialmente de los géneros *Acaulospora*, *Glomus*, y *Gigaspora*.

Los resultados obtenidos de acuerdo a los géneros encontrados coinciden con (Schalamuk y Cabello, 2010) realizaron estudios en trigo que consistió en dos

tratamientos como en labranza convencional y conservación, los cuales encontraron un total de 21 especies de HMA que representan géneros (*Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Glomus* y *Scutellospora*). En cuanto a este estudio muestra las diferencias entre las prácticas de manejo del suelo. En este caso no coincide con los resultados obtenidos en este trabajo por lo que no hubo diferencias en cuanto al sistema de manejo, los géneros presentes fueron los mismos.

De acuerdo (Perez *et al.*, 2012) estudios realizados en fincas ganaderas establecidas con las pasturas angletón y colosuana, localizadas en los municipios de Corozal y Tolú Colombia, fue determinar la densidad de esporas/100g de suelo. Por lo obtuvieron resultados de (582 a 6233 esporas/100g de suelo) similares al resultado al trabajo realizado encontrando de (1280 a 8192 esporas/100g de suelo). Según (Perez y Vertel, 2010) estas fincas no se ha ejecutado ninguna práctica agrícola para mejorar las propiedades físico-químicas del suelo, principalmente su aireación, ni se realiza abonamiento. Como consecuencia dichos suelos presentan altos grados de compactación y degradación en forma general. Otros estudios por (Perez, 2003.) en pastura Colosuana (*Bothriochloa pertusa*(L.) Camus) en el municipio de Corozal encontraron de (900 a 7300 esporas/100g de suelo) por lo que coincide de igual manera con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

Para este estudio recomiendo sacar un mayor número de muestras en distintas áreas de la huerta así tener muestras de diferentes sitios del área a muestrear.

Realizar este mismo trabajo en otra huerta donde sea manejado 100% convencional y uno de conservación con un mayor número de muestras, para determinar mejores resultados.

VI. CONCLUSIÓN

Se encontraron cuatro generos de HMA. *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, y *sclerosystes* en los dos sistemas de manejo. El género que más predomino es *Glomus* con un 65 %, con un 25% *Acaulosporas*, 10% *Gigaspora* y un 5% *Sclerosystes*.

El mayor número de esporas encontradas fue en el sistema de manejo convencional. Por lo que dicha huerta no está manejada 100% convencional esto explica el por qué se obtuvo un mayor número de esporas en el convencional.

En el porcentaje de micorrización el mayor número se encontró en el suelo convencional, con valores mayores de 80% encontrándose un mayor porcentaje de hifas y arbusculos. Mientras que en el de conservación los valores del porcentaje de micorrización no superan el 66.66% notándose más arbusculos, siendo un notorio a ausencia de las estructuras vesículas,

En el análisis físico químico de los dos sistemas de manejo, se encuentra más estable el de conservación por lo que muestra un mejor rango óptimo.

En cuanto al análisis estadístico No hay diferencia en el número de esporas entre los diferentes sistemas de manejo, de igual manera en el porcentaje de micorrización no hubo diferencias significativas. Por lo que el género *Glomus* predomino más.

VII. LITERATURA REVISADA

- ARAUS, L. 1996. La protección de cultivos en la agricultura sostenible: perspectivas para Costa Rica. Manejo Integrado de Plagas (CR) 41:29-36.
- Adriano, S. F. 2005. " Biology, ecology an evolution of the family Gigasporaceae Arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) ciencias exactas y naturales y medicina." Estado se saupablo, Brasil, universidad de leidon: 1-48.
- Aguilera Gómez, L. I., V. Olalde Portugal, M. R. Arriaga y R. Contreras Alonso 2007. "Micorrizas arbusculares." Ciencia Ergo Sum, num. noviembre-febrero,: 300-306.
- Aragón, P. (2004). El cultivo del nogal pecanero: sus perpectivas de produccion, comercializacion de la nuez. Texto de apoyo. FACIATEC-UACH. México.: 163.
- Azcon, A. C. y J. M. Barea (1996). Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens – an overview of the mechanisms involved. Mycorrhiza 6(6): 457-464. <http://www.springerlink.com/content/xvru6ncvb0yv1rly/>. 163.
- Báez, M. A. y J. F. Aguirre-Medina 2011. "Efecto de la labranza de conservacion sobre las propiedades del suelo." Terra Latinoamericana, 29: 113-121.
- Barrer, S. E. 2009. "El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura." Escuela de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Industrial de Santander 7: 126.
- Bidwell, R. G. S. (1990). Fisiología Vegetal, editorial AGTT. , México, Pág. 280-189. : 267.
- Boby, V., A. Balakrishna y D. Bagyaraj (2008). Interaction between Glomus mosseae and soil yeasts on growth and nutrition of cowpea. Microbiological Research 163: 693-700. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944501306001285.>: 163.
- Brisson, R. F. (1992). Cultivo del nogal pecanero (AR. Federico Garza F.) 2ª. Ed. México. CONAFRUT. Pág. 349.: 267.
- Brito-Vega, H., D. Espinosa-Victoria, B. Figueroa-Sandoval, C. Fragoso y J. C. Patrón-Ibarra (2006). "Diversidad de lombrices de tierra con labranza de conservación y convencional". Terra Latinoamericana, num. Enero-Marzo,: 99-108.
- Cabria, F. N. y P. H. Culot 2000. "Efectos de la labranza convencional sobre la sortividad y conductividad hidraulica saturada en udoles del sureste de la provincia de buenos aires." Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. 18: 1-20.
- Carbajal, H., J. M. Soto, J. X. Uvalle, R. M. Yáñez, F. Montes, E. Sánchez y L. Romero (2002). Evolución temporal del contenido iónico foliar en nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch, primera edición, placido cuadros, Granada España, I. S. B. N.: 84-89720-98-3. Pág. 88.: 163.
- Cavagnaro, T., F. Smith, S. Smith y I. Jakobsen (2005). La diversidad funcional en las micorrizas arbusculares: Explotación de los parches del suelo con el

- enriquecimiento de fosfato difiere entre las diferentes especies de hongos. *Plant Cell* 28:642-650 Medio Ambiente.
- Crovetto, C. (1997). La cero labranza y la nutrición del suelo. , C In: Agricultura Sustentable de Alta Producción, ya! 5o Congreso Nacional de AAPRESID, Mar del Plata, Argentina: p73-78. .
- Chávez, G., M. C. Medina y U. Figueroa (2002). Tecnología de producción en nogal pecanero INIFAP, Campo Experimental La Laguna, Matamoros, Coahuila, México. Pág. 103-109. : 163.
- Finlay, R. D. 2008. "Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium." *J Exp Bot* 59: 1115-26.
- Garcia, F. (2002). Ventajas de la siembra directa. (en Inea). Santa Fe, Argentina. .
- Gerdemann, J. W. y T. H. Nicolson 1963. "Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting." *Transactions of the British Mycological Society*: 46:234-244.
- Gonzalez-Chavez, P. M., D. L. Ojeda-Barrios, O. A. Hernandez-Rodriguez, J. Martinez-Tellez y A. Nuñez-Barrios 2009. "ectomicorizas en nogal pecanero " medio ambiente y desarrollo sustentable articulo arbitrado 139.
- González, G. C., J. L. B. González, M. C. T. Potisek, L. M. N. Valenzuela y A. S. López (2013). Crecimiento radial de madera de nogal pecanero (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) bajo diferentes laminas de riego. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, INIFAP. km 6+500, margen derecha canal Sacramento, Gómez Palacio, Durango, México. Correo-e: gonzalez.guillermo@inifap.gob.mx (*Autor para correspondencia) 2 Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo, Domicilio conocido, Ciudad Bermejillo, Dgo. : 163.
- Gonzalez, J. F. C., M. M. C. Morales y U. F. Viramontes 2002. "Fertilizacion del nogal." INIFAP: 101-102.
- Guerrero, M., J. M. Soto, J. X. Uvalle, R. M. Yáñez, E. Sánchez y L. Romero (2001). Caracterización físico-química del suelo en huertos de nogal pecanero (*Carya illinoensis* Wangenh K. Koch) "Western Schley" mediante Diagnóstico Diferencial Integrado (DDI), ISBN. 84-89720-95-9, Granada, España.: 163.
- Herrera, E. (2004). Libro Manejo de Huertas de Nogal. P.267, edición libre agosto del 2004.: 267.
- Koch, A. M., P. M. Antunes y J. N. Klironomos 2012. "Diversity effects on productivity are stronger within than between trophic groups in the arbuscular mycorrhizal symbiosis." *PLoS One* 7: e36950.
- Liu, Z., X. Wang, Y. Y. Sui, S. L. Zhang, S. J. SJ Herbert y G. G. Ding (2010). La degradación del suelo: un problema que amenaza el desarrollo sostenible de la agricultura en el noreste de China *Planta del suelo Environ.*, 56 (2010), pp. 87-97: 163.
- Márquez, M. E., M. C. López, F. A. Ramírez, S. E. Chávez, J. J. Castro y J. Gonzáles 2009. "Identificación y colonización natural de hongos micorrizicos arbusculares en el nogal." *Sociedad Mexicana de la Ciencia Mexico*. 24: 355-361,.

- Mena, E. A., V. Olalde, K. Fernández y R. Serrato 2013. ""DIFERENCIAS EN LA RESPUESTA DEL MAÍZ (*Zea mays* L.) A LA INOCULACIÓN CON *Glomus cubense* (Y. Rodr. & Dalpé) Y CON UN CONGLOMERADO DE ESPECIES DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA)". " cultivos Tropicales 12-15.
- Morell, F., A. Hernández, Y. Borges y F. L. Marentes 2009a. "LA ACTIVIDAD DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA ESTRUCTURA DEL SUELO." *Cultivos Tropicales* 30: 00-00.
- Morell, F., A. Hernández, Y. Borges y F. L. Marentes 2009b. ""LA ACTIVIDAD DE LOS HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EN LA ESTRUCTURA DEL SUELO",." *Cultivos Tropicales*: 25-31.
- Munich, G. S. 2008. "Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses " focus on Symbiosis vol 6: 765.
- Ojeda, B. D. L. 2004. "El Nitrógeno asociado al Nogal, Asociación Agrícola de Productores de Nuez de Chihuahua, . Edición 2." *Revista Nogaleros*: 8-9.
- Pérez-Moreno, J. y D. J. Read 2004. "Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza." *Interciencia* 29: 239-247.
- Perez, A. y M. A. Vertel 2010. " Evaluación de la colonización de micorrizas arbusculares en *Bothriochloa pertusa* (L)." *Revista MVZ*. Disponible en: URL: <http://www.scielo.org.co/pdf/mvz/v15n3/v15n3a04.pdf>. 15: 21-65.
- Pérez, A. H. 2007. "Principales plagas del nogal en el norte de coahuila." *Sitio Experimental Zaragoza-CIRNE-INIFAP*: 1.
- Perez, C., D. Alexander, S. Rojas, M. S. Johana y V. Montez (2011). Hongos formadores de micorrizas arbusculares: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo Bioprospección Agropecuaria. 2 Universidad de Sucre, Facultad de Educación y Ciencias, Grupo Bioprospección Agropecuaria. Correspondencia. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 3(2).201: 163.
- Perez, C. A. 2003. "Eficiencia de hongos formadores de micorrizas arbusculares (H.M.A) nativos, asociados a la producción de forraje en la especie de pasto colosoana (*Bothriochloa pertusa* (L) A. Camus en el municipio de corozal;." departamento de Sucre. [Tesis de maestría]. Bogotá, Colombia: Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias, .
- Perez, C. A., D. F. Espitia y M. E. Martínez 2012. "Diversity of arbuscular mycorrhizal in pasture agroecosystems of the department of sucre." Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, *Rev. Colombiana cienc. Anim.* : 333-343.
- Phillips, J. M. y D. S. Hayman 1970. "Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection." *Transactions of the British Mycological Society* 55: 158-IN18.
- Prevel, M. P., J. Gagnard y P. Gautier (1993). *Analyse Vegetale dans le Controle de l'Alimentation des Plants. Technique et documentation*. Paris, Pág. 9. : 163.

- Prieto, O. O. B., P. C. E. Carlos Eulogio Belezaca, S. W. F. Mora, F. F. R. Garcés, Á. F. A. Sabando y L. P. E. Cedeño 2012. "Identificación de hongos micorrízicos arbusculares en sistemas agroforestales con cacao en el trópico húmedo ecuatoriano," *Agronomía Mesoamericana*. ISSN: 1021-7444 23: 233-239.
- Redecker, D., A. Schussler, H. Stockinger, S. L. Sturmer, J. B. Morton y C. Walker 2013. "An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota)." *Mycorrhiza*.
- Remy, W., T. N. Taylor, H. Hass y H. Kerp (1994). Four hundred million year old vesicular arbuscular mycorrhizae. *Proc Natl Acad Sci* 91: 11841-11843. <http://www.pnas.org/content/91/25/11841.full.pdf+html>. : 163.
- Rey, A. M., D. Chamorro y M. Ramirez (2005). Efecto de la doble inoculación de rizobios y micorrizas sobre la producción y calidad del forraje de *Leucaena leucocephala*. *Revista Corpoica* 6(2): 52-59 163.
- Riquelme, J. S. (2003). *Labranza de coservacion INFORMATIVO* (instituto de investigaciones agropecuarias centro regional de investigacion raihuen) ISSN 0716-6265 gobierno de chile ministerio de agricultura: 163.
- Rodriguez, Y., D. Van Tuinen y F. K. (2009). Reclasificación taxonómica de dos cepas de hongos micorrízicos arbusculares. *Cultivos Tropicales*, vol. 30, no. 1, p. 31-35.: 163.
- Rojas, L. A., A. Mora y H. Rodríguez 2002. "efecto de la labranza minima y la convencional en arroz (*oryza sativa* L.) en la region huetar norte de costa rica." *Agronomía Mesoamericana*.: 111-116.
- SAGARPA, S. d. A., Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2004. "Labranza de conservacion." *subsecretaria de desarrollo rural* 29: 2.
- SAGARPA, S. d. A., Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2008). SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2008. SIACON 1980-2008. México.: 163.
- SAGARPA, S. d. A., Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2014a). SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), México.: 163.
- SAGARPA, S. d. A., Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014b. "atlas agroalimentaria." SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), México.: 163.
- Sanchez, C. I. 2009. "Análisis de la estructura y diversidad de las comunidades de hongos formadores de micorrizas arbusculares asociadas a plantas de especial interés ecológico en ambientes mediterráneos." *Universidad granada Facultad de ciencias*: 29.
- Schalamuk, S. y M. Cabello 2010. "Arbuscular mycorrhizal fungal propagules from tillage and no-tillage systems: possible effects on Glomeromycota diversity." *Mycologia* 102: 261-8.
- Serralde, A. M. y M. Ramirez 2004. "Análisis de poblaciones de micorrizas en maíz (*Zea mays*) cultivado en suelos ácidos bajo diferentes tratamientos agronómicos. ." *Revista Corpoica* 5: 31-40. .
- Simard, S. y D. Durall (2004). Mycorrhizal networks: a review of their extent, function and importance. *Can J Bot* . 82:1140-65.: 163.

- Simard, S. W., D. A. Perry, M. D. Jones, D. D. Myrold, D. M. Durall y R. Molina (1997). Net transfer of carbon between ectomycorrhizal tree species in the field. *Nature* 388:579-582.: 163.
- Singh, S. y K. K. Kapoor (1999). Inoculation with phosphate solubilizing microorganisms and a vesicular arbuscular mycorrhizal fungus improves dry matter yield and nutrient uptake by wheat grown in a sandy soil. *Biol.Fertil. Soils*; 28:139– 44.: 163.
- Smith, F. A., Grase. y E. J. Smith (2009). Más de una economía baja en carbono: el comercio de nutrientes y la sostenibilidad ecológica en simbiosis micorriza arbusculares facultativos. *Nueva Phytol* 182:347-358.
- Smith, S. y D. Read (2008a). Mycorrhizal symbiosis. Amsterdam, Academic Press.
- Smith, S. E. y D. J. Read 1997. "Mycorrhizal simbiosis, ." academic. London. 29: 605.
- Smith, S. E. y D. J. Read (2008b). Mycorrhizal symbiosis. London, Academic.
- Tarango, R. S. H. 2004. "Manejo del nogal pecanero con base en su fonología, Folleto Técnico NO 17- Delicias. Centro de investigaciones regionales norte- centro campo experimental Delicias, Chihuahua, México. ." INIFAP: 35.
- Tena, S. A. 2002. "Presencia de hogos micorrízicos arbusculares en plantas silvestres de suelos salinos en el estado de colima." *Biotechnología. Tecoman, col., Universidad de colima.*: 1-24.
- Toju, H., H. Sato y A. S. Tanabe 2014. "Diversity and spatial structure of belowground plant-fungal symbiosis in a mixed subtropical forest of ectomycorrhizal and arbuscular mycorrhizal plants." *PLoS One* 9: e86566.
- Torralba, M. A., F. I. C. Martín, F. B. Fernando Barbero Abolafio y S. A. alonso (2011). Erosion y manejo del suelo, importancia del clareo ante los procesos erosivos naturales y antropicos 21-33.
- Trappe, J. 2005. "A.B. Frank and mycorrhizae: the challenge to evolutionary and ecologic theory. *Mycorrhiza*." 15: 277-281.
- Verela, L. y D. Trejo 2001. "Los hongos micorrizicos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo de mexico." *acta zool Mexico. laboratorio de microbiología microbiana.* 29: 39-51.
- Vigouroux, Y., A. Barnaud, N. Scarcelli y A. C. Thuillet 2011. "Biodiversity, evolution and adaptation of cultivated crops." *C R Biol* 334: 450-7.
- Vosátka, M., J. Albrechtová y R. Patten (2008). The International Market Development for Mycorrhizal Technology. Mycorrhiza. A. Varma, Springer Berlin Heidelberg: 419-438.
- Walker, C. M. y Sanders.E. 1986. "Taxonomic concepts inthe Endogonaceae. III the separation of Scutellosora gen. Nov from Gigaspora Gerd and trappe. *Micotaxon* " *Terra Latinoamericana*, 29: 169-182.
- Wilson, G. W. T., C. W. Rice, M. C. Rillig, A. Springer y D. C. Hartnett 2009a. "La agregación del suelo y secuestro de carbono están estrechamente correlacionadas con la abundancia de los hongos micorrízicos arbusculares: resultados de los experimentos de campo a largo plazo. ." *Ecol Lett* 12: 452-461.
- Wilson, G. W. T., C. W. Rice, M. C. Rillig, A. Springer y D. C. Hartnett 2009b. "La agregación del suelo y secuestro de carbono están estrechamente

- correlacionadas con la abundancia de los hongos micorrícicos arbusculares: resultados de los experimentos de campo a largo plazo. *Ecol Lett* 12:452-461." *Ecol Lett* 12: 452-461.
- Zapata, R. J. A., D. M. Zapata, P. G. Chavez y L. C. Sanchez 2001. "Hongos micorrícicos arbusculares." *biodiversidad*.
- Zermeño-González, A., J. A. Flores-Guerrero, J. P. Munguía-López, J. A. Gil-Marín, R. Rodríguez-García, E. A. Catalán-Valencia, L. Ibarra-Jiménez y H. Zermeño-González 2010. "Evaporatranspiración y su relación con la evaporatranspiración a equilibrio de una huerta de nogal pecanero (*Carya illinoensis*) del norte de México." *Agrociencia* 44: 885-893.