

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Prueba de Efectividad Biológica de Endovit (*Glomus intraradices*) en Plantas de Nogal (*Carya illinoensis*)

Por:

SANTA INES DE JESUS ADAN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTORA

Prueba de Efectividad Biológica de Endovit (*Glomus intraradices*) en Plantas
de Nogal (*Carya illinoensis*)

Por:

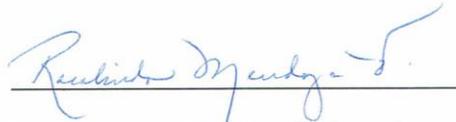
SANTA INES DE JESUS ADAN

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor Principal



Dr. Valentín Robledo Torres
Coasesor



M.C. Oscar Ávila Peralta
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, México
Noviembre del 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, Señor sin ti nada soy, por ti soy lo que soy y gracias a ti concluyo mi carrera profesional por darme salud y bienestar. Gracias Dios por todo lo que me has dado, gracias por no soltar mi mano y mantenerme a tu lado.

Infinitamente agradecida con mi “ALMA TERRA MATER” **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por abrirme las puertas para mi preparación profesional como Ingeniero Agrónomo y por ser mi segunda casa. Gracias por permitirme conocer personas profesionales ya que dedicaron tiempo y paciencia, y apoyaron mi preparación profesional.

A la **Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal**, con respeto y admiración, por brindarme su confianza, y por su gran apoyo y paciencia en la realización y terminación de mi trabajo de investigación muchísimas gracias.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres**, por su apoyo en la terminación de este trabajo como mi coasesor se lo agradezco mucho.

Al **M.C. Oscar Ávila Peralta**, por su gran apoyo en las muestras de laboratorio y en gran parte del trabajo de investigación.

Al **Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda**, por el apoyo durante mi estancia en el Departamento de Horticultura, para realizar mi proyecto de investigación.

A la **Ing. Martina de la Cruz Casillas**, gracias por todo su apoyo brindado y su amistad durante mi estancia en el Departamento de Horticultura.

A mis Amigos

Catty (Amiguii) Moni, Daniela, Paz, Soledad, Carla, Iván, Felipe, Miguel Ángel. A Silvia y los (primos) Morales García que viven aquí en Saltillo. Y mis cuñados Ing. Amílcar, Daniel y Librado. Por formar parte de mi vida en Saltillo por los momentos que compartimos juntos los considero a todos como mi pequeña familia. Gracias amigos y familia.

Y a mis ex compañeros del **C.B.T A 79** no los olvido.

DEDICATORIAS

Este trabajo va dedicado con mucho amor y cariño a aquellas personas que siempre confiaron en mí. Y por el apoyo incondicional que me brindaron durante mi formación profesional, principalmente a los seres que me dieron la vida y a los que forman parte de mí vida. ¡Los Amo!

A mis Padres:

Sr. Santos de Jesús Hernández

Sra. Teresa Adán Gaspar

Gracia por ser los mejores padres que Dios me pudiera dar por su inalcanzable lucha y sacrificios para lograr que tuviera lo necesario desde mi infancia. Este logro de concluir mi carrera profesional se los dedico con todo mi corazón y esfuerzo y me siento feliz y orgullosa de ser su hija. Estaré eternamente agradecida con ustedes mis queridos papás. Dios siempre los bendiga con mucha salud. Los ¡AMO!

A mis Hermanos y hermana:

Irene, Leobardo, José Mauro, Carlos y Alejandro

Gracias por todo su apoyo incondicional moral y económico durante todo este tiempo que estado en la universidad por todos los momentos que compartimos pocos o muchos los recuerdo con mucho cariño como su hermana menor estoy eternamente agradecida con ustedes ¡Los Adoro!

A mis sobrinos (as):

Anastasia, María magdalena, Juan Carlos, Brenda Jazmín, Ángela, Iván Rodrigo, Carlos Alberto, Diego, Sofía Janet, a mi pequeños Vanesita e ismito.

Por todos los momentos felices que he pasado con ustedes por ser la alegría de la casa. Los quiero mucho y siempre contarán conmigo.

Así como también mis cuñadas Lulú, Ing. Lety y cuñado Magdaleno, a mis tíos amigos (as) gente de mi hermoso pueblo Xala Ajalpan por sus buenos deseos y ánimos hacia mi vida. Dios los bendiga en todo momento.

Al Ing. **José Luis García Morales** por ser el amor de mi vida, por su apoyo incondicional en estos años juntos y a mi pequeña **Danna Allison García de Jesús** a quien amo con todo mi corazón agradezco y comparto mi logro contigo, tú fuiste uno de los motivos más fuertes para lograrlo eres la alegría de mi vida, aun a tu corta edad me has enseñada y seguirás enseñando muchas cosas, por siempre serás mi gran bendición. ¡Te Amo mi princesa! Gracias por existir.

A la familia **García Morales** por ser la familia que cualquiera quisiera tener son lo mejor gracias por ser una familia más para mí.

A mi primos **Modesto Gaspar de Jesús** y **Víctor Vázquez de Jesús** por su apoyo incondicional y sus buenos deseo y por confía en mí en todo momento se los agradezco de todo corazón.

INDICE

INDICE DE CONTENIDO	Página
AGRADECIMIENTO	III
DEDICATORIAS	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
RESUMEN	IX
1. INTRODUCCION	1
1.1 OBJETIVOS.....	3
1.2 HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del Nogal.....	4
2.2 Importancia Económica del Nogal.....	4
2.3 Variedades del Nogal.....	5
2.4 Clasificación Botánica.....	5
2.5 Características Botánicas.....	6
2.5.1 Árbol.....	6
2.5.2 Sistema Radicular.....	6
2.5.3 Hojas.....	6
2.5.4 Yemas.....	6
2.5.5 Flores.....	6
2.5.6 Fruto.....	7
2.6 Drenaje y Aireación y Actividad de la Raíz.....	7
2.7 Requerimiento de Oxígeno.....	7
2.8 Funciones Fisiológicas.....	8
2.8.1 Respiración.....	8
2.8.2 Absorción.....	8
2.8.3 Hormonas del árbol.....	8
2.8.4 Iones tóxicos.....	8
2.10 Clima.....	8
2.11 Topografía.....	9
2.12 Suelo.....	9
2.13 Aspectos Generales de las Micorrizas.....	9
2.14 Importancia de la Micorriza en la Agricultura.....	10
2.15 Beneficios de las Micorrizas.....	10
2.16 Clasificación de las Micorrizas.....	12
2.16.1 Micorrizas Vesículo- Arbuscular o Endomicorrizas.....	12
2.16.2 Micorriza Arbuscular.....	13

2.16.3 <i>Glomus intraradices</i>	13
2.16.Ectomicorriza.....	14
2.16.5 Endovit.....	14
2.17 Forma de Aplicación de las Micorrizas.....	15
2.18 Antecedentes de Trabajos con Micorrizas en Árboles Frutales.....	15
III MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1 Localización del Área Experimental.....	18
3.2 Establecimiento del Experimento.....	18
3.2.1 Material Vegetativo.....	18
3.2.2 Inoculación de la Semilla de Nuez.....	18
3.2.3 Trasplante de las Plántulas.....	18
3.2.4 Aplicación de la Micorriza a las Plántulas.....	19
3.3 Descripción de Tratamientos.....	19
3.4 Diseño Estadístico.....	19
3.5 Toma de Datos.....	19
3.5.1 Altura de Plantas	20
3.5.2 Número de Hojas.....	20
3.5.3 Porcentaje de Micorrización.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Cuadrados Medios del ANVA.....	21
4.2 Comparación de Medias.....	21
4.3 Porcentaje de Micorrización.....	22
4.4 Altura de Planta.....	23
4.5 Numero de Hoja.....	24
V. CONCLUSIONES	25
VI. LITERATURA CITADA	26

INDICE DE CUADROS		PAGINA
1	Tratamientos establecidos en semilla criolla de nogal con tres dosis de Endovit (<i>Glomus intraradices</i>)	19
2	Cuadros medios del ANVA en porcentaje de Micorrización, altura de planta y numero de hojas de nogal criollo inoculadas con Endovit (<i>Glomus intraradices</i>)	21
3	Prueba de comparación de medias para altura de planta, número de hojas y porcentaje de micorrización con inoculación de endomicorrizas.....	21

INDICE DE FIGURAS		
1	Porcentaje de micorrización en plantas de nogal criollo inoculadas con tres dosis de endovit (<i>Glomus intraradices</i>).....	23

RESUMEN

En este presente trabajo se realizó la investigación en el ejido antes la gloria, municipio de General Cepeda, Coahuila y el análisis de laboratorio se llevó acabo en el laboratorio del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Las endomicorrizas (*Glomus intraradices*) se han utilizado en la agricultura para que las plantas puedan obtener nutrientes sobre todo fósforo, resistir mayor estrés ambiental entre otros beneficios El objetivo del trabajo fue conocer la concentración de Endovit (*Glomus intraradices*) que mejore las características morfológicas de las plantas de nogal. Las semillas se inocularon con (*Glomus intraradices*) y posterior al trasplante en el suelo se realizó una segunda aplicación en las plántulas de nogal. Se establecieron 4 tratamientos el 1o un testigo, el 2do con 250, el 3º con 500 y 4to con 750 esporas /g de Endovit.

Se realizaron tres muestreos a los 60, 90 y 120 días después del trasplante (ddt) para las variables morfológicas como en el número de hojas, altura de planta y el porcentaje de micorrización a los 120 ddt. Los resultados obtenidos en la variable de altura de plantas y número de hoja de cada muestreo indican que existe diferencia significativa indican incrementos en altura de planta, numero de hoja y en el porcentaje de micorrizacion se concluye que la prueba de efectividad biológica de endovit (*Glomus intraradices*), en nogal influye positivamente en mejorar las características morfológicas de las plantas de nogal en la altura a dosis de 250 esporas/ g de endovit y en el porcentaje de micorrizacion, el tratamiento inoculado con 500 esporas/ g incrementó al 37 % la colonización con *Glomus intraradices*. Se concluye que a 120 ddt se obtuvo la mayor colonización y la altura de planta fue mayor en la primera evaluación.

Palabras clave: Micorrizas, Caracteres Morfológicas, Nogal, *Glomus intraradices*.

INTRODUCCIÓN

El nogal (*Carya illinoensis*). Es un especie hortofrutícola bastante rentable y con mayor importancia en los estados de Chihuahua, Sonora y Coahuila La producción de nuez en México tiene un alto potencial de desarrollo en la calidad de la nuez obtenida es correspondiente a los estándares internacionales Las principales entidades productoras de nuez en el país fueron Chihuahua, con 45.6%; Sonora 25.4% Coahuila, 12.5%, Nuevo León, 7.6% e Hidalgo, 3.8%. Los estados referidos aportan el 95% de la producción nacional lo que representa un volumen de 36 mil 679 toneladas de nuez. (SAGARPA -SIAP, 2016).

A nivel mundial, México ocupó el sexto lugar en producción de nuez, así como el segundo en la nuez Pecanera (que es la que se cultiva principalmente) y primer lugar en la exportación en esta variedad. México envía este producto a 19 destinos internacionales: Estados Unidos, Canadá, Rusia, Japón, China, Colombia, España, e Italia entre otros. (SIAP, 2016).

Dentro de los frutales caducifolios, en los últimos años el nogal es uno de los cultivos más rentables que se explota en el norte del país por ello cada año se incrementa la superficie de este frutal. Actualmente se exporta el 50 % de la producción anual, valor que puede incrementarse debido a la creciente demanda mundial. Sin embargo existen diversas limitantes para la producción de nogal entre esas están las deficiencias y desbalances nutricionales derivadas a las características edáficas y climáticas de las regiones todo ello afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas de nogal estas variables son el reflejo de las condiciones del suelo (Santamaría, et al. 2002).

En la actualidad la aplicación excesiva de fertilizantes químicos en la mayoría de los cultivos incluyendo el nogal, a causado daños al medio ambiente y principalmente al suelo. La fertilización de los árboles de nogal o de la huerta es

una de las prácticas más importantes en la vida del árbol deberá ser integrada dentro del programa de manejo general de la huerta (Ruiz, 2005).

Por otro lado la mayoría de los cultivos en la actualidad, se busca incrementar la sustentabilidad productiva a través de la implementación de prácticas orgánicas. En la utilización de biofertilizantes. (Bullock, *et al.* 2002). La aplicación de fertilizantes orgánicos mejora las propiedades físicas, la actividad biológica, la fertilidad de los suelos (Herencia, *et al.* 2008) y la nutrición de los cultivos. El concepto de micorriza se conoce como la asociación mutualista establecida entre las raíces de la mayoría de las plantas y ciertos hongos del suelo. 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. (Hernández, 2001). En la clasificación de las micorrizas se pueden distinguir tres grupos fundamentales según la estructura de la micorriza formada: *Ectomicorrizas*, *Ectendomicorrizas*, y las *Endomicorrizas*. (Read, 1999).

Endomicorrizas: Los hongos que las producen se caracterizan por colonizar intracelularmente el córtex radical o sea que no hay manto externo que pueda verse a simple vista. Las hifas se introducen inicialmente entre las células de la raíz, pero luego penetran en el interior de éstas, formando vesículas alimenticias y arbusculos.

Dadas las propiedades y ventajas proporcionadas por las micorrizas en otros cultivos se espera tener efectos similares en el árbol de nogal que es una especie hortofrutícola de mayor importancia igual que otras especies por ello se realizó el trabajo experimental de evaluación de micorrizas de un producto comercial Endovit (*Glomus intraradices*) como biofertilizante orgánico complementado la nutrición convencional con la finalidad de comprobar y demostrar una buena efectividad biológica en los arboles de nogal del dicho producto, así como también demostrar la disminución de la degradación de los suelos.

OBJETIVO

Conocer la concentración de endovit (*Glomus intraradices*) que mejore las características morfológicas de plantas de nogal y la mayor colonización de la endomicorriza.

HIPÓTESIS

Que alguna de las dosis de endovit (*Glomus intraradices*) mejore las características morfológicas de las plantas de nogal.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades de (*Carya illinoensis*)

El árbol de Nogal es uno de los árboles de frutas comestibles más antiguo del mundo. De origen americano, nativo del norte de México y sur de Estados Unidos. La nuez tiene sus orígenes en la prehistoria, se han encontrado rastros fósiles en Texas y en el Norte de México indicando su existencia desde antes que los americanos nativos vivieran ahí.

La nuez es la semilla de del fruto (*Carya illinoensis*), que se encuentra dentro de una cáscara indehisciente o endocarpio leñoso, formada de dos lóbulos carnosos comestibles. México es el segundo productor mundial de Nuez después de Estados Unidos. Se cosecha entre octubre y diciembre con las variedades Western, Wichita y criollas, principalmente.

Importancia Económica del Nogal

Las principales entidades productoras de nuez en el país fueron Chihuahua, con 45.6%; Sonora 25.4% Coahuila, 12.5%, Nuevo León, 7.6% e Hidalgo, 3.8%. Los estados referidos aportan el 95% de la producción nacional lo que representa un volumen de 36 mil 679 toneladas de nuez. (SIAP, 2016)

A nivel mundial, México ocupó el sexto lugar en producción de nuez, así como el segundo en la nuez pecanera (que es la que se cultiva principalmente) y primer lugar en la exportación en esta variedad. México envía este producto a 19 destinos internacionales: Estados Unidos, Canadá, Rusia, Japón, China, Colombia, España, Panamá e Italia entre otros. . (SAGARPA -SIAP, 2016)

Variedades de las nueces

Las variedades de nueces Western, Wichita, Mahan, Sioux, Choktaw, San Saba, Cherokee, Pawnee son nueces de tamaño mediano a grande, de cáscara delgada y blanda. Las nueces “criollas” denominadas así aquellas que provienen de árboles que no son injertados, o bien, injertados con material vegetativo identificado como nativo, ejemplo: “RG”, “Frutoso” y “Agosteño”, nativos de Rayones, N. L., Parras de la Fuente, Coahuila y Comarca Lagunera (Coahuila y Durango), respectivamente, generalmente son nueces pequeñas y medianas, de cáscara gruesa y dura comparadas con las variedades antes mencionadas.

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

Clasificación Botánica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliophyta*

Orden: *Fagales*

Familia: *Juglandáceas*

Género: *Carya*

Especie: *C. illinoensis*

Características Botánicas del Nogal

Es un **árbol** vigoroso, caduco de gran porte alcanzando los 30 metros de altura su copa es redondeada y produce una buena sombra. Su tronco derecho, cubierto con una corteza cenicienta y gruesa, en las ramas jóvenes lisa y de color rojo oscuro y en las viejas agrietada y parda.

Sistema radicular: muy desarrollado formado por una raíz principal pivotante y un sistema secundario de raíces someras y robustas. Raíces notablemente extendidas, tanto en sentido horizontal como vertical.

Hojas: son compuestas, dispuestas en forma alternada, imparipinnadas, teniendo de 11 a 17 folíolos de forma oblongo-lanceolada y de borde aserrada.

Yemas: de tamaño variable, ovales redondeadas, finamente tomentosas y cubiertas exteriormente por dos escamas que envuelven más o menos completamente a las más tiernas. Las yemas terminales son erguidas, las laterales patentes y todas colocadas sobre una ancha cicatriz foliar elevada.

Sus Flores: Presenta una floración diclino-monoica con dicogamia, es decir que las flores femeninas y masculinas de una misma variedad y dispuestas sobre un mismo pie no maduran al mismo tiempo.

La inflorescencia masculina está compuesta por tres amentos péndulos los cuales están unidos por un pedúnculo. Estos amentos se disponen sobre el tercio apical de ramas del último año teniendo de 72 a 123 flores individuales. Cada flor individual a su vez contiene de 3 a 7 estambres con anteras oblongas, presentando cuatro sacos polínicos de dehiscencia longitudinal. Las flores femeninas se disponen en una inflorescencia formando un racimo sobre las ramas nuevas. El número de flores producidas varía de acuerdo al largo de las ramas, el cultivar y el clima. Presentan estigma bífido sobre un disco estigmático rodeado de tres bracteolas y una bráctea

Fruto: Es una drupa seca de forma oblonga, teniendo de 3-5 cm de largo, constituida por un embrión (parte comestible), un endocarpio liso y delgado (cáscara de la nuez) y un epicarpio y mesocarpio carnosos los cuales se abren a la madurez formando cuatro valvas longitudinales (ruezno). Las áreas más importantes para el crecimiento de la nuez tienen una temporada de 240 a 260 días. Las nueces están en el árbol de 6 a 7 meses. Si es un área más fría se adaptan variedades que llevan la nuez a su crecimiento 170 días, pero sus nueces tienden a ser más pequeñas y menos propicias a enfermedades. Esta reconocido que el nogal se desarrolla mejor donde el promedio de temperaturas son altas. La mejor temperatura para el crecimiento y desarrollo de la nuez va de los 23 a 29°C con pequeña variación durante el día y la noche.

Drenaje, Aireación y Actividad de la Raíz

Algunos productores de nuez frecuentemente experimentan algunos problemas en su huerta con árboles jóvenes y arboles grandes y no producen una buena producción, porque sus suelos no están bien drenados y no contienen buena aireación. El aire contiene un 21% de oxígeno que se adhiere al suelo, necesario para las raíces de los nogales para su buen funcionamiento. Una buena aireación en el suelo es importante para la sanidad de la raíz, absorción de mineral y absorción de agua.

Requerimiento de Oxígeno

Las raíces de nogal pueden trabajar en su máximo solamente cuando la concentración de oxígeno en el suelo es alta, similar como en el aire. Durante la dormancia desde diciembre hasta febrero, el requerimiento de oxígeno no es tan necesario como lo es en verano. Los suelos que contienen 50% de partículas, 25% de agua y 25% de aire son ideales.

Funciones Fisiológicas y el Oxígeno:

Respiración: El oxígeno es necesario para la descomposición de azúcares y el levantamiento de energía celular de la raíz. A causa de deficiencia de oxígeno las raíces pequeñas mueren rápidamente y el agua no es absorbida.

Absorción: El oxígeno es esencial para el transporte de nutrientes del suelo hacia la raíz.

Hormonas del árbol: El oxígeno es esencial para el trabajo de las hormonas en las puntas de la raíz. Sin oxigenación, estas hormonas no serán producidas y la división celular será detenida.

Iones tóxicos: El oxígeno es necesitado por la raíz para ayudarles a excluir el sodio y otros iones que puedan dañar. Estos ayudan a detener la toxicidad iónica acumulándose en las hojas. Esto puede reducir la fotosíntesis y causar daño en el follaje.

Enfermedades del Nogal

La mala aireación estimula el crecimiento de bacteria anaeróbica en el suelo, algunas producen sustancias tóxicas para el árbol. Estas condiciones también producen enfermedades, como lo son pudrición texana.

Clima

El clima es el factor más importante para determinar la plantación del cultivo en esa región. Los factores como temperatura, humedad relativa, intensidad de luz y viento, determinan que variedades de cultivo sobrevivirán en esa región. Los estudios de las condiciones climáticas de la región demuestran algunos rangos de temperatura al mes y lluvias y también cómo se comporta las heladas en la región por fecha. La frecuencia de huracanes, granizo, tornados, y otros eventos meteorológicos devastadores se deben de tomar en cuenta cuando se hace una evaluación de la región.

Topografía

La topografía determina y controla el flujo del agua y aire de la región, humedad del suelo, y las temperaturas. Los árboles se pueden lastimar por medio de la fuerza de una inundación.

Suelo

Los suelos recomendados son los profundos, bien drenados y de textura media, cualquier limitación de profundidad mermara el vigor y tamaño del árbol.

Textura de franco a franco arenosos, son las mejores para este cultivo, ya que favorece la aireación de las raíces.

Aspectos Generales de las Micorrizas

La micorriza: es un “proceso ecológico –resultado de una historia evolutiva– caracterizado por una interacción en la que las hifas de al menos una especie de hongo y las raíces secundarias de una o más plantas conforman una estructura a través de la cual se realiza un intercambio de agua, nutrimentos y reguladores del crecimiento” en donde las hifas fúngicas (micelio) que, al entrar en contacto con las raíces de las plantas, las pueden envolver formando un manto y penetrarlas intercelularmente a través de las células del córtex, como en el caso de la ectomicorriza o, como en el caso de la micorriza arbuscular, penetran la raíz, pero no se forma ningún manto.

La estructura esencial y el funcionamiento de la interesante relación entre “una especie de hongo y la raíz de un árbol”, la cual denominó mykorhiza, que en griego significa “hongo-raíz” fue descrito por el patólogo forestal Aleman Frank en 1987. Cabe destacar que el hongo asociado no es patógeno (Read, 1987).

La asociación mutualista entre los hongos y las raíces de las plantas conocida como micorriza es encontrado en todos los ecosistemas terrestres, y fue descrito por el patólogo forestal Alemán Frank en 1987. La micorriza arbuscular se caracteriza por la penetración del hongo en las células de la raíz de la planta, donde forma

estructuras ramificadas, denominadas arbusculos; solo involucra a seis géneros y alrededor de 200 especies de hongos tradicionalmente clasificados dentro del orden Glomales (hongos terrestres) de la clase *Zygomycetes* (Aguilera et al; 2008).

Importancia de las Micorrizas en la Agricultura

La función principal de la micorriza es facilitarle a la planta la adquisición y absorción de agua, fósforo y nitrógeno, principalmente; sin embargo, esta asociación proporciona otros beneficios a las plantas, entre los que destacan: la protección ante el ataque de parásitos, hongos patógenos y nematodos, el aumento de su resistencia a la herbívora, influyendo en la producción de sustancias defensivas por parte de la misma planta, la limitación de la absorción de metales pesados tóxicos como el zinc y el cadmio que son alojados en sus hifas, aumento del área de exploración de la raíz, lo que incrementa el flujo de agua del suelo a la planta. Además de mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo mediante el enriquecimiento de materia orgánica contribuyendo a darle estructura y estabilidad al suelo, lo que reduce su erosión y mejora su capacidad de retención de agua (Guadarrama, *et al* 2004 y Finlay, 2008).

Beneficios de las Micorrizas

García, 2007. Menciona que el principal beneficio que realizan las micorrizas está relacionado con la nutrición de las plantas. Este proceso de nutrición por medio de las micorrizas esta extremadamente difundido en los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita el intercambio de agua de acuerdo a (Harley y Smith 1983).

Parke *et al.*, 1983. Algunos de estos atributos benéficos pueden ser importantes en el manejo del vivero para las micorrizas, mientras que otros son importantes para la supervivencia de las plantas una vez que han sido llevadas a terreno.

Linderman y call, 1977. Mencionan algunos beneficios que las micorrizas proporcionan a las plantas:

- El beneficio más conocido es el incremento en la absorción del agua y los nutrientes minerales, especialmente el fósforo y nitrógeno También K, Ca, S, Zn, Cu y Sr.
- Una mejor asimilación de nutrimentos a las plantas, lo que facilita un aumento en la producción y mayor calidad.
- Mayor tolerancia a factores de estrés como: sequia, desequilibrios de pH, altos contenidos de sales, esto se debe a que facilita una adecuada evapotranspiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico general.
- Al estar mejor nutridas las plantas, promueven una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su sanidad sin la aplicación de productos químicos.
- Es efectivo para el crecimiento de plantas en zonas o regiones no aptas como lo son suelos (arenosos, suelos de baja fertilidad, superficies erosionadas) se obtienen efectos visibles muy favorables después de la inoculación de las micorrizas.
- El desarrollo óptimo de los cultivos demanda una elevada aplicación de fertilizantes minerales y pesticidas. El uso de dichos insumos químicos implica no solo un costo y requerimientos elevados, si no que su aporte indiscriminado puede provocar problemas de salinización y contaminación a los mantos freáticos, al emplear micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección al medio ambiente.
- Al inocular plantas con micorrizas provoca de manera general un notable incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrientes.

Clasificación de las Micorrizas

La morfología de los hongos entre las raíces puede ser también una herramienta útil para su identificación, pero requiere de gran conocimiento de las características morfológicas de esta asociación en plantas cultivadas la clasificación taxonómica de las micorrizas dice que pertenecen a la clase *Zygomycetes*, orden *Endogales* y a la familia *Endogonaceae*. Esta familia consta de seis géneros los cuales son: *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis* y *Scutellospora* (De la Rosa, 1999).

Existen síes tipos de micorrizas; *arbustoide*, *arbusculares*, *ectomicorriza*, *ericoides*, *monotropoide* y la Orquídea; de las que se clasifican por sus propias características morfológicas. De ellos las micorrizas arbusculares (MA) son más comunes y predominantes estas tienen estructuras fúngicas llamada hifas que penetran las raicillas y sirven como los principales sitios de intercambio de nutrientes entre la planta y el hongo (Brundrett, M. C. 2004).

Micorrizas Vesículo- Arbuscular o Endomicorrizas

Las esporas reproductivas se pueden formar en la raíz o más comúnmente en el suelo, son asociaciones simbióticas formadas por todos los hongos *Glomales*, pero porque a un suborden importante le falta la capacidad de formar vesículas en raíces. Estas micorrizas no forman un manto, por lo que las raíces infectadas no parecen normales; si no que penetran a la planta creciendo entre las células corticales de la raíz y formando grandes vesículas hinchadas y arbusculos (sistemas de ramificación semejantes a las de un árbol), intrincadamente ramificados dentro de las células individuales.

En este grupo se incluye una mayor variedad de especies fúngicas y plantas arbóreas y herbáceas. Actualmente este grupo se divide en subgrupos, atendiendo a sus diferencias morfológicas y a los distintos taxones a los que pertenecen las plantas y los hongos que dan lugar a la simbiosis mutualista, estos grupos son:

Micorriza Arbuscular

Primero clasificada como endomicorriza, a la micorriza arbuscular también se le ha conocido como micorriza *vesículo-arbuscular*. Es una asociación obligada para los hongos que la forman, pero no para las plantas. En este caso no se forman la red de Hartig ni el manto, y se caracteriza porque las hifas penetran la raíz, se introducen en las células y pueden formar dos tipos de estructuras. Su principal característica es la estructura denominada arbusculo, la cual se origina cerca del cilindro vascular de la planta mediante numerosas ramificaciones dicotómicas sucesivas de una hifa, y tiene la función de transferir nutrimentos desde y hacia la planta. La segunda estructura es llamada vesícula, y puede o no estar presente, dependiendo del hongo.

Es de forma ovalada a esférica; puede formarse entre o dentro de las células radicales, y funciona como almacén de nutrimentos. La micorriza arbuscular tiene gran importancia en agricultura y fruticultura, ya que promueve un mejor desarrollo y aumenta la producción en diferentes especies de leguminosas, cítricos, papaya, aguacate, manzana, mango, fresa y durazno, entre muchos otros.

Asimismo, la micorriza arbuscular se forma con diferentes especies de briofitas (musgos), pteridofitas (helechos), gimnospermas (*Pinaceas*, *Cycadaceas*), y muchas angiospermas (plantas con flor). Los hongos formadores de micorriza arbuscular pertenecen al grupo de los *zigomicetos*, familia *Endogonaceae*, géneros *Glomus*, *Sclerocystis*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Entrophospora* y *Scutellospora*. Los *zigomicetos* fueron recientemente clasificados como *Glomeromycota* por (Schüler *et al*; 2001).

Glomus intraradices

Es un inoculante endomicorrícico a base de hongos formadores de micorrizas arbusculares que aplicados a las semillas o plántulas fomentan el crecimiento, desarrollo vegetativo y sanidad de las plantas. El género más diverso, es el género *Glomus*, que consta de inoculantes fúngicos, es decir hongos micorrícicos ampliamente utilizados en actividades agrícolas. La aplicación de inoculantes micorrícico en los suelos contempla ventajas para cultivos agrícolas como es el incremento de la tasa de crecimiento y la tolerancia de las plantas a las sequias y la salinidad del suelo.

Endovit, es un producto inocuo, no tóxico, elaborado por la empresa LIDAG S.A de C.V. que es un inoculante endomicorrícico a base de hongos formadores de micorrizas arbusculares que aplicados a la semilla o plántulas fomentan el crecimiento, desarrollo vegetativo y sanidad de las plantas además de aportar nutrimentos directamente asimilables para que sean absorbidos por las raíces de las plantas mejorando el sistema químico del suelo.

La ventaja al utilizar Endovit de la empresa LIDAG S.A de C.V es :promover la formación de endomicorrizas que mejora la absorción de agua y nutrimentos, estimula la formación de abundante y vigoroso sistema radicular, estimula el desarrollo vegetativo en suelos pobres, ácidos y bajos en materia orgánica, combate varios tipos de estrés tales el caso hídrico, nutricional, incrementa la disponibilidad de nutrimentos minerales, induce tolerancia a deficiencias minerales, promueve la tolerancia a las variaciones de pH, fomenta la tolerancia a condiciones extremas de temperatura y disminuye el estrés por Trasplante.

Ectomicorrizas

Se encuentran principalmente en especies de plantas con interés forestal como fagáceas, Betuláceas, Pináceas, etc... Se caracterizan principalmente porque las hifas del hongo limitan su desarrollo a los espacios intercelulares del córtex, no llegando a penetrar nunca en las células vegetales de la raíz.

Este modo de desarrollo en el interior, da lugar una estructura característica denominada “red de Hartig”. Y en el exterior, un entramado de hifas rodea la raíz dando lugar al llamado manto (Smith y Read, 1997).

Forma de Aplicación de las Micorrizas

La forma de aplicación más efectiva es la inoculación de semillas o la inmersión de las raíces en una solución de micorrizas, se recomienda inocular a plántulas que serán trasplantadas dos semanas antes para asegurar una colonización y protección de las raíces al ser transferidas, otra forma de aplicación es inyectándolo al suelo cuando ya se tienen plantas establecidas en campo, dos características principales de las micorrizas vesiculares- arbusculares, influyen fuertemente en las formas de inoculación, tanto natural como artificial, las esporas de las micorrizas VA no son dispersadas por el viento, como sucede con las esporas de los hongos *ectomicorrícicos*. (Johnson, 1987).

Antecedentes de Trabajos Realizados con Aplicación de Micorrizas en árboles Frutales

Hernández - Dorrego *et al* 2000. Reportan en sus experimentos con patrones de ciruelo, que el desarrollo de las plantas medidas en altura fue significativamente aumentado por la inoculación de *Glomus intraradices* fueron comparadas cuatro meses después con las no inoculadas. Cuando las plantas llegan a la edad de 18 meses fueron trasplantadas a suelos de replante. *Glomus intraradices* logra el más alto porcentaje de colonización radicular en las plantas de ciruelo en comparación a las plantas no inoculados.

Menge *et al.*, 1977. Concluyeron en un experimento con plantas aguacate micorrizada *Glomus intraradices* que crecen más rápido y son significativamente más grandes que las plantas no micorrizadas después de tres meses y medio de inoculación. A los cuatro meses y medios de inoculación, las plantas micorrizadas son 30% más grandes que las plantas no micorrizadas y la diferencia entre las micorrizadas y no continuo en aumento con el tiempo.

Menge, 1980. Obtuvo en su ensayo con árboles de aguacate el porcentaje de micorrización utilizando la tinción de fragmentos de la raíz con azul de tripano para comprobar la micorrización de ellas. En las raíces de aguacate donde se evidencio que hubo diferencias estadísticamente significativo entre los tratamientos los mayores porcentajes corresponden a los tratamientos inoculados, el más alto a la inoculación, por *Glomus intraradices* (77.36%) y el menor al tratamiento control (3.06%). La colonización micorrízica CM una vez que supera el 50 o 60% se considera alta, esto quiere decir que en los casos que la CM es superior a estos valores las plantas se pueden considerar como bien micorrizadas (Hernández - Dorrego, 2001).

Herrera, 1994. En el ámbito mundial, se reportan múltiples experiencias acerca de los beneficios de las micorrizas arbusculares en especies frutales, donde frecuentemente se compara el crecimiento de las plantas micorrizadas con las no micorrizadas; estas diferencias son atribuibles a una mayor absorción de nutrientes, una producción de hormonas más alta y mayores contenidos de clorofila.

Abbot y Robson, 1985. Estas diferencias se han observado en especies tropicales como *Mora excelsa*, *Prioria copaifera* en el Caribe (Trinidad y Tobago, y Panamá) y en múltiples árboles tropicales de la familia *Fabaceae*.

Powell y Santhanakrishnan, 1986. En lo que respecta a frutales, se ha utilizado la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares para evaluar su actividad en la promoción de raíces en estacas (Calvet *et al.*, 1989). De este modo, se ha probado en manzana y kiwi.

Reyes, 1997. Evaluó el efecto de *Glomus spp.*, bacterias ,vermicompostas y un testigo en el desarrollo de plántulas de aguacate la evaluación del efecto se hizo a los 200 días después del trasplante. La altura y diámetro del tallo se favorecieron con los tratamientos de vermicomposta y la micorriza *Glomus*. La vermicomposta y la multicepa *Glomus spp.*, promovieron mayor número de hojas, mayor superficie de área foliar y peso seco.

Gavito y Varela 1993. Evaluaron dos huertos productores de mango ataulfo con porta injerto criollo y el otro con el porta injerto manila demostraron que los niveles de colonización por HMA en el sistema radical, tanto de los injertos de la variedad ataulfo, como en los árboles empleados como porta injerto. Se puede observar. El incremento en colonización fue de 3.2 y 2.25 veces para los injertos de Ataulfo, y de 7.9 y 6.8 veces para las variedades Manila y Criollo, respectivamente. Los incrementos de colonización más notables se tuvieron en las variedades puras (Manila y Criollo). La diferencia en el nivel de colonización micorrízica, durante los estados fenológicos estudiados, fue estadísticamente diferente ($p \leq 0.05$).

Otros trabajos de investigación han reportado resultados favorables en la aplicación de micorrizas, estos fueron realizados en hortalizas como en el caso del tomate de cascara.

Velasco *et al.* 2001. Señalan que en las plantas de tomate de cáscara fue mayor la altura en aquellas crecidas con lombricomposta e inoculadas con *Glomus intraradices*, también señala que la mayor colonización micorrízica en tomate de cáscara, se observó a los 60 días después del trasplante.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área Experimental

La investigación se realizó en la parcela 17 ejido el pilar antes la gloria, municipio de General Cepeda, Coahuila, ubicado en 25°22 35"N 101°28 30"O, y a una altitud de 1,410 msnm en un valle rodeado por serranía y ubicado en una zona predominantemente desértica, se encuentra a 70 Km al suroeste de la ciudad de Saltillo.

Establecimiento del experimento

El experimento inició el mes de septiembre del 2015

Material Vegetativo

La semilla establecida en el experimento fue de nogal criollo de la región de Coahuila

Inoculación de la Semilla

Se prepararon las suspensiones de 250, 500 y 750 esporas por gramo de endovit, pesando 0.33, 0.66 y 1 g de producto endovit® que contiene *Glomus intraradices* (800 esporas / g de producto) en un litro de agua, el cuál fue aplicado a las nueces después del pretratamiento con agua para el ablandamiento de la cáscara.

Trasplante de las Plántulas

Después de un mes que emergieron las plántulas, se trasplantaron en surcos de 6 mts de largo y 50 cm de ancho.

Se utilizaron 4 surcos (Bloques) con 4 tratamientos cada uno distribuidos al azar.

Aplicación de las Micorrizas a las Plántulas

A los 15 días después del trasplante se inoculó nuevamente en la base del tallo la misma concentración de cada tratamiento aplicando 10 ml de cada una de las tres concentraciones utilizadas.

Descripción de Tratamientos

Se realizó una aplicación del producto en el suelo antes de la siembra se evaluaron tres dosis de endovit (*Glomus intraradices*).

Cuadro 1. Tratamientos establecidos en semilla criolla de nogal con tres dosis de Endovit (*Glomus intraradices*).

Tratamiento	Dosis
1	testigo sin inoculo
2	250 esporas/g
3	500 esporas/g
4	750 esporas/g

Diseño Estadístico

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Los resultados se analizaron por medio del paquete estadístico SAS versión 9.2. y la prueba de comparación de medias Tukey ($P < 0.05$)

Toma de Datos

Se realizaron tres mediciones en cada muestreo (30, 60 y 90 días después del trasplante) en donde se midieron al azar diez plantas en cada tratamiento de cada repetición.

Altura de Planta

Después del trasplante, se realizaron tres mediciones posteriores al trasplante de cada tratamiento y repetición. Se midió desde el cuello de la planta hasta la última hoja visible del extremo superior, usando un flexómetro. Durante los meses de octubre a diciembre del 2015

Numero de Hojas

Se hizo el conteo de manera manual en cada muestreo: Se entiende por hoja verdadera a toda hoja que crece por sobre los cotiledones. Se contaron desde el cuello hasta la última hoja visible del ápice.

Porciento de Micorrización

Colonización micorrízica: Se tomó una muestra de raíces de cada tratamiento de esos fueron analizados en el laboratorio. Se seleccionaron al azar tres trozos de raíces de cada tratamiento de 1 cm de largo por cada sistema radicular. Las raíces fueron colocadas en tubos de ensaye y se aclararon con KOH al 10% a 90°C por 30 minutos, esto ayuda a la decoloración de las raíces y luego se lavaron agua destilada de 3-4 veces posteriormente se colocaron en peróxido de hidrogeno de 10-15 minutos esto ayuda a retirar los restos de KOH y a blanquear las raíces y posteriormente se aplica el ácido acético para acidificar la solución para que el lactofenol puede teñir al hongo, después de esto fueron lavados con agua destilada las raíces clareadas y teñidas se colocaron en cajas Petri con suficiente lactofenol. En un portaobjeto y utilizando agujas de disección se colocaron diez segmentos de raíces de un cm de largo posteriormente se cubrieron con el cubreobjetos se eliminó las burbujas de aire y cada laminilla fueron observadas al microscopio. 9 laminillas de cada planta por tratamiento y repetición, obteniéndose el porcentaje de colonización del endovit. Estas mediciones se realizaron al término del experimento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente trabajo para cada una de las variables evaluadas se muestran en el Cuadro 2 en donde se observa que los tratamientos presentaron diferencias significativas para los tres parámetros y muestreos.

Cuadro 2. Cuadrados medios del ANVA en porcentaje de Micorrización, altura de planta y número de hojas de nogal criollo inoculadas con Endovit (*Glomus intraradices*)

FV	GL	% Mico	AP1	AP2	AP3	NH1	NH2	NH3
Trat	3	174.30**	3.13 **	276.96**	86.69**	4.52**	5.55**	1.63**
Rep	2	25	0.07	2.45	2.34	2.58	2.33	2.08
Error	6	30.55	0.58	14.84	7.52	1.02	1.55	1.30
C.V.		17.68	11.50	19.34	17.75	14.65	10.69	16.51

Altamente significativos ($p=0.01$) % de Mico = porcentaje de micorrización; AP1= Altura de planta. NH1= Número de hoja. Los números 1,2 y 3 corresponden al número de muestreo.

Comparación de Medias

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias para altura de planta, número de hojas y porcentaje de micorrización con inoculación de endomicorizas.

Tratamiento	% Mico	AP1	AP2	AP3	NH1	NH2	NH3
1	20.00b	7.00ba	12.23b	14.83ba	7.00ba	13.00a	6.33a
2	35.00ba	5.70b	33.57a	21.40a	7.00ba	10.33a	6.67a
3	36.67a	6.03ba	14.30b	8.50b	8.33a	12.67a	8.00a
4	33.33ba	7.97a	19.70b	17.07a	5.33b	10.67a	6.67a

% Mico= porcentaje de micorrización AP1, 2 y 3= tres muestreos de altura de planta; NH1, 2 y 3= número de hojas de tres muestreos Tukey ($p \leq 0.05$)

Porcentaje de Micorrización

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 3) muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos de porcentaje de micorrización y al realizar la prueba Tukey ($p \leq 0.05$) en donde se obtuvo el mejor tratamiento fue el 3 seguido por el 2 con un 37 y 35% de micorrización.

Esta investigación concuerda con Menge, 1980, el obtuvo en su ensayo con árboles de aguacate el porcentaje de micorrización. Encontrando diferencia significativa entre los tratamientos con mayor porcentaje a los tratamientos inoculados, con *Glomus intraradices* (77.36%) y el menor al tratamiento control (3.06%). También Gavito y Varela en 1993, encontraron diferencias en el grado de micorrización entre tipos de mango ya que se incrementó 7.5 y 6.9 veces en el grado de micorrización en mango manila y criollo y en ataulfo 2.2 veces.

Velasco *et al.* 2001. también señala que la mayor colonización micorrízica en tomate de cáscara, se observó a los 60 días después del trasplante

En este experimento falta realizar otros experimentos en donde se tome en cuenta el tipo de suelo, pH, y condiciones nutritivas además de mayor número de muestreos para obtener el óptimo en la concentración de inóculo y vida del árbol de nogal

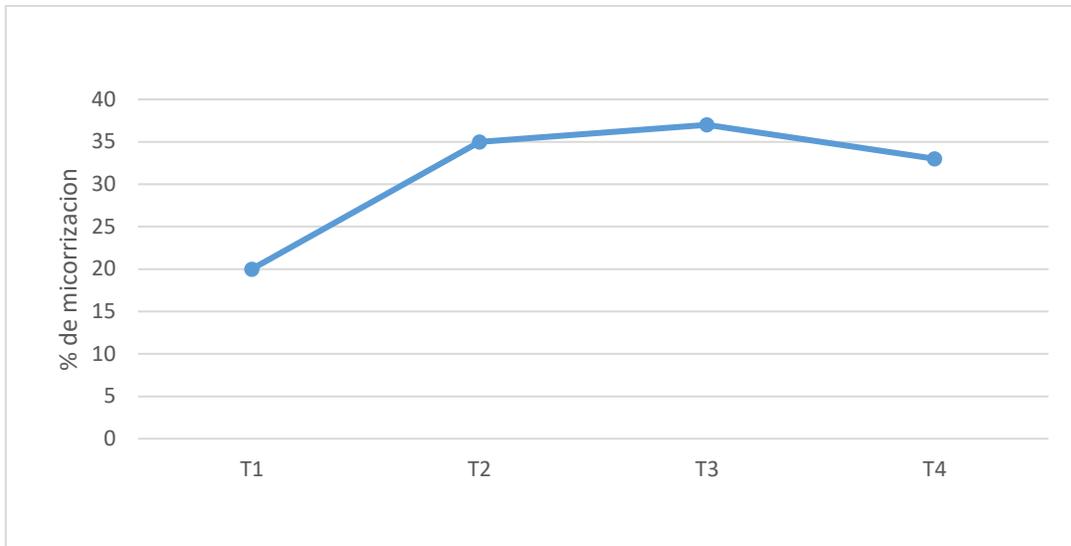


Figura 1. Porcentaje de micorrización en plantas de nogal criollo inoculadas con tres dosis de endovit (*Glomus intraradices*).

Altura de Planta

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 3) muestra que hubo diferencia significativa entre los tratamientos y aunque en el primer y tercer muestreo los resultados son estadísticamente iguales que el testigo en el segundo inoculado con 250 esporas/g de producto es dónde se encuentra la mayor altura a los 60 ddt.

Esto concuerda con Hernández - Dorrego *et al*; 2000 quienes reportan en sus experimentos con patrones de ciruelo, que el desarrollo de las plantas medidas en altura fue significativamente aumentado por la inoculación de *Glomus intraradices* fueron comparadas cuatro meses después con las no inoculadas.

Por otro lado, Menge *et al.*, 1977, concluyeron en un experimento que realizaron con plantas aguacate micorrizadas con *Glomus intraradices* que crecen más rápido y son significativamente más grandes que las plantas no micorrizadas después de tres meses y medio de inoculación. A los cuatro meses y medios de inoculación, las plantas micorrizadas son 30% más grandes que las plantas no micorrizadas.

En otros trabajos realizados se han obtenido buenos resultados en hortalizas como señala

Velasco *et al.* 200, señalan que en las plantas de tomate de cáscara fue mayor la altura en aquellas crecidas con lombricomposta e inoculadas con *Glomus intraradices*.

Numero de Hojas

En la de comparación de medias del Cuadro 3 se muestra que no existe diferencia ($p \leq 0.05$) en los tres muestreos de los tratamientos inoculados y el testigo para el número de hojas, sin embargo el tamaño de hojas no fu entre los tratamientos para la variable de número de hojas de la planta. Sin embargo y aunque no fue mediada el área foliar visualmente se notó el mayor tamaño. Aún y que la última medición se efectuó a los 120 días, quizá el grado de micorrización no fue suficiente para que se mejorara dicha variable.

Al respecto Reyes, 1997., evaluó el efecto de *Glomus spp*, bacterias, vermicompostas y un testigo en el desarrollo de plántulas de aguacate a los 200 días después del trasplante. La vermicomposta y la multicepa *Glomus spp.*, promovieron mayor número de hojas, mayor superficie de área foliar y peso seco.

CONCLUSIONES

El presente trabajo realizado en nogal criollo presentó incrementos a los 90 ddt para la dosis de inóculo de 250 esporas de Endovit en altura de planta y en la dosis de 500 esporas el mejor porcentaje de micorrización. Se recomienda el estudio de un mayor número de concentraciones o número de inoculaciones además del análisis de diferentes variedades de nogal para poder demostrar la dosis que promueva el crecimiento y efecto en la calidad de la nuez finalmente.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, G. L, Olalde, P. V; Arriaga, R. M Contreras A., R. 2008. Micorriza Arbusculares. *Ciencia Ergo Sum* 14(3): 300- 306
- Alemán F, A.B. 1887. Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser
- Aragón, P, (2004).el cultivo de nogal pecanero: sus perspectivas de producción comercialización de la nuez .FACIATEC-UACH. Mexico,:163.
- Abbott, L.K. y A.D. Robson. 1985. Factors influencing the occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizas. *Agric. Ecosystems Environ.* 35: 121-150.
- Brundrett, M. C. 2004. Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biological Reviews.* 79: 473-495
- Bullock, J.M., Kenward, R.E. & Hails, R. (2002) *Dispersal Ecology*. Blackwell Science, Oxford.
- De la Rosa, A. I. 1999. Micorrizas asociadas a los cultivos de papa, Manzano y Nogal en el área de influencia inmediata de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. p.56
- Finlay R.D. 2008. Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. *Journal of Experimental Botany*, 59:1115-1126.
- García, G. O. 2007. Efecto de Endosporas para el rendimiento y calidad en diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), bajo el sistema de hidroponía. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Gavito, M. & Varela L. (1993). Seasonal dynamics of mycorrhizal associations in maize fields under low input agriculture. *Agriculture Ecosystems and Environment*.45:275-282
- Gerdeman, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. *Annu. Rev. Phytopathology* 6: 397-418.
- Guadarrama-Chávez P., Sánchez-Gallén I., Álvarez-Sánchez J. y Ramos-Zapata J. 2004. Hongos y plantas: beneficios a diferentes escalas en micorrizas arbusculares. *Ciencias*, 73: 38- 45.
- Harley, J. L, S. E. Smith. 1983. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press, Nueva York. 605p.
- Hernández, S, y Fortis A. 2001. Agricultura organica; 1ª edición, Universidad Juarez del Estado de Durango, Durango, Mexico. p 438
- Herencia, J. F., Ruiz, J. C., Melero, S., García Galavís, P. A., Maqueda, C. 2008. a short-term comparison of organic v. conventional agriculture in a silty loam soil using two organic amendments. *journal of agricultural science* 146: 677–687.
- Herrera. C. 2004. Efecto de la micorrización en plantas de vivero de palto y cítricos bajo diferentes dosis de fertilización. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile
- Hernández-Dorrego, A. 2000. Las micorrizas, (on line). www.terraia.com.
- Hernández - Dorrego, A. 2001. Las micorrizas, (on line). www.terraia.com.
- Johnson, N. C., Tilman D. y Wedin D. 1992. Plant and soil controls on mycorrhizal fungal communities. *Ecology* 73: 2034-2043
- LIDAG S.A de C.V. 2013 Ficha técnica de ENDOVIT. Monterrey, N.L. México

- Linderman, G. R. 1977. Micorrizal Symbiosis. *Animal and plant Species* (1):181-187.
- Mengue, J. A., Davis, M., Johnson, E. y Zentmeyer, G. 1977. Mycorrhizal fungi increase growth and reduce transplant injury in avocados. *Calif. Agr.* 32(4): 6-7
- Parke, J.L., Linderman, R.G. and Trappe, J.M. 1983. Effect of rootzone temperature on endomycorrhiza and vesicular arbuscular mycorrhiza formation in disturbed and undisturbed soil of southwest Oregon, *Can J. For. Res.*, 13:657-665.
- Powell, C.L.P. y P. Santhanakrishnan. 1986. Effect of mycorrhizal inoculation and phosphorus fertilizer on the growth of hardwood cuttings of kiwi (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) in containers. *N.Z.J. Agric. Res.* 29: 263-268.
- Read D.J. 1999. Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia*, 47:376-391.
- Read, D.J. Mycorrhiza. 1987. The state of the art. En: *Mycorrhiza 2 nd* . (A. Varma y B. Hock, eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. p. 3-34
- Reyes A., J.C., A. Alarcón y R. Ferrera-Cerrato. 1997. Aspectos relacionados sobre el uso de la endomicorriza arbuscular en aguacate (*Persea americana* Mill). pp. 83- 94. In: *Memoria 1997 Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México.*
- Ruiz, S. R. 2005. Fertilización del nogal. "Diagnostico y Corrección". *Tierra Adentro* 63: 30–35.

- Santamaría, C. J. Medina, M. M. C. Rivera Gonzáles, M., Faz Contreras, R. 2002, algunos factores de suelo, agua y planta que afectan la producción y alternancia del nogal pecanero. revista fitotecnia mexicana 25: 119–125.
- Smith S.E. y Read D.J. 1997. Micorrhizal symbiosis, San diego USA, Academic. Press.
- Schuler R. S., Jackson S. E. and Storey, J. (2001): HRM and its link with strategic management. In: J. Storey (ed.): Human Resource Management: A Critical Text. London: Thomson Learning: 114-130.
- SAGARPA.2016 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) –SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). <http://www.siap.gob.mx>
- Velasco, V. J.; Ferrera, C. R. and Almaraz, S. J. J. 2001. Vermicomposta, micorriza arbuscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara. México. Terra Latinoam. 19(3):241-248.
- http://www.recercat.cat/bitstream/handle/2072/4588/hongos_micorrizas.pdf?sequence=1