

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA**



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS EN UN CULTIVO DE CHILE
JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.**

Por:

ANTONIA GONZÁLEZ ROBLERO

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS EN UN CULTIVO DE CHILE
JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Por:

ANTONIA GONZÁLEZ ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

APROBADA:


Dr. Gabriel Gallegos Morales

Asesor Principal


Dra. Silvia Yudith Martínez Amador

Coasesor


Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

Coasesor

Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE MICORRIZAS EN UN CULTIVO DE CHILE
JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

Por:

ANTONIA GONZÁLEZ ROBLERO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

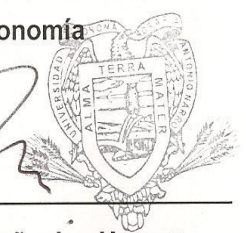
APROBADA

Asesor Principal


Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División
de Agronomía


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera


División de Agronomía

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen de Guadalupe:

Gracias por brindarnos la dicha de la salud y bienestar físico y espiritual infinitas gracias, por todo cuanto hiciste por nosotros, por nuestros profesores, nuestros padres y nuestros amigos, gracias por darme la oportunidad de terminar la carrera que significa mucho para mí, haber cumplido con una meta más en mi vida.

A mis Padres:

Reynol González Velázquez

Felipa Roblero Pérez

Gracias por su esfuerzo, dedicación y entera confianza, ustedes han sido siempre las personas que me han levantado los ánimos tanto en los momentos difíciles de mi vida estudiantil como personal.

A mis Hermanos:

Carmen, Senaida, Rosa, Estela, Esperanza, Elizabeth, Juanita, Oscar y Reynol, sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, sólo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes.

A mis Cuñados:

Hermínio, Rosario, Leonardí, Manuel, que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindando su apoyo incondicional, por su comprensión y paciencia para superar tantos momentos difíciles.

A mis Sobrinos:

Érica, Deysi, Adilene, Damaris, Esmeralda, Belén, Daniel, Jaqueline, Esteban, Diego, Yuliza, Felipa, Yoselín, Diana y Yordí, Con quienes he compartido momentos felices y a quienes agradezco la felicidad en mi familia.

A mis Amigos:

Quiero agradecer a todos los buenos amigos: Jose Jaime, Martha Trujillo, Olivia María, Lucina, Rosibel, Rosy Rocha, José Manuel, Gabriel, Elvia , José Luis, Marely ,Santo Hilarario, y Roció, porque gracias a su apoyo, a su compañía, a sus buenos consejos y por estar siempre con una palabra de aliento cuando los he necesitado.

AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Gracias por haberme dado la gran oportunidad de forjarme como profesionista en esta casa de estudios.

La presente Tesis es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente, participaron varias personas leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia, dando ánimo, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad. Gracias.

A **GreenCorp Biorganiks de México S.A. de C.V.** y al **CONACYT** por el apoyo brindado durante la implementación y desarrollo de este proyecto de investigación.

Al Dr. Gabriel Gallegos Morales

Por su amistad y confianza que deposito en mí, por su apoyo incondicional en la revisión desinteresada de este proyecto hasta la culminación del mismo. Por darme la oportunidad de compartir sus conocimientos y experiencias.

A la Dra. Silvia Yudith Martínez Amador

Por su desinteresada colaboración en la revisión y valiosas sugerencias en esta investigación.

AL Biol. Miguel Agustín Carranza Pérez

A quien agradezco por su colaboración en la revisión del presente trabajo de investigación.

AL Dr. Enrique Navarro Guerrero

A quien le doy gracias por el apoyo incondicional que me brindo, desde el momento en que lo conocí ha sido una persona muy buena a quien deseó mucha salud y bienestar.

M.C. Rebeca González Villegas

A quien agradezco su tiempo, confianza y principalmente su ayuda incondicionalmente en la revisión del presente trabajo de investigación.

M.C. Fidel Maximiano Peña Ramos

Por los consejos, el apoyo incondicional que me brindo durante todo el proceso de la siguiente investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Aspectos generales de las micorrizas.....	4
Clasificación de las micorrizas.....	5
Beneficios que proporcionan las micorrizas a las plantas.....	8
Efectos benéficos de las micorrizas para un suelo.....	10
Uso de las micorrizas en la agricultura.....	11
Formas de aplicación de las micorrizas.....	12
Generalidades de <i>Eruca sativa</i> Mill.....	13
Clasificación taxonómica.....	13
Descripción Botánica.....	13
Generalidades de <i>Brassica oleracea</i> L.....	14
Clasificación taxonómica.....	15
Descripción Botánica.....	15
Generalidades de <i>Kochia scoparia</i> L.....	17
Clasificación taxonómica.....	17
Descripción Botánica.....	17
Generalidades del <i>Capsicum annuum</i> L.....	18

Clasificación taxonómica.....	19
Descripción Botánica.....	19
Aspectos climáticos y edáficos.....	20
Importancia económica del cultivo de chile jalapeño.....	21
Superficie cultivada y rendimiento del cultivo de chile a nivel Nacional y Mundial.....	22
Antecedentes de micorrizas en el cultivo de chile jalapeño.....	23
Micorrizas en otros cultivos.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS	25
Ubicación del sitio experimental.....	25
Obtención de las micorrizas.....	25
Establecimiento del experimento.....	26
Tratamientos evaluados.....	26
Variables evaluadas.....	27
Toma de datos.....	27
Diseño experimental.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
Peso promedio de frutos por planta (PPFP).....	32
Diámetro de frutos (DF).....	34
Longitud de frutos (LF).....	35
Altura de la planta (AP).....	37
Diámetro de tallo (DT).....	39
Peso fresco de raíz (PFR).....	40
CONCLUSIONES	43
LITERATURA CITADA	44
APÉNDICE	52

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág
1	Tratamientos evaluados en condiciones de invernadero.....	27
2	Análisis de varianza y comparación de medias de peso promedio de frutos por planta en las diferentes micorrizas inoculadas en chile jalapeño.....	32
3	Análisis de varianza y comparación de medias de un bloques al azar para la variable diámetro de fruto (mm) en los diferentes tratamientos ensayados en chile jalapeño.....	34
4	Análisis de varianza y comparación de medias de la variable longitud del fruto, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.....	36
5	Análisis de varianza y comparación de medias de la variable altura de la planta, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.....	38
6	Análisis de varianza y comparación de medias de la variable diámetro de tallo, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.....	39
7	Análisis de varianza y comparación de medias de la variable peso fresco de raíz, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.....	41

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Pág
1	Análisis de varianza, de peso promedio de frutos por planta en el corte uno.....	52
2	Análisis de varianza, de peso promedio de frutos por planta en el corte dos.....	52
3	Análisis de varianza, de peso promedio de frutos por planta en el corte tres.....	52
4	Análisis de varianza, de peso promedio de frutos por planta en el corte cuatro.....	52
5	Análisis de varianza, de diámetro de frutos en el corte uno.....	53
6	Análisis de varianza, de diámetro de frutos en el corte dos.....	53
7	Análisis de varianza, de diámetro de frutos en el corte tres.....	53
8	Análisis de varianza, de diámetro de frutos en el corte cuatro.....	53
9	Análisis de varianza, de longitud de frutos en el corte uno.....	54
10	Análisis de varianza, de longitud de frutos en el corte dos.....	54
11	Análisis de varianza, de longitud de frutos en el corte tres.....	54
12	Análisis de varianza, de longitud de frutos en el corte cuatro.....	54
13	Análisis de varianza, de altura de la planta en el corte cuatro.....	55
14	Análisis de varianza, de diámetro de tallo en el corte cuatro.....	55
15	Análisis de varianza, de peso fresco de raíz en el corte cuatro.....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1	Esquema de la clasificación de las micorrizas.....	8
2	Plantas de <i>Eruca sativa</i> , <i>Kochia scoparia</i> y <i>Brassica oleracea</i> , de las cuales se obtuvieron las micorrizas.....	25
3	Micorrizas encontradas en plantas de <i>Eruca sativa</i> y <i>Kochia scoparia</i> ...	29
4	Identificación de plantas de <i>Kochia scoparia</i> , <i>Eruca sativa</i> y <i>Brassica oleracea</i>	30
5	Recuperación y observación de micorrizas después de haber dejado durante siete días en solución de auromicina, a) muestra de <i>Kochia scoparia</i> , b) ingredientes de una solución de auromicina a (1000 pm), c) después de haber dejado en proceso de desarrollo, d) observación del crecimiento micelial del hongo en el microscopio compuesto.....	31
6	Comportamiento de la variable peso promedio de frutos por planta, con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	33
7	Comportamiento de la variable diámetro del fruto , con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	35
8	Comportamiento de la variable longitud del fruto , con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	37
9	Comportamiento de la variable altura de la planta , con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	38
10	Comportamiento de la variable diámetro de tallo , con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	40
11	Comportamiento de peso fresco de raíz por planta , con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.....	42

RESUMEN

Los hongos micorrizicos son asociaciones mutualistas entre raíces y plantas, proporcionan beneficios multidisciplinarios a la planta que le ayuda a obtener un mejor vigor en todo su ciclo de vida. El objetivo de la presente investigación fue incrementar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de micorrizas, bajo condiciones de invernadero. El presente trabajo de investigación se realizó en el invernadero # 2, en el campo agrícola “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con 6 tratamientos y 15 repeticiones por tratamiento. Para llevar a cabo este análisis estadístico se utilizó el programa de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994). El análisis de varianza y la comparación de medias se realizaron a un nivel del 95% de probabilidad según TUKEY ($P \leq 0.05$), para cada uno de los tratamientos. Las Variables evaluadas fueron: a) peso promedio del fruto por planta; b) diámetro del fruto c) longitud del fruto; d) diámetro del tallo; e) altura de la planta; f) peso fresco de raíz. En general las micorrizas incrementaron el crecimiento y desarrollo en la variable peso promedio del fruto, diámetro del tallo y peso fresco de raíz, también se observa un incremento en las plantas que fueron tratadas con micorrizas de *Brassica oleracea* comparadas con el testigo. Se llegó a la conclusión que mediante la aplicación de micorrizas en las plantas incrementa significativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento de fruto de las plantas de chile jalapeño, obteniendo diferencias altamente significativas entre tratamientos.

Palabras claves: Asociación, mutualista, hongo, endomicorrizas, ectomicorrizas.

INTRODUCCIÓN

Una de las especies hortícolas de mayor importancia a nivel mundial, por su amplia distribución y su enorme capacidad de adaptación es el chile. México ocupa el segundo lugar en la producción de este cultivo, y ocupa el primer lugar en exportación a países como Estados Unidos y Canadá, lo que permite una gran entrada de divisas a nuestro país. La importancia de este cultivo ha impulsado al desarrollo de investigación que proporcione una mejor y más sofisticada tecnología para el manejo y producción de mejores rendimientos de este cultivo (SAIP, 2009).

En la República Mexicana existe una gran diversidad de chiles en cuanto a forma, sabor color, tamaño y picor. Este cultivo es de gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera durante los dos ciclos agrícolas anuales, reportándose una demanda de 120 a 150 jornales/ha (Valadez, 1996).

Los principales estados productores de chile en México son: Chihuahua, Zacatecas, Sinaloa, San Luis Potosí, Michoacán, Jalisco, Durango, Guanajuato, Baja California Sur y Veracruz, entidades que concentran más del 50 % de la superficie que se siembra y cosecha, así como el 60 % de producción.

En la actualidad la aplicación excesiva de los fertilizantes químicos en ciertos cultivos entre ellos el chile ha causado daños al medio ambiente y principalmente al suelo, cada vez con más deterioro afectando los rendimientos esperados, por lo cual se opta por la utilización de biofertilizantes como las micorrizas, que aportan grandes beneficios al suelo. El término micorriza se refiere a la asociación establecida entre las hifas de los hongos y estructuras subterráneas de muchas plantas. Se conocen varios tipos de micorrizas de acuerdo con el grupo al que pertenece el hongo participante y la manera en que están asociados a las plantas, los dos tipos más sobresalientes son la micorriza arbuscular y la ectomicorriza (Salas, 2000).

La micorriza arbuscular se caracteriza por la penetración del hongo en las células de la raíz o la parte subterránea 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).

Las ectomicorrizas se caracteriza por presencia de tres estructuras básicas: una capa o manto de tejido fúngico que envuelve las raíces, donde los hongos que la conforman pueden ser zigomycetes, ascomycetes, basidiomycetes y deuteromycetes u hongos anamorficos; un crecimiento intercelular de las hifas a manera de red entre las células epidérmicas y cordicales de la planta.

El uso de micorrizas en la agricultura permite que las plantas puedan obtener nutrientes, resistir mayor estrés ambiental entre otros beneficios, la captación creciente de los minerales del suelo por las plantas colonizadas significa que es posible considerar sustancialmente el reducir aplicaciones de fertilizantes y pesticidas y al mismo tiempo obtener altos rendimientos de cosecha , de mejor calidad y de una manera sustentable , mientras que se protege al suelo, medio ambiente y al mismo tiempo se reducen los costos de producción. Dadas las propiedades y ventajas proporcionadas por las micorrizas en otros cultivos se espera tener efectos similares en el cultivo de chile por razón que se realizó el presente trabajo experimental de evaluación de micorrizas disponibles comercial y naturalmente.

OBJETIVO

- ✓ Evaluar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de micorrizas, bajo condiciones de invernadero.

HIPÓTESIS

- ✓ Al menos una de las micorrizas aplicadas, incrementará significativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo del chile jalapeño.

REVISIÓN DE LITERATURA

Aspectos generales de las micorrizas

Las micorrizas son hongos que pueden vivir en asociación con la raíz de las plantas donde ambos se benefician incrementando su rendimiento y vigor, tal es el caso de varios cultivos de importancia económica (maíz, papa, lechuga, sorgo). La importancia de las micorrizas ha aumentado en la última década debido a numerosos reportes de efectos benéficos sobre las plantas, que van desde incrementos en la absorción de nutrimentos en el suelo, su influencia sobre las relaciones hídricas y la protección contra agentes patógenos, hasta el importante papel ecológico que estas asociaciones parecen jugar en la sucesión de especies en las comunidades vegetales naturales (Aguilera *et al.*, 2008).

La palabra micorriza se origina del griego *myco*, que significa hongo y *rhyza*, raíz; literalmente son hongos en la raíz y se define como una simbiosis mutualista entre las células de la raíz de la planta hospedera y las hifas de los hongos micorrizicos (Martínez *et al.*, 2009).

Los hongos micorrizicos arbusculares, tiene efectos como agentes de biorregulación del crecimiento, biofertilizantes y biocontrol, han tenido especial atención en el manejo de las plantas. Su uso redundo en mayores beneficios para los productores: reducción de costos de producción, manejo de productos orgánicos, obtención de plantas con mayor vigor y calidad en menor tiempo (Alarcón, 1999).

Marín (2000) en un experimento realizado aplicó Algaenzims® y la combinación de Algaenzimas más micorrizas incrementaron el desarrollo vegetativo, dando mayor área foliar y número de hojas en un cultivo de coliflor.

Los hongos micorrizicos arbusculares (HMA), estimulan positivamente el crecimiento de las plantas de tomate, también contribuyen al estado nutricional de las mismas, generando incrementos en el rendimiento y en la eficiencia de la fertilización nitrogenada (Terry *et al.*, 2006).

En experimentos realizados, con la inoculación de micorrizas arbusculares donde hubo un incremento de la fotosíntesis, siendo ésta mayor en individuos tratados con la cepa *Glomus intraradices* (Gi) que con *Glomus fasciculatum* (Gf) en comparación con las plantas testigo, lo cual se relacionó con un aumento en el grosor del mesófilo, que fue más notable en el colénquima. Sin embargo, las micorrizas no afectaron las variables relacionadas con el crecimiento, la longitud y el ancho de las hojas de agave tequilana (Pimienta *et al.*, 2009).

Clasificación de las micorrizas

En la actualidad se conoce muy poco sobre su taxonomía, debido principalmente a que no ha sido posible mantenerlos en cultivos puros aislados, lo que permitiría conocer sus estructuras de reproducción sexual, por lo que se han clasificado principalmente basándose en las características morfológicas de sus esporas. 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. (De la Rosa, 1999) menciona la clasificación taxonómica de las micorrizas dice que pertenecen a la clase Zygomycetes, orden Endogonales 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). Dentro de los cuales las más importantes de las micorrizas de acuerdo a su tipo de hifa son:

Ectomicorrizas o micorrizas ectótrofas

La característica de las ectomicorrizas (EM) es la presencia de hifas entre las células corticales de la raíz produciendo una estructura reticular llamada red de Harting. La capa puede variar extensamente en espesor, color y textura dependiendo de la combinación determinada entre la planta y el hongo.

Se encuentran en árboles de hoja ancha como el roble y la haya, y en coníferas como el pino, abeto y el arce, e incluyen a miembros de los Ascomycota o con mayor frecuencia, de los Basidiomycotina. La penetración entre las células corticales y no a través de ellas, da lugar al término *ectótrofo* que significa “que se alimenta del exterior” (Herrera, 2008).

Micorrizas endótrofas, vesículo- arbuscular o Endomicorrizas (VAM)

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. Estas estructuras dan origen a su nombre. Vesículo–arbuscular. (Blancof y Salas, 1997). En este grupo se incluye una mayor variedad de especies fúngicas y plantas arbóreas y herbáceas. Actualmente este grupo se divide en 6 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:

- **Ectendomicorrizas:** Formadas por un número limitado de hongos ascomycetes y plantas coníferas. Las hifas del hongo se desarrollan formando un manto, una red de Hartig, y un micelio extracelular al igual que las ectomicorrizas, pero la diferencia de estas es que el micelio también crece intracelularmente en las células epidérmicas y la zona cortical de la raíz.
- **Micorrizas arbusculares:** son las de mayor distribución entre las plantas, interviniendo angiospermas, gimnospermas, helechos y briofitos. Los hongos

que participan en esta simbiosis pertenecen a la división *Glomeromycota*, existen algunas variaciones estructurales dentro de este grupo, pero la mayoría de las micorrizas arbusculares están caracterizadas por la presencia de hifas intraradicales (inter e intracelulares), arbusculos (formados por la ramificación dicotómica de las hifas dentro de las células vegetales), y micelio extraradical donde se forman las esporas.

- **Micorrizas ericoides:** en esta simbiosis intervienen varias familias de plantas del orden *Ericales*, todas formadoras de pelos radicales, que se caracterizan por la falta de crecimiento secundario y por estar compuestas tal solo por el haz vascular, una o dos capas de células corticales y una capa más de células epidérmicas. La simbiosis se produce con algunos hongos de la división *Ascomycota* que desarrollan un micelio extraradical e intraradical solo entre las células epidérmicas, donde crecen intracelularmente formando un complejo de hifas ramificadas.
- **Micorrizas arbutoides:** Las plantas que dan lugar a esta asociación pertenecen a las familias ERICACEAE y PYROLACEAE del orden Ericales. Los hongos formadores de Arbutoides son prácticamente los mismos que los formadores de ectomicorrizas, y la simbiosis recuerda a las ectendomicorrizas, pero con algunas diferencias estructurales, por esta razón y por estar formada por plantas diferentes se consideran como un grupo aparte.
- **Micorrizas monotropoides:** Participan varios géneros pertenecientes a la familia MONOTROPACEAE del orden Ericales y hongos formadores de ectomicorrizas. Estructuralmente es parecida a las ectendomicorrizas pero con una estructura única de este grupo llamada gancho fúngico, consistente en una hifa corta que penetra en las células epidérmicas, otra característica especial de este grupo es que la planta es heterotrófica e incapaz de sintetizar clorofila para realizar la fotosíntesis, con lo cual necesita que el hongo le

proporcione los nutrientes carbonados que obtiene de su asociación con otras plantas cercanas.

- **Micorrizas orquideoides:** Las plantas participantes en la asociación pertenecen todas a la familia *ORCHIDACEAE* , y todas ellas necesitan establecer una asociación previa con el hongo para el establecimiento y la germinación de sus semillas, su principal característica estructural es la formación de un ovillo de hifas dentro de las células vegetales.

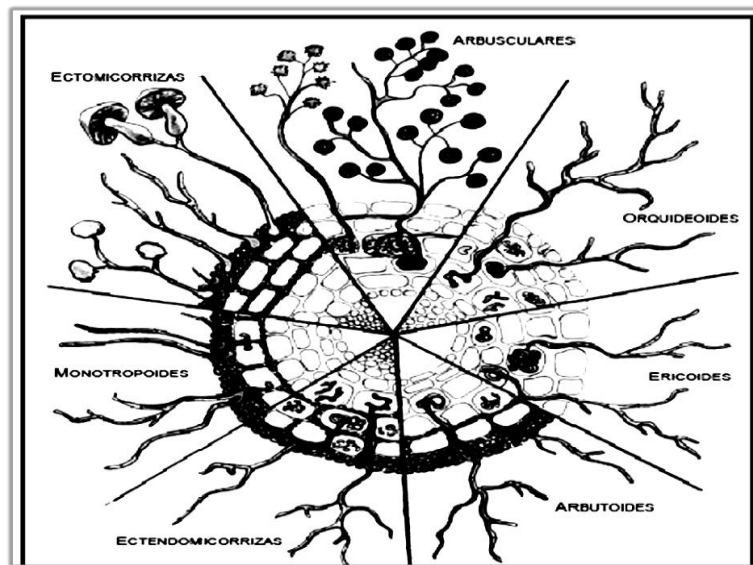


Fig. 1. Esquema de la clasificación de las micorrizas.

Beneficios que proporcionan las micorrizas a las plantas

García (2007) afirma 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 está extremadamente difundido entre los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita la toma de los alimentos por parte de las plantas superiores, en competencia con la infinita y mucho más adaptable microflora del suelo.

Linderman (1989) menciona algunos beneficios que las micorrizas proporcionan a las plantas:

- a) Una mejor asimilación de nutrientes en las plantas, lo que facilita un aumento de la producción y mayor calidad biológica de esta.
- b) Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, entre otros. Esto se debe a que facilita una adecuada evapotranspiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de estas en sentido general.
- c) Al estar mejor nutridas las plantas, promueven en estas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su sanidad sin aplicación de agroquímicos.
- d) Es sumamente importante para el crecimiento de las plantas. Esto tiene un significado mayor, en zonas o regiones, en las cuales los factores importantes para la producción agrícola se encuentra por debajo del estado óptimo para el desarrollo de las plantas (dunas de arena, suelos pobres, superficies devastadas, etc.). pero también en el cultivo de plantas bajo condiciones controladas en comparación con otras, se obtienen efectos visibles muy positivos después de la inoculación suplementaria con micorriza.
- e) 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 del manto freático. El empleo de las micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.
- f) La inoculación de las plantas con hongos micorrizicos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrientes como: N , P, K, S ,Ca ,Zn ,Mg, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros.
- g) Un aspecto de gran interés en el empleo de las micorrizas es lo relacionado a la nutrición del fósforo (**P**). Estas desempeñan un importante papel en la toma del fosforo presente en los suelos principalmente en las zonas trópicas, donde las cantidades asimilables de este elemento para las plantas son frecuentemente bajas.
- h) Generalmente bajo estas condiciones, en la zona de crecimiento radical ocurre un rápido agotamiento del fósforo, debido al pobre suministro del mismo provocado por la alta capacidad de fijación del elemento en el propio suelo. Los mecanismos

químicos involucrados en la absorción de este elemento por el hongo se desconocen, sin embargo se sabe que toma el fósforo en forma de ion ortofosfato y lo transporta a través de las hifas en forma de polifosfato también se logra una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes fosforados aplicados en suelos deficientes y con elevada capacidad de fijación de fosfatos, predominantes en las zonas tropicales. I

- i) Además del efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, favorece la absorción de fósforo, aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de nitrógeno en las plantas, el cual es deficiente en la mayoría de estos suelos.
- j) Una mayor resistencia de las plantas a las toxinas
- k) Por su parte, en suelos afectados por la presencia de metales pesados, se ha comprobado que las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, impidiendo que estos pasen a la parte aérea de la planta.

Efectos benéficos de las micorrizas para un suelo

Bagyaraj (1984) menciona que los efectos de las micorrizas (suelo-planta) están muy estrechamente relacionados. Sin embargo se puede asegurar que las micorrizas, realizan varias funciones en el suelo incrementan su potencial productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales.

- a) Las micorrizas aumentan el sistema radical de las plantas, lo que provoca el aumento en la retención física de partículas de éste, limitando la erosión causada por el agua.
- b) Las micorrizas son regeneradoras de suelos degradados, ya que facilitan el mejoramiento de la estructura de éste, incrementan sus posibilidades de retención de agua, aireación, buen drenaje y descomposición de la materia orgánica.
- c) La presencia de micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes y los pone a disposición de las plantas, viéndose incrementada la fertilidad de estos, de aquí que a mayor degradación del suelo, mayor necesidad existirá de la inoculación con estructuras fúngicas para lograr una mayor eficiencia de las micorrizas.

- d) Los suelos pobres aumentan su capacidad productiva, al ser inoculados con micorrizas, tales como los suelos semidesérticos, con altos niveles de salinización y los afectados por erosión hídrica y eólica.
- e) Las micorrizas contribuyen a mejorar la flora y fauna macrobiótica del suelo, teniendo una relación estrecha con este ecosistema en el cual se desarrollan, ya que la interacción entre los organismos establece cooperaciones muy provechosas para crear un beneficio y competencia con otros generalmente patógenos, incluso interactuando con la microfauna de la rizosfera (nemátodos, afidos, ácaros, entre otros).
- f) Las micorrizas prolongan la vida productiva de los suelos agrícolas, contribuyendo con un uso más diverso, económico y biológico.
- g) En zonas áridas y semiáridas las micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotes a captar agua para tolerar el estrés hídrico.
- h) Las micorrizas generan sustancias aglomerantes (glomalina), que actúan como cemento o aglutinantes, promoviendo una mayor capacidad y estabilidad física, química y biológica de los suelos.

Uso de micorrizas en la agricultura

Las micorrizas arbusculares (MA) son asociaciones ecológicamente mutualistas entre hongos del phylum Glomeromycota y la inmensa mayoría de las plantas, pudiendo ser una herramienta muy útil para una agricultura sustentable. Entre sus efectos beneficiosos están: mayor absorción de elementos pocos móviles como **P, Cu y Zn**; protección contra patógenos: mayor resistencia a la sequía; y contribución a la formación de la estructura del suelo.

Se muestran pasos cruciales en la producción de inoculantes y sus ventajas en cultivos de lechuga y yuca. Se produjeron inoculantes de *Glomus manihotis*, *Acaulospora lacunosa*, *Entrophospora colombiana*, *Scutellospora fulgica* y *S. heterogama*, que fueron probados tanto en invernadero como en el campo. Los mayores pesos frescos de lechuga se obtuvieron con *G. manohotis* y *S. fulgica*, mientras que *S. heterogama* produjo un resultado pobre. Con yuca la mayor

producción de tubérculos se obtuvo con *G. manihotis* y la lograda con la *A. lacunosa* no se distinguió del control, aumentando la productividad y minimizando daños ambientales (Cuenca *et al.*, 2007).

Formas de aplicación de las micorrizas

Algunas técnicas de inoculación con hongos formadores de micorrizas en los suelos son: a) Con suelo inoculante procedente de bosques naturales, b) Con raíces de plantas con micorrizas, c) Con esporas y esporocarpios.

Sánchez (1984) en su trabajo con *Abies vegarii* var. *macrocarpa* realizó la inoculación con esporas de *Pisolithus tintorius*, mezclando las esporas con agua destilada, donde luego se introdujo la raíz de las plantas al momento de efectuar el trasplante al envase. No encontró diferencias significativas en cuanto al incremento en altura de las plantas por efecto de la inoculación micorrizica.

Adicionalmente, las hifas son capaces de penetrar partes del suelo inaccesibles para las raíces y pueden competir eficientemente por los diferentes nutrimentos con muchos microorganismos de la rizosfera. Consecuentemente, el incremento en el crecimiento o biomasa de las plantas ocurre por el mejoramiento en el suministro de elementos de baja movilidad en el medio de crecimiento (Villegas y Cifuentes, 2004).

El inóculo de micorrizas arbusculares de los suelos adisoles resulto ser eficiente, ya que aumentó el crecimiento de las plantas de tomate y su rendimiento (Sánchez, 2003).

Alvarado (2004) demostró que la acidez del suelo tiene un efecto adverso en el proceso, sea por reducir el desarrollo de las raíces, por inhibir el desarrollo del hongo.

Generalidades de *Eruca sativa* Mill.

Origen

Villarreal (1983) cito que el quelite (*Eruca sativa*) es originario del Mediterráneo occidental, donde ha sido ampliamente distribuido en las Américas; especialmente abundante en el centro de México se ha registrado en Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luís Potosí, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas, probablemente ha llegado a su extensión posible es una especie exótica naturalizada.

Clasificación Taxonómica

La clasificación Taxonómica de nabo silvestre (*Eruca sativa* Mill.) según Villarreal (1983) es la siguiente.

Reyno-----Plantae
División-----Magnoliophyta
Clase-----Magnoliopsida
Orden-----Papaverales
Familia-----Brassicaceae
Genero-----*Eruca*
Especie-----*sativa* Mill.

Descripción Botánica

La planta de *Eruca sativa* es una hierba anual, bianual o perenne, con savia acuosa y frecuentemente picante, raras veces sufruticosas, generalmente ramificada desde la base, alcanza una altura de un metro.

Raíz.- Napiforme

Hojas.- inferiores de hasta 20 cm de largo, pinnatífidos o pinnadamente lobados, algunas con el lóbulo terminal más grande, las **superiores** son más pequeñas y menos profundamente divididas, a veces sésiles.

Flores.- Inflorescencia es un racimo de 1.5 a 3.0 cm de longitud, incluyendo el pedicelo de 2-5 mm, sépalos de 10 a 12 mm de largo, pétalos de 15 a 25 mm de longitud, blancos, amarillentos o verdosos, con venación morada oscura o café.

Frutos.- Silículas, de 2 a 4 cm de largo, a veces con algunos pelos, ascendentes, angostos, aplanados y terminados en pico, con un nervio medio manifiesto en las valvas, que son quilladas, el pico es aplanado y en ocasiones tan largo como el resto del fruto.

Generalidades de *Brassica oleracea* L.

Origen

La col es una planta que pertenece a la familia de las Crucíferas (Brassicaceae) su origen es el continente europeo se trata de una planta bianual, cuyo nombre científico es *Brasica oleracea*, esta especie tiene más de seis variedades de plantas, dentro de las cuales se destacan el repollo, la coliflor, la col de Bruselas y el brócoli, todas estas subespecies de la col son cultivadas en abundancia en muchas partes del planeta debido a la importancia alimentaria que poseen.

Clasificación Taxonómica

La clasificación Taxonómica del repollo (*Brassica oleracea* L.)

Reyno-----Plantae
División-----Magnoliophyta
Clase-----Magnoliopsida
Orden-----Capparales
Familia-----Brassicaceae
Genero-----*Brassica*
Especie-----*oleracea* L.

Descripción Botánica

Clasificación botánica de *Brassica oleracea*: Plantas hortícolas que poseen una raíz pivotante muy ponderosa.

Tallos.- Son erguidos, no suelen estar ramificados y se lignifican bastante. En la parte apical del tallo, aparece una llama hipertrofiada.

Hojas.- Tienen una disposición abrasadora. Las hojas al cerrarse por el ápice obligan al resto de hojas a cerrarse dando lugar a los llamados cogollos. Por eso las hojas interiores son más tiernas que las exterior, porque no les da el sol.

Aspectos Climáticos y Edáficos

Temperatura

Los repollos son algo más sensibles al frío que el brócoli, ya que responden mal a las bajas temperaturas (0°C), afectándole además las altas temperaturas ($>26^{\circ}\text{C}$). La temperatura óptima para su ciclo de cultivo oscila entre $15.5-21.5^{\circ}\text{C}$. Las variedades y su ciclo se cultivan en relación con las posibles heladas donde se presenten.

En estos casos se utilizarán variedades cuyas hojas arrojen las pellas cuando alcancen su tamaño de mercado, debiendo cosecharlas antes de que las hojas se abran y dejen de proteger la pella que puede ser dañada entonces por las heladas.

Suelo

El repollo es más exigente en cuanto al suelo, necesita suelos con buena fertilidad y con gran aporte de nitrógeno y de agua. En condiciones desfavorables no alcanzan un crecimiento óptimo, tiene preferencia por suelos porosos, no encharcados, pero que al mismo tiempo tengan capacidad de retener la humedad del suelo. El pH óptimo está alrededor de 6.5-7; en suelos más alcalinos desarrolla estados carenciales.

Frecuentemente los suelos tienen pH más bien elevado, por tanto se recomienda la aplicación de abonos que no ejerzan un efecto alcalinizante sobre el suelo. Los abonos estabilizados no solo no aumentan el pH del suelo, sino que lo pueden bajar 2 ó más unidades en el entorno inmediato de las raíces, siendo su efecto tanto más pronunciado cuanto más alto sea el pH

Generalidades de *Kochia scoparia* L.

Origen

Kochia scoparia (Coquia) es una planta anual originaria de Asia y fue introducida a América alrededor de 1900 con fines ornamentales. Es una planta dicotiledónea, anual, de la familia Quenopodiaceae.

Clasificación Taxonómica

La clasificación Taxonómica de Coquia (*Kochia scoparia* L.)

Reyno-----Plantae

División-----Magnoliophyta

Clase-----Magnoliopsida

Subclase-----Caryophyllidae

Orden-----Caryophyllales

Familia----- Quenopodiaceae

Genero-----*Kochia*

Especie-----*scoparia* L.

Descripción Botánica

Una de las características de la Kochia es que incorpora el bióxido de carbono a través de la vía C-4, estas plantas se pueden encontrar en pastizales, praderas y ecosistemas de desiertos arbustivos necesita bajo consumo de agua, crece en gran variedad de suelos, incluyendo los salinos, erosionados y con deficiencia de humedad.

Hojas.- Alterno- fasciculadas, sésiles, numerosas de 0.6-2.5cm de largo con una superficie sedosa, lineares.

Inflorescencia.- Flores axilares, solitarias o en grupos de 2 o 3.

Flores.- Apetaladas, perfectas (hermafroditas), Pubescentes, caliz pentapartido persistente, cinco estambres, exsertos, filamentos comprimidos, ovario subsésil, estilos filiformes.

Fruto. - Utrículo de 2 mm de longitud, caliz formado por 5 alas horizontales.

Semillas. - 2mm de diámetro horizontales, embrión verde.

Raíz.-Típica, fina, poco numerosa

Generalidades de *Capsicum annuum* L.

Origen

Casseres (1984) cito que el chile es originario de América, donde ha sido cultivado desde épocas muy remotas. Después del descubrimiento de América se cultivó y difundió por todo el mundo. Valadez (1989) ubico su origen en los Andes y la cuenca alta de amazonas, Perú, Bolivia y Brasil, de donde se trajo a México en donde se aclimato, siendo en este país en donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles.

Al respecto (Cárdenas y Chan, 1987) mencionan que es una planta de ciclo intermedio con floración a los 50 días después del transplante. Su maduración para el consumo en verde es de 100 a 120 días la producción es concentrada y se obtiene regularmente en dos cortes.

Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica del chile (*Capsicum annuum* L.) según (Pérez *et al.* 1997) es la siguiente.

Reyno-----Vegetal
División-----Tracheophyta
Subdivisión-----Pteropsida
Clase-----Angiospermae
Subclase-----Dicotyledonae
Orden-----Solanales
Familia-----Solanaceae
Genero-----*Capsicum*
Especie-----*Annuum* L.

Descripción Botánica

El *C. annuum* es una planta anual en zonas templadas y perenne en tropicales, es muy variable, herbácea, subarborescente, algunas veces leñosas en base, erecta muy ramificada, alcanza una altura de 1.0 a 1.5 m de altura, se cultiva como anual (Pérez *et al.*, 1997).

Raíz.- Cuenta con un sistema radicular pivotante y profundo que puede llegar a medir de 70 hasta 120 cm. La raíz principal es fuerte y frecuentemente dañada durante el trasplante, se desarrollan profundamente varias raíces laterales extendiéndose hasta 1 m, reforzadas por un número elevado de raíces adventicias.

Tallo.- Es de crecimiento limitado y erecto con una parte que en término medio puede variar entre 0.5 y 1.5 m; cuando las plantas adquieren una cierta edad los tallos se lignifican ligeramente.

Hojas.- Estas son simples y varían mucho en tamaño, son glabras o subglabras, enteras, ovales o lanceoladas y miden de 1.5 a 12 cm de largo y de 0.5 a 7.5 cm de ancho, el ápice es acuminado, la base es cuneada o aguda y el pedicelo es largo o poco aparente.

Flores.- Son generalmente solitarias, terminales, pero por la forma de ramificación parecen axilares, los pedicelos miden más de 1.5 cm de longitud, generalmente alargado y cubierta la base de frutos, la corola es rotada, campanulada dividida en 5 o 6 partes, mide de 8 a 15 mm de diámetro, blanca o verduzca con 5 o 6 estambres insertados cerca de la base de la corola, las anteras son angulosas, dehiscentes longitudinalmente, el ovario es bilocular, pero a menudo multicelular, bajo domesticación el estilo es simple, blanco o purpura, el estigma es capitado, su fecundación es claramente autogama, no superando el 10% el porcentaje de alogama.

Fruto.- Baya jugosa, inflada y suboblarga con dos o tres lóbulos incompletos, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar de escasos gramos hasta más de 500 gr (Montoya, 1992).

Aspectos Climáticos y Edáficos

El ciclo vegetativo de esta planta depende de las variedades, de la temperatura en las diferentes épocas (germinación, floración, maduración), de la duración del día y de la intensidad luminosa. El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo.

Temperatura

Es una planta exigente en temperatura. La temperatura media diaria debe ser 24 °C, los días de emergencia son de 8 a 10. A temperaturas por debajo de los 15

$^{\circ}\text{C}$ el crecimiento es lento y a 10°C el desarrollo del cultivo se paraliza, con temperaturas superiores a los 35°C la fructificación es muy débil o nula, sobre todo si el aire es seco (Valadez, 1996). Durante las fases del cultivo las temperaturas recomendables son: **Germinación** la temperatura optima 20-25 y la mínima debe de estar entre 13 y máxima 40. **Crecimiento vegetativo** la temperatura optima 20-25 (día), mínima 15 y máxima 32. **Floración y fructificación** la temperatura optima 26-28 (día), mínima 18 y máxima 35.

Luminosidad

Es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

Suelo

El cultivo del chile se adapta a diferentes tipos de suelo, pero prefiere suelos profundos de 30 a 60 cm de profundidad, francos arenosos, franco limosos o franco arcillosos con alto contenido de materia orgánica y bien drenados, el chile se adapta y desarrolla en suelos con pH de 6.5 a 7.0, aunque hay que considerar que en suelos con pH de 5.5 es necesario hacer enmiendas. Por debajo o arriba de los valores indicados no es recomendable sembrar porque afecta la disponibilidad de los nutrientes. Es muy importante conocer y considerar el pH del suelo porque indica los rangos para el buen uso y asimilación de los fertilizantes y especialmente cuando sean de origen nitrogenado.

Importancia económica del cultivo de chile jalapeño

La importancia de este cultivo radica principalmente en la superficie sembrada y la cantidad de producción, siendo México el principal proveedor de esta hortaliza a los Estados Unidos y Canadá, generando una gran entrada de divisas para nuestro país (Martínez, 2009).

En el período de 1986-87, la exportación de chile fue de 104,489 ton, correspondiendo 7, 442 ton al chile jalapeño. En México existe básicamente 3 zonas

productoras de chile jalapeño: 1) La cuenca del río Papaloapan (Veracruz y Oaxaca); 2) El norte del estado de Veracruz (municipios de Papantla, Espinal y Casones) y 3) La región de Delicias, Chihuahua, con 3,000 has de riego aproximadamente. Otras zonas con menor producción son: Jalisco, Sonora, Sinaloa y Chiapas (Chávez, 1984).

Actualmente, el chile es el noveno cultivo en importancia en México por su valor de la producción y ocupa el decimosexto lugar por la superficie sembrada. En 2006 se sembraron en México 158,000 ha que produjeron 2 millones de toneladas. Tabasco contribuyó con 921 ha y 6,000 Ton. Tabasco es el segundo productor de chile habanero (*C. chinense*) en México, con 36.5 % del total de la producción nacional (INIFAP, 1999).

Superficie cultivada y rendimiento del cultivo de chile a nivel nacional y mundial.

En 1982 el área sembrada de chile en el país fluctuó entre 70,000 y 80,000 has. Produciendo esta área más de 500,000 ton de frutos frescos y 30,000 ton de frutos secos. Los chiles de mayor importancia a nivel nacional son: el chile ancho, serrano, mirasol y jalapeño que cubren el 75 % del área total cultivada con este género (Jasso, 1994).

México ocupa el segundo lugar con una producción de 1, 853,610 ton y el tercero en superficie total cosechada, posteriormente, Turquía, Estados Unidos, España e Indonesia, representando el 25 % del volumen total de la producción de chile en el mundo. Aunque los rendimientos más grandes son logrados por los países con mejor tecnología como Holanda y Reino Unido con alrededor de 250 ton/ha. Estados Unidos y Alemania representan el 46 % de las importaciones totales de chile (Hernández *et al.*, 2008).

Del cultivo mundial de chile, se obtienen más de 15 millones de ton de una superficie de cultivo de casi 1 millón y medio de ha. En la producción de chiles, China ocupa el primer lugar, con una superficie de cultivo de más de 612,800 has, es decir

el 36 % de la superficie mundial cultivada lo que representa más de la mitad de la producción en el mundo (Meneses *et al.*, 2006).

Antecedentes de micorrizas en el cultivo de chile jalapeño

En investigaciones realizadas con ají (*Capsicum* spp.) (Rodríguez *et al.*, 2010) encontraron que en todos los tratamientos la fertilización de síntesis química + orgánica + micorrizas presentó los mejores resultados ($P < 0.05$), seguido de los tratamientos a los que se aplicó la fuente de biofertilización (microorganismos solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno). Para los suelos estudiados se concluyó que el mayor rendimiento de ají se consigue cuando se aplica al suelo una fuente química completa, más una fuente de materia orgánica, más micorrizas arbusculares. Además, que la biofertilización es un complemento de la fertilización química.

En investigaciones realizadas (Martínez *et al.*, 1999) encontraron que la utilización de hongos micorrizicos arbusculares en conjunto con vermicomposta en chile, resulto benéfica siendo factible el desarrollo vegetativo y reproductivo de esta especie.

Espinoza (2004) observo que en la inoculación de micorrizas (*Glomus intraradices*) hecha en plántulas de chile, infectadas con *Phytophthora capsici* y la combinación de ambas, se redujo el número de raíces lesionadas, causadas por *P.capsici* alcanzando un valor máximo de 70.2 lesiones, a partir del tercer día de contacto con el patógeno y 23 % de necrosis al doceavo día. Dicha precolonización de *G. intraradices* dio como resultado una menor severidad de la enfermedad, así como el 100% de supervivencia de plántulas.

Micorrizas en otros cultivos

Investigaciones de la aplicación de micorrizas en un cultivo ha demostrado buenos resultados en incrementos en rendimiento y desarrollo fenológico de dichas plantas, Velasco (2001) encontró que el mayor rendimiento de grano de sorgo se

obtuvo con la inoculación del hongo micorrizico arbuscular (HMA) *Glomus intraradices*. También en estudios realizados por (Díaz *et al.*, 2005) quien inocularon las semillas de maíz con *Glomus intraradices* y *Azospirillum brasilense*, llevando a cabo aplicaciones foliares de brasinoesteroides se establecieron testigos con y sin fertilización química, estudiando la producción de elote y grano encontrando resultados que mostraron que *G. intraradices* o *A. brasilense* aplicado en forma individual incrementaron significativamente la producción de elote y grano e inclusive igualaron o superaron al testigo fertilizado. Los microsimbiontes más la aplicación foliar de brasinoesteroides incrementaron la producción de grano de maíz.

Otros reportes como el de Díaz (1988) menciona que la inoculación de *Glomus fasciculatum* a un cultivo de papa tienen efectos benéficos en el crecimiento y rendimiento en tubérculos. Los beneficios en el crecimiento de estas plantas estuvieron en relación directa con los niveles de infección de las micorrizas en las raíces.

En investigaciones realizadas (Jarris *et al.*, 2009) remarcaron que los hongos micorrizicos arbusculares (HMA) son microorganismos del suelo que establecen relaciones simbióticas e incrementan la asimilación de nutrimentos y la tolerancia a diversos tipos de estrés biótico y abiótico en las plantas. Por su parte, los hongos adquieren fotoasimilados de las plantas para su mantenimiento.

Estos beneficios proporcionados a los cultivos favorecen en rendimiento y reducen en costo probablemente da una relación costo beneficio de los cultivos, motivo por el cual es de alta trascendencia el uso y la aplicación de micorrizas a los cultivos de importancia económica en la agricultura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del sitio experimental

Este trabajo se realizó en el invernadero # 2, del campo agrícola experimental del bajo de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mendoza (1983) cito que la localidad de estudio se encuentra geográficamente situada en las coordenadas 25 ° 22” latitud norte, longitud oeste de 101° 01´ y a una altura de 1742 msnm. En el invernadero el promedio de temperatura fue 20.2 °C y de humedad relativa 56.7 %.

Obtención de micorrizas

Micorrizas naturales; fueron extraídas de las raíces de malezas de, *Eruca sativa* (Fig. 2.a), *Kochia scoparia* (Fig.2.b), cosechadas en el campo experimental “El bajo” para el caso de las micorrizas de *Brassica oleracea* (Fig.2.c), se extrajeron del cultivo de repollo en desarrollo del mismo campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El producto comercial Siglo XXI fue proporcionado por la empresa Greecorp Biorganiks de México S.A de C.V. de Saltillo, Coahuila, México, y las micorrizas del INIFAP fueron adquiridas de una muestra del producto que este instituto distribuye a los agricultores en el Estado de Tamaulipas.

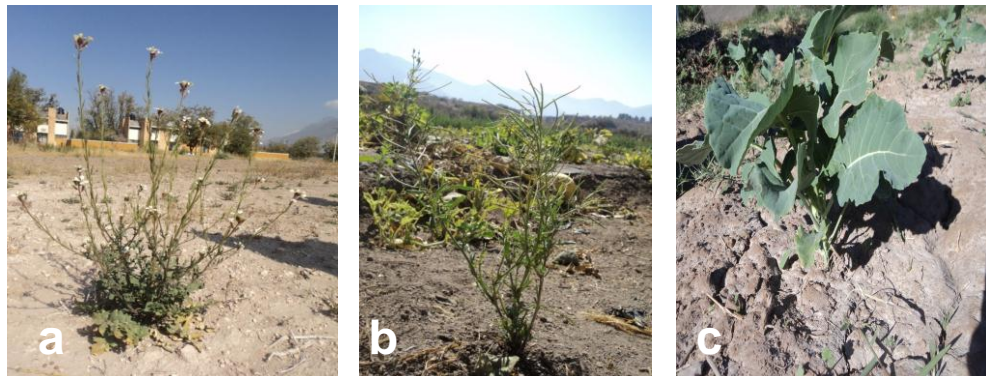


Fig. 2. Plantas de *Eruca sativa* (a), *Kochia scoparia* (b), *Brassica oleracea* (c) de las cuales se obtuvieron las micorrizas.

Establecimiento del experimento

Se utilizó la semilla de chile Jalapeño Variedad Hechiceros de Harris Morran. Antes de la aplicación de los tratamientos, se lavó la semilla para quitar el fungicida y ya lavadas se colocaron en una cartulina en donde se impregnaron con el suelo micorrizado, los productos comerciales en polvo de manera individual permitiendo que este suelo impregnara la semilla. Posteriormente se continuó con la siembra, colocando dos semillas por cavidad para germinación en condiciones de invernadero, en charolas de polietileno de 200 cavidades, empleando como sustrato “peat-moss”, en proporción 3:1 con perlita. Solamente se hizo una aplicación de cada tratamiento. La emergencia de las plántulas se presentó a los 12 días después de la siembra, permaneciendo en el invernadero por espacio de 25 días más para finalmente ser trasplantadas, teniendo una altura de aproximadamente 11 cm , se trasplantaron al invernadero del campo experimental “El Bajío”. La unidad experimental estuvo formada por 6 surcos de 15.0 m de longitud espaciados a 50 cm entre surcos. En cada surco se colocaron 15 plántulas, con una separación de 7.5 cm entre estas. Enseguida se instaló el sistema de riego por goteo con cintilla calibre 600.

Tratamientos evaluados

Se determinó el efecto que tiene las micorrizas en el cultivo de chile jalapeño, para ello se utilizó un suelo de tres micorrizas naturales, *Eruca sativa*, *Brassica oleracea*, *Kochia scoparia* y dos comerciales Inifap y Siglo XXI. Las tres micorrizas naturales se recuperaron recolectando suelo y de las raíces de las plantas que mostraron micorrizas, utilizándose de manera directa para impregnar la semilla de chile, al igual que las comerciales. El experimento consistió en evaluar 6 tratamientos incluyendo el testigo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en condiciones de invernadero

Tratamientos	Repeticiones
T1.Testigo	15 Plantas
T2.Micorriza Siglo XXI	15 Plantas
T3.Micorriza <i>Brassica oleracea</i>	15 plantas
T4.Micorriza <i>Kochia scoparia</i>	15 Plantas
T5.Micorriza Inifap	15 Plantas
T6.Micorriza <i>Eruca sativa</i>	15 Plantas

Variables evaluadas

Peso promedio de frutos por planta (PPFP), diámetro de frutos (DF), longitud de frutos (LF), altura de la planta (AP), diámetro del tallo (DT), peso fresco de raíces (PFR).

Toma de Datos

Las variables de peso de frutos por planta (PF), diámetro de tallo (DT), longitud de frutos (LF) fueron tomadas en cuatro cortes que se realizaron durante el ciclo del cultivo, mientras que altura de la planta (AP), diámetro de tallo (DT) y peso fresco de raíz (PFR) fueron evaluadas en el último corte.

Peso de frutos por planta: para analizar este parámetro se utilizaron bolsas etiquetadas con el respectivo tratamiento, pesando en una balanza analítica el total de frutos y una muestra de 15 individuos.

Diámetro de frutos: se tomaron las 15 repeticiones de cada tratamiento y se midió el diámetro de cada fruto cosechado con un Vernier.

Longitud de frutos: se tomó con ayuda de un Vernier, midiendo la longitud de frutos cosechados, las cuales fueron 15 plantas por tratamiento y se hicieron 4 cosechas, reportándose la longitud en centímetros (mm).

Altura de la planta: se llevó acabo con una cinta métrica, tomando la altura desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja de mayor crecimiento, para luego obtener un promedio entre ellas. Esta variable se evaluó en el cuarto y último corte de la cosecha.

Diámetro de tallo: Para analizar este parámetro se necesitó de la ayuda de un Vernier, en cual se midió la base de la planta correspondiente a cada tratamiento con sus respectivas repeticiones.

Peso fresco de raíces: Se sacaron (15) plantas cuidadosamente de cada tratamiento quitando con agua corriente el suelo de toda la raíz, enseguida se cortó (trozo) la raíz y ya seca, esta se pesó de manera individual en una balanza analítica.

Diseño estadístico

El diseño experimental utilizado fue diseño bloques al azar, con 6 tratamientos y 15 repeticiones. Para llevar a cabo este análisis estadístico se utilizó el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Olivares, 1994). El análisis de varianza y la comparación de medias para detectar si existen diferencias significativas, se realizó a un nivel del 95% de probabilidad según Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1) Obtención de micorrizas naturales

Se recolectaron plantas de malezas de *Kochia scoparia*, *Eruca sativa* y *Brassica oleraceae* en el campo experimental “El bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Estas plantas se observaron durante la temporada de verano - invierno vigorosas y verdes diferenciándose de las demás por su vigor y altura.

Al extraer las plantas del suelo se observó un manto blanco alrededor de la raíz, característico de micorrizas (Herrera, 2008) (Fig. 3.a), además del suelo adherido a la raíz (Jarris *et al.*, 2009) (Fig.3.b).se colecto el suelo adherido a la raíz de cada una de las plantas para posteriormente usarse como fuente de micorrizas en los tratamientos y parte de la raíz manteniéndola en solución nutritiva para un factible crecimiento del hongo.

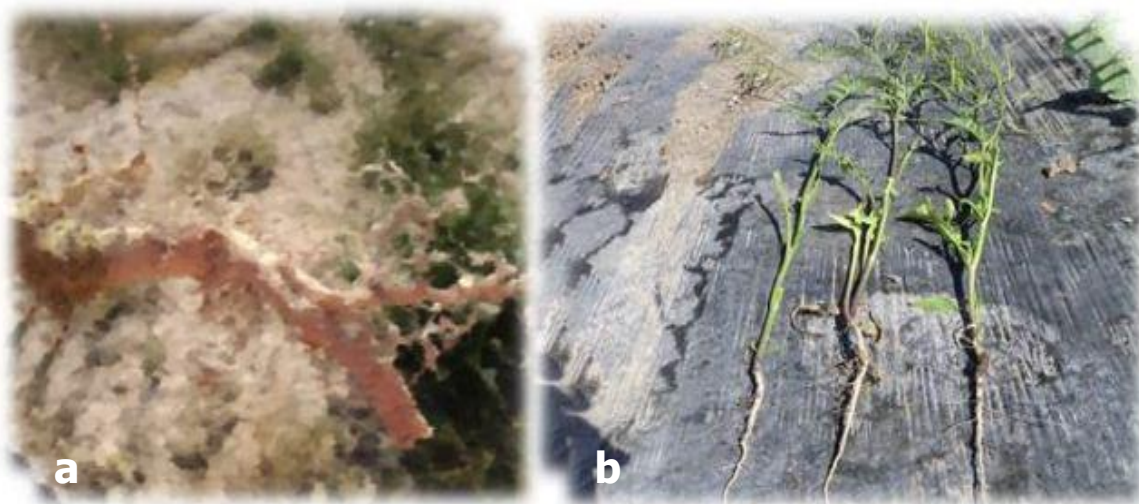


Fig. 3. Micorrizas encontradas en plantas de *Eruca sativa* (a) y *Kochia escoparia* (b) observándose algo algodónoso en la parte exterior de la raíz de las plantas.

2) Identificación de malezas *Eruca sativa* y *Kochia scoparia*

Kochia scoparia es una planta ramificada que puede alcanzar hasta una altura de 1.5 m de alto, con tallos erectos, ramificados desde la base, amarillos o rojizos con la edad. Hojas alternas, numerosas, pequeñas y suaves, flores axilares solitarias, raíz poco ramificada (Fig. 4. a). *Eruca sativa* son plantas silvestres, hojas alternas, partidas en la parte inferior y las superiores son más pequeñas y menos partidas, flores vistosas con cuatro pétalos y nervaduras café en forma de cruz de color blanco y raíz abundante. (Fig. 4.b) coincidiendo lo anterior con la clasificación descrita por Villarreal (1983).

Brassica oleracea: es una hortaliza, las hojas en la base son de forma ovalada de color verde claro mientras que las del interior son blancas y tienen una posición abrasadora ,tallo corto engrosado y raíz abundante (Fig.4.c).

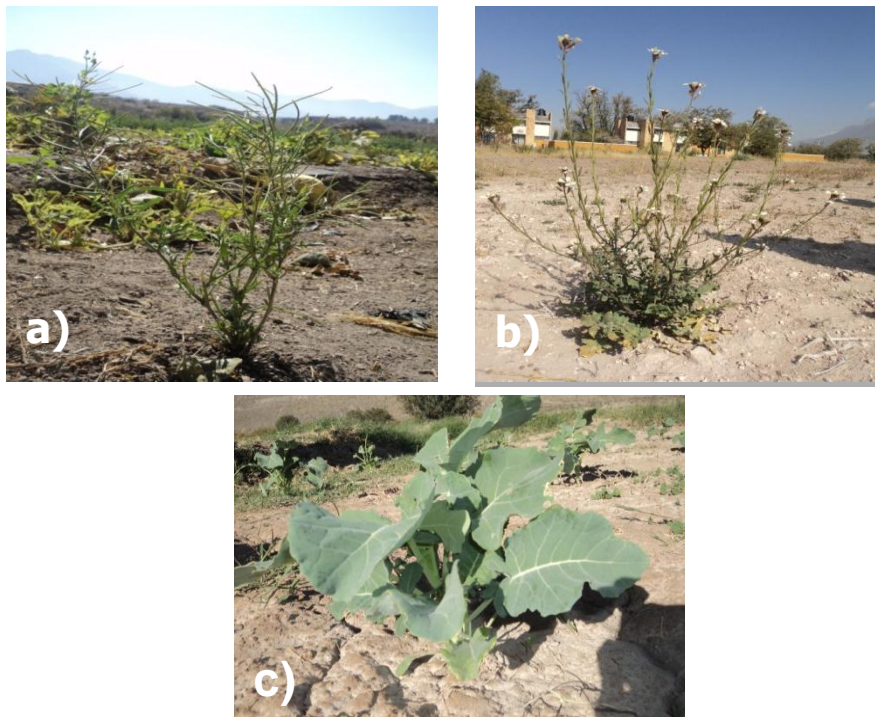


Fig.4.-Plantas usadas como fuente de micorrizas naturales, cosechando en el campo experimental “El bajo” a) *Kochia scoparia* b) *Eruca sativa* y c) *Brassica oleracea*.

Las micorrizas obtenidas de estas plantas (Fig. 5.a) mostrarán micelio abundante y fueron cosechadas junto con el (Fig. 5.b), después parte de las raíces se colocaron en una solución de auromicina (1000 ppm) para el desarrollo y esporulación de las micorrizas (Fig. 5.c). Siete días de haber dejado en proceso de desarrollo se retiraron de esta solución para ser observadas al microscopio compuesto (Fig. 5.d).

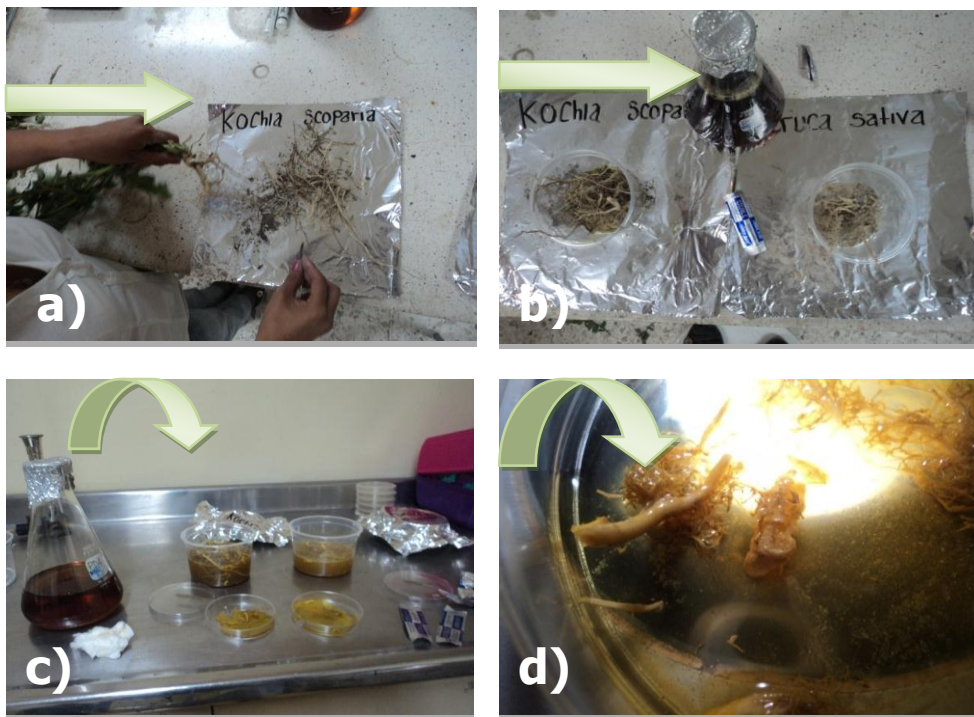


Fig. 5.- Recuperación y observación de micorrizas

- a) muestra de *Kochia scoparia*, b) ingredientes de una solución de euromicina (1000 ppm), c) después de siete días de haber dejado en proceso de desarrollo, d) observación del crecimiento micelial del hongo, en microscopio compuesto.

3) Evaluación del efecto de micorrizas sobre el desarrollo del cultivo de chile jalapeño.

Durante el desarrollo de esta investigación se evaluaron diferentes variables cuyos resultados fueron.

Peso promedio de frutos por planta (PPFP)

El análisis de varianza para esta variable se observa en el (Cuadro 2) donde se aprecia una alta significancia ($P \leq 0.05$) respecto del testigo. En esta variable los tratamientos que sobresalieron fueron micorriza siglo XXI y *Brassica oleracea*, que mostrarán un mayor rendimiento de frutos por planta, en la primera fecha de evaluación, comportamiento similar en los siguientes cortes. Lo anterior indica los diferentes tipos de micorrizas muestran un efecto diferente al testigo reflejándose este en los rendimientos (Figura 6). Con base en el comportamiento de esta variable se deduce que uno de las micorrizas incrementa de una forma económicamente importante el rendimiento del chile jalapeño, resultados similares reportados por (Araujo *et al.*, 2010) quienes observaron un incremento en el rendimiento del ají al aplicar ectomicorrizas, lo anterior está ampliamente documentado ya que el uso de micorrizas mejora la materia orgánica del suelo, además la microflora de microorganismos facilita la translocación de elementos (García, 2007).

Cuadro 2.- Análisis de varianza y comparación de medias de peso promedio de frutos por planta en las diferentes micorrizas inoculadas en chile jalapeño.

Tratamientos	Fechas de cortes de fruto				Media
	11/09/10	22/09/10	02/10/10	18/10/10	
Peso de fruto/planta (gr)					
T1. Testigo	0.0357C	0.0741B	0.0830C	0.4188BC	0.15290A*
T2. M. siglo XXI	0.3087A	0.1613A	0.2697A	0.3747C	0.27860A
T3. M. <i>Brassica oleraceae</i>	0.2155AB	0.1095B	0.1960AB	0.7453A	0.30907A
T4. M. <i>Kochia scoparia</i>	0.0930C	0.1537AB	0.0770C	0.6587AB	0.24560A
T5. M. inifap	0.1060BC	0.0971B	0.1423BC	0.4491BC	0.19862A
T6. M. <i>Eruca sativa</i>	0.1239BC	0.2260A	0.1747ABC	0.4196BC	0.23605A
C.V. (%)	74.26	72.34	60.00	50.39	39.40

*= Promedios seguidos de la misma letra, las columnas, son estadísticamente iguales TUKEY, $P=0.05$ C.V.= Coeficiente de variación M= Micorriza

En la Figura 6, se observa que los tratamientos T3 y T4, fueron los que presentaron los niveles más altos para peso de fruto por planta en el corte cuatro, siguiéndole los tratamientos T5 y T6 en comparación con el testigo, lo anterior coincide con Velasco (2001) que obtuvo resultados similares en investigaciones sobre la adición de Vermicomposta e inoculación con el hongo endomicorrizico arbuscular *Glomus intraradices* evaluando la producción de tomate de cáscara, encontrando efectos positivos en rendimiento, por el cual la micorriza arbuscular y la Vermicomposta pueden ser buena herramienta para la producción orgánica de Solanáceas, ya que el hongo micorrizico aparte de proporcionarle grandes beneficios, también le facilita la absorción de fósforo a la planta. Por otro lado Medel (2011) en investigaciones realizadas con un cultivo de sorgo aplicando micorrizas del género *Glomus* y fertilización química, concluyo que en la producción de grano de sorgo, hubo incremento de rendimiento respecto a los demás tratamientos por lo cual es recomendable el uso de micorrizas más fertilizante químico.

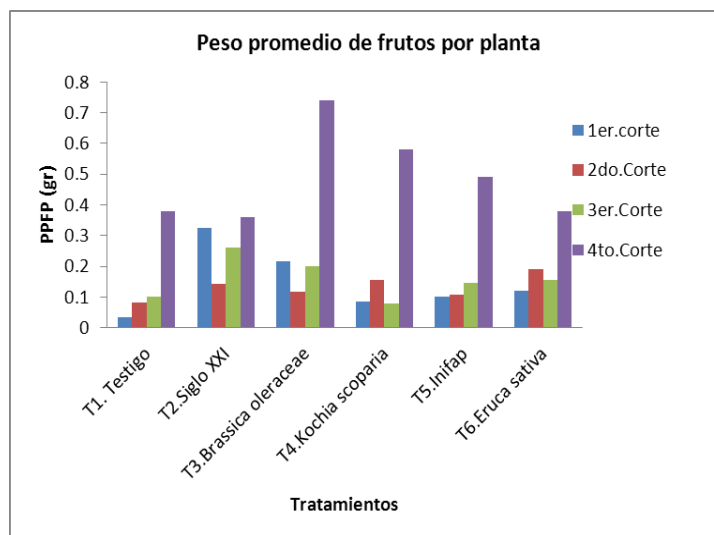


Fig. 6. Comportamiento de la variable peso promedio de frutos por planta, con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.

Diámetro de fruto (DF)

El análisis de varianza realizado para la variable diámetro de fruto (DF) mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) en las dos últimas fechas de muestreo (Cuadro 3) entre tratamientos. Mientras que en las dos primeras fechas de muestreo no hubo diferencia significativa estadísticamente entre tratamientos. Con respecto a esta variable el tratamiento 5 (INIFAP) y 6 (*Eruca sativa*), fueron donde se obtuvieron resultados positivos en todas las fechas de muestreo en comparación con el testigo.

Cuadro 3.- Análisis de varianza y comparación de medias, de un bloques al azar para la variable diámetro de fruto (mm) en los diferentes tratamientos ensayados en chile jalapeño.

Tratamientos	Fechas de cortes de fruto				Media
	11/09/10	22/09/10	02/10/10	18/10/10	
Diámetro de fruto (mm)					
T1. Testigo	28.0766A	25.0240A*	22.3927BC	20.3853B	23.96990A*
T2. M. siglo XXI	28.7126A	24.8313A	20.7420C	19.4480B	23.43347A
T3. M. <i>Brasica oleraceae</i>	26.7919A	26.0646A	22.7927BC	21.5300AB	24.29480A
T4. M. <i>Kochia scoparia</i>	27.3659A	24.7300A	20.8113C	20.8007B	23.42697A
T5. M. inifap	30.0566A	26.5239A	23.7807AB	24.3660A	26.18179A
T6. M. <i>Eruca sativa</i>	26.9360A	24.9713A	26.4000A	22.0120AB	25.07982A
C.V. (%)	11.93	11.70	11.71	12.70	5.22

*= Promedios seguidos de la misma letra, las columnas, son estadísticamente iguales TUKEY, $P=0.05$
C.V.=Coeficiente de variación M= Micorrizas

Como se muestra en la (Figura 7) los tratamientos T2 y T5; fueron los que presentaron los niveles más altos en diámetro de fruto por planta en el primer corte, en comparación con el testigo, obteniendo resultados similares en las siguientes cosechas. Lo anterior coincide con (Terry *et al.*, 2002) quienes con la inoculación de micorrizas de *Glomus clarum*- *Azotobacter* detectaron un incremento de diámetro

del fruto en chile serrano. Mientras que Sánchez (2006) mediante la aplicación de micorrizas obtuvo plantas bien desarrolladas, tallos gruesos, y un buen desarrollo radical del cultivo de tomate.

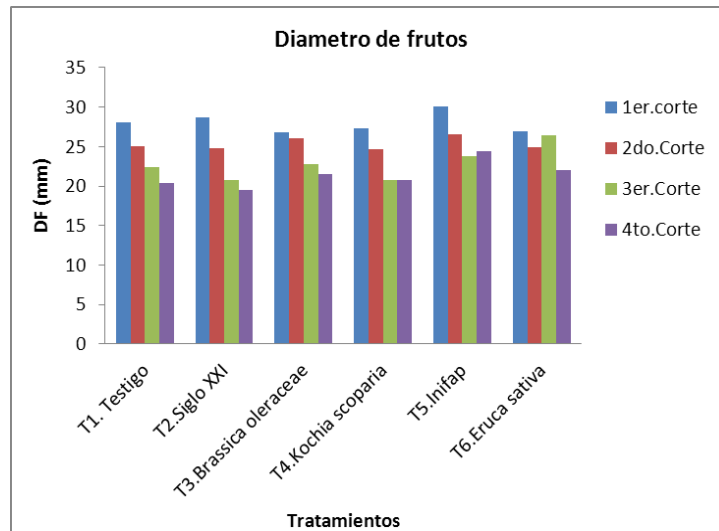


Fig.7. Comportamiento de la variable diámetro del fruto con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.

Longitud de fruto (LF)

El análisis de varianza realizado para la variable longitud de fruto (LF) no mostró diferencias significativas entre tratamientos en las dos primeras fechas de muestreo (Cuadro 4), mientras que en las dos últimas fechas de muestreo hubo diferencia altamente significativa ($P \leq 0.05$). Los resultados más sobresalientes se presentaron en plantas tratadas con micorrizas de INIFAP, *Eruca sativa* y siglo XXI, en todos los muestreos, coincidiendo los resultados de esta investigación con los encontrados por otros investigadores. Baldaquín (2004) evaluó el tratamiento micorriza + materia orgánica en el cultivo de tomate, detectó un incremento en el número de frutos por planta y un mejor vigor, lo cual se ve reflejado en el rendimiento. También menciono que conforme avanza la edad de las plantas los frutos fueron más pequeños y con una longitud mucho más baja.

Cuadro 4.- Análisis de varianza y comparación de medias de la variable longitud del fruto, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.

Tratamientos	Fechas de cortes de fruto				Media
	11/09/10	22/09/10	02/10/10	18/10/10	
Longitud de fruto (mm)					
T1. Testigo	88.4099A*	83.6193A*	73.1873B	67.4793A	78.17395A*
T2. M. siglo XXI	91.7673A	82.3533A	71.3553BC	70.5747AB	79.01260A
T3. M. <i>Brassica oleraceae</i>	88.5493A	85.7966A	75.6907B	73.8520AB	80.97214A
T4. M. <i>Kochia scoparia</i>	83.5426A	86.9226A	63.8693C	66.9753B	75.32745A
T5. M. inifap	94.6526A	82.8566A	72.6787B	74.6287A	81.20414A
T6. M. <i>Eruca sativa</i>	91.9566A	85.2340A	85.6200 ^a	73.6900AB	84.12515A
C.V. (%)	14.26	8.83	9.62	9.41	4.76

*= Promedios seguidos de la misma letra, las columnas, son estadísticamente iguales TUKEY, P=0.05
C.V.=Coeficiente de variación M= Micorrizas

Como se muestra en la (Figura 8) los tratamientos T2, T5 y T6; fueron los que presentaron los niveles más altos en longitud del fruto en el primer corte, en comparación con el testigo (T1) en el segundo corte sobresalieron las plantas tratadas con micorrizas de *Brassica oleracea* y *Kochia scoparia*, mientras que en el tercer muestreo el tratamiento sobresaliente fue con micorrizas de *Eruca sativa* y en el último muestreo se mantuvo el comportamiento de los diferentes tratamientos en comparación con el testigo.

Lo anterior coincide con Ferrera (1999) quien obtuvo resultados similares mediante la utilización de hongos micorrizicos más vermicomposta en un cultivo de chile serrano.

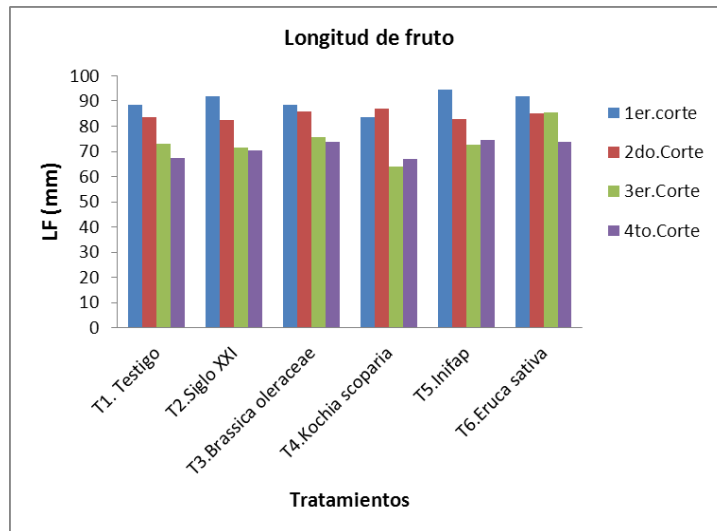


Fig. 8 .Comportamiento de la variable longitud del fruto con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.

Altura de la planta (AP)

El análisis de varianza analizado para la variable altura de planta no mostró diferencias significativas para ninguno de los tratamientos (Cuadro 5).

Con respecto a la altura de planta el T5, donde se aplicó micorrizas de INIFAP, se observó una mayor altura respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos (T3 y T4) tuvieron resultados similares (Figura 9). Estos resultados coinciden con los de Verdugo (2000) quien utilizó una micorriza arbuscular que promovió el desarrollo de plantas de chile jalapeño, especialmente en crecimiento vegetativo (altura de la planta y diámetro del tallo) favoreciendo hasta con un 110 % más la altura con respecto al testigo.

Cuadro 5.- Análisis de varianza y comparación de medias de la variable altura de la planta, en los diferentes tratamientos micorrizicos en chile jalapeño.

Fecha de corte

Tratamientos	18/10/10
	Altura de la planta (cm)
T1. Testigo	104.1333A*
T2. M. siglo XXI	105.5999A
T3. M. <i>Brassica oleraceae</i>	113.5999A
T4. M. <i>kochia scoparia</i>	108.9333A
T5. M. inifap	115.3333A
T6. M. <i>Eruca sativa</i>	107.1333A
C.V. (%)	21.73

* Promedios seguidos de la misma letra, las columnas, son estadísticamente iguales TUKEY, P=0.05)
C.V.=Coeficiente de variación M= Micorriza

Como se muestra en la (Figura 9) los tratamientos T3 y T5 fueron los que presentaron los niveles más altos de altura de planta en comparación con el testigo, lo anterior coincide con Leyva (2006) que obtuvo resultados similares en tomate, al evaluar Micorrizas- Rizobacterias. Los resultados mostraron un efecto positivo en la coinoculación en el crecimiento de las plántulas, siendo la altura superior hasta en un 23%. La coinoculación potencio además la población de ambos microorganismos en la rizósfera del cultivo

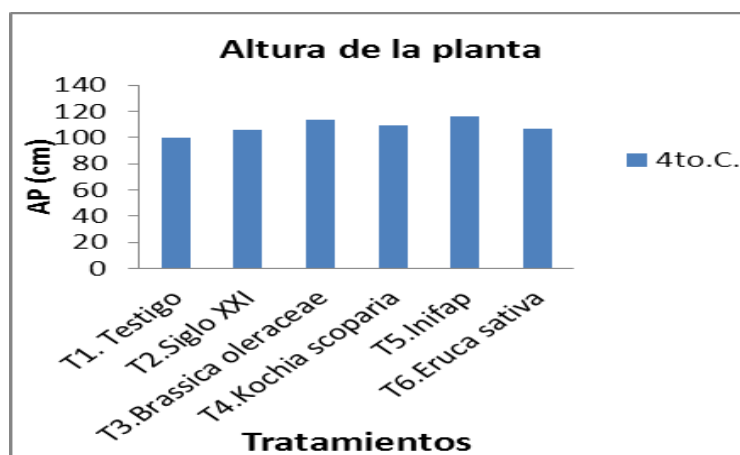


Fig.9. Comportamiento de la variable altura de la planta con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño, bajo condiciones de invernadero.

Diametro de tallo (DT)

El análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (DT) mostró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 6). Lo anterior es soportado en la (Figura 10) donde se puede apreciar que todos los tratamientos fueron superiores al testigo en relación al diámetro de tallo, sobresalieron por un mayor diámetro los T3, T6 y T2. Estos resultados probablemente se debieron a la influencia de los microorganismos que se aplicaron a cada uno de los tratamientos, ya que al desarrollarse las micorrizas envían los nutrientes hacia los tallos. Al respecto (Manjarrez *et al.*, 1999) realizaron investigaciones en Chile serrano aplicando micorrizas y vermicomposta donde observaron incrementos en biomasa, peso seco de follaje y diámetro de tallo.

Cuadro. 6.- Análisis de varianza y comparación de medias de diámetro de tallo, en los diferentes tratamientos micorrizicos en Chile jalapeño.

<u>Fecha de muestreo</u>	
<u>Tratamientos</u>	<u>18/10/10</u>
<u>Diámetro de tallo (mm)</u>	
T1 Testigo	10.4167C
T2 M. Siglo XXI	14.0267AB
T3 M. <i>Brassica oleraceae</i>	16.5273A
T4 M. <i>Kochia scoparia</i>	12.7140BC
T5 M. inifap	14.6080AB
T6 M. <i>Eruca sativa</i>	15.2727AB
C.V. (%)	20.51

C.V.=Coeficiente de variación M= Micorriza

Como se muestra en la (Figura 10) todos los tratamientos fueron superiores al testigo sobresaliendo el T3, T5 y T6, en relación a diámetro de tallo. Lo anterior coincide con Hernández (2004) quien obtuvo resultados similares en estudios realizados en cultivo de tomate, utilizo micorrizas arbusculares y bacterias rizosféricas como alternativa a la nutrición mineral de tomate, la respuesta de los biofertilizantes fueron positivos en la fase de semillero en donde los dos microorganismos influyeron en la absorción de nitrógeno y fósforo, ya que se vio reflejado en los diámetros de tallo que presentaron más vigor.

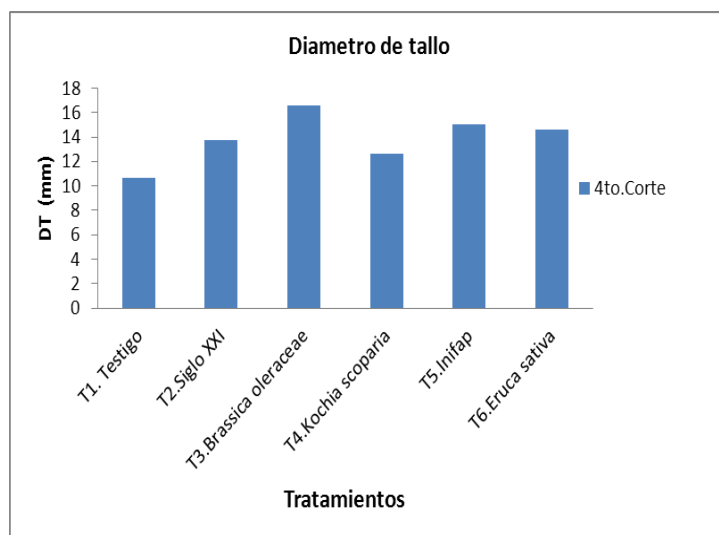


Fig .10.Comportamiento de la variable diámetro de tallo con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño bajo condiciones de invernadero.

Peso fresco de raíz (PFR)

El análisis de varianza para la variable de peso fresco de raíz (PFR) muestra diferencia altamente significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 7). Para peso fresco de raíz todos los tratamientos muestran superioridad a excepción el T2 en relación al testigo. Se concluye que las micorrizas naturales incrementaron el peso fresco de la raíz de las plantas de chile jalapeño ya que el mejor tratamiento fue detectado en las plantas tratadas con micorrizas de *Brassica oleracea* seguido de la

micorriza de *Eruca sativa*, luego el de *Kochia scoparia* y los demás tratamientos con valores más bajos. Esto probablemente se deba al mayor porcentaje de esporas impregnadas en las semillas. Los resultados obtenidos coinciden con (Nieva *et al.*, 2004) quienes encontraron un porcentaje mayor de colonización y desarrollo de un micelio exterior abundante, obteniendo los valores más altos en las variables diámetro de tallo y peso seco de raíz de plantas de chile ancho.

Cuadro 7.- Análisis de varianza y comparación de medias de peso fresco de raíz (gr) en los diferentes tratamientos ensayados en chile jalapeño.

	<u>Fecha de muestreo</u>
Tratamientos	18/10/10
	Peso fresco de raíz (gr)
T1 Testigo	12.2200CD
T2 M. siglo XXI	10.7800D
T3 M. <i>Brassica oleraceae</i>	18.4600A
T4 M. <i>Kochia scoparia</i>	15.6000ABC
T5 M. inifap	14.2400BCD
T6 M. <i>Eruca sativa</i>	16.0600AB
C.V. (%)	24.51

C.V.=Coeficiente de variación M=Micorriza

como se muestra en la (Figura 11) los tratamientos T3 y T6, fueron los que presentaron los niveles más altos en el peso fresco de raíz, en comparación con el testigo, lo anterior coincide con Velazco (1996) quien al aplicar tres tratamientos como: biofertilizantes, rizobacterias y hongos micorrizicos en cultivo de tomate y cebolla observaron aumentos en altura de la planta de 26.63 y 101.36 %, mientras que para la longitud radical del 41,62 y 119.74% para tomate, y de 26.97 , 65.7 % y 146.34 % para el caso de cebolla, respectivamente. En este estudio el mejor tratamiento se obtuvo mediante la aplicación de micorrizas de *Brassica oleracea*, más sin embargo las plantas tratadas con otras micorrizas dieron resultados

positivos. Por otro lado, Rivera (2005) menciona que al inocularse micorrizas en semillas existe más la posibilidad de un aumento de dichas poblaciones de Micorriza Arbuscular ya que crea mejores condiciones en la rizosfera para el desarrollo de bacterias acompañantes a través de un mayor intercambio de sustancias de esa manera proporcionan mayores beneficios a las plantas y generan un buen desarrollo de esta.

Mientras que Alvarado (2004) señaló que la acidez del suelo tiene un efecto adverso en el proceso ya sea por reducir el desarrollo de las raíces y/o inhibir el desarrollo del hongo o ambas.

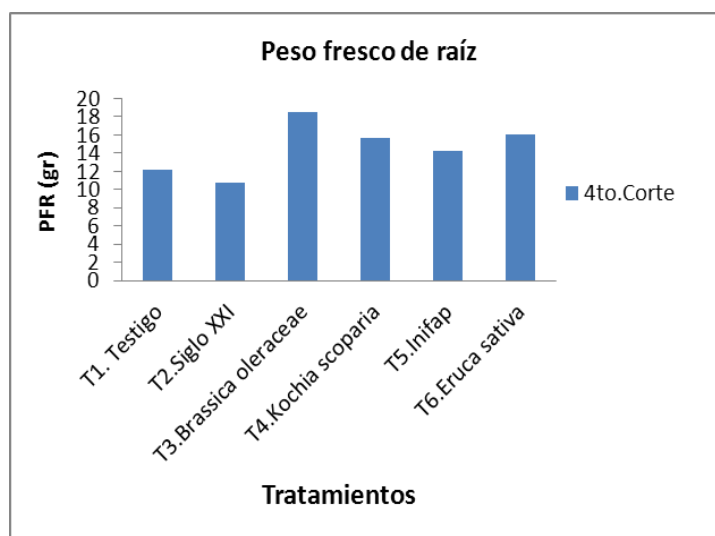


Fig.11. Comportamiento de peso fresco de raíz por planta, con diferentes tratamientos de micorrizas en chile jalapeño bajo condiciones de invernadero.

CONCLUSIONES

De los resultados experimentales de este estudio se puede concluir que las micorrizas tuvieron efectos positivos en el cultivo de chile jalapeño, ya que incrementaron su rendimiento de frutos, diámetro de frutos, longitud de frutos y altura de la planta, corroborando de esta forma todos los beneficios que los hongos proporcionan a las plantas y al suelo.

Acorde a los resultados obtenidos se comprobó que las micorrizas de *Brassica oleracea*, presentaron efectos positivos en peso promedio de frutos por planta, diámetro de tallo y peso fresco de raíz, superando al resto de las micorrizas así como al testigo.

Las micorrizas son alternativas para incrementar la producción en plantas cultivadas.

LITERATURA CITADA

- Aguilera, G. L; Olalde, P. V; Arriaga, R. M; Contreras A., R. 2008. Micorrizas Arbusculares. *Ciencia Ergo Sum* 14(3): 300-306.
- Alarcón, A. R. 1999.-Manejo de la micorriza arbuscular en sistema de propagación de plantas frutícolas. *Terra Latinoamericana* 17(3): 179-191.
- Alvarado, M.A .2004.- Evaluación de presencia de micorrizas en plantaciones de (*Tectona grandis*). *Agronomía Costarricense* 29(1):80-8.
- Alvarado, A. F; Chavarría, M. J; Guerrero, R. C; Boniche, J. V; Navarro J.R.2004. Características edáficas y presencia de micorrizas en plantaciones de Teca en Costa Rica. *Agronomía costarricense* 28(1):89-100.
- Araujo, R. E; Benavides, M. B y Flores, J. M. 2010. Efecto de la fertilización en nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum* spp) en el valle de cauca, Colombia. *Investigaciones de la Universidad Nacional de Colombia* 32:12-15.
- Bagyaraj, D. J. F.1984. Biological Interactions with VA by micorrizal Fungi.in: VA Micorriza. Boca Raton, Florida 59(1):131-153.
- Baldaquín, H. M. 2004. Efecto de los hongos micorrizogenos arbusculares en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Agrícolas de Manzanillo, Bayazo, Granma. www.udg.co.cu.

- Blancof, A. F y Salas, A. 1997. Micorrizas en la Agricultura: Contexto Mundial e Investigación Realizada en Costa Rica. *Agronomía Costaricense* 21: 55-67.
- Cárdenas, I. E. y Chan, C. J. 1987. Fecha y método de siembra y protección contra el frío en almácigos de chile jalapeño. *Campo Agrícola Experimental*. SLP: CIANOC-INISS-SARH, San luis potosí pp. 23.
- Casseres, E. 1984. Producción de Hortalizas. Tercera Edición, Primera Reimpresión. Editorial II. San José Costa Rica pp78.
- Cuenca, G. J; Caceres A. F; Oirdobro G, E; Hasmy Z., T. 2007. Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en áreas tropicales. *Interciencia* 32(1):23-29.
- Chávez, A. J. F. 1984.-Efecto de Micorrizas arbusculares en cultivos hortícolas. *Fitotecnia Mexicana* 59(1): 1-13.
- 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. 56 Pp.
- Díaz, F. A; Alvarado C, M ; Cantú, A. M y Garza, C, I. 2005. Fertilización biológica y producción de maíz en la región semiárida del norte de Tamaulipas, México. *Agricultura Técnica en México* 31(2): 153-163.
- Díaz, P. M. 1988. Inoculación de micorrizas en papa (*Solanum tuberosum*) respuesta en el crecimiento y nutrición de plantas inoculadas en invernadero y en campo. *Revista Latinoamericana* 55 (19): 84-103.

- Espinoza, V.G. 2004.Reducción de la incidencia de *Phytophthora capsici*, en el sistema radicular de plantas de chile premicorrizados con *Glomus intraradices*. Terra Latinoamericana. 32(2):317-326.
- Ferrera, R.C.1999.Efecto de Vermicomposta y micorrizas en el desarrollo y tasa fotosintética en chile serrano. TERRA Latinoamericana 17(1): 9-15.
- Franco, A, D; Cano, I. G; Quintero, V, P; García, N. M. 2008. Respuesta del sorgo a micorriza arbuscular y Azospirillum en estrés hídrico. Fitotecnia Mexicana 31(1):35-42.
- 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 Autonoma Agraria Antonio.Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Hernández, M.I. 2004.- Micorrizas arbusculares y las bacterias rizosfericas como alternativa a la nutrición mineral del cultivo de tomate. Revista Científica de Latinoamérica 25(2):5-12.
- Hernández, V.,S.; López R.,G.; Sánchez P.,E.; Villarreal M.,S.; Parra S.,C..2008. Variación fenotípica entre y dentro de poblaciones silvestres de Chile de noroeste de México. Fitotecnia Mexicana 31:323-330.
- Herrera, M. M. 2008.Estudio sobre la participación y función de moléculas señal en la regulación de la simbiosis Micorriza Arbuscular. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España.
- INIFAP, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias 1999 .Guía Técnica para la Producción Agrícola en el Sur de Tamaulipas. SAGARPA-INIFAP. Publicación Especial. México. 234 p.

- Jarris, V. F; Esqueda, M. V y Soto V, M. 2009. Tolerancia al estrés hídrico en la interacción planta-hongo micorrizico arbuscular: metabolismo energético y fisiología. *Revista Fitotecnia Mexicana* 32: 265-27.
- Jasso, P. J. 1994.- El cultivo del chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*) bajo siembra directa con acolchado y riego por goteo en tres diferentes fechas de siembra. Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Leyva, A. G. 2006.- Evaluación microbiológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. *Agronomía Costarricense* 30(1):65-73.
- Linderman, G. R. 1989. Micorrizal Symbiosis. *Animal and plant Species* (1):181-187.
- Martínez, M. M; Cerrato, R., F; Chávez G., M. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra latinoamericana*. 17:9-15.
- Martínez, L. B; Pugnaire, F. 2009. Interacciones entre las comunidades de los hongos formadores de micorrizas arbusculares y de plantas. *Revista Científica de América Latina*. 18(2): 44-54.
- Martínez, R. O. 2009. Evaluación de agentes microbianos como promotores del crecimiento y antagonistas de la marchitez del chile (*Capsicum annum L.*). Tesis de Licenciatura Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

- Manjarrez, M. M; Ferrera C. R y González C. M. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra Latinoamericana*. 17(1): 9-15.
- Marín, Z. J. 2000. Las Algaenzimas y micorrizas en la producción de coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botrytis* L.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Meneses, M. I; Hernández A.V; López, G.V; Vargas, A.B; Vargas M.T. 2006. Características hortícolas de líneas avanzadas de chile jalapeño para el trópico húmedo. Tercera Convención Mundial de Chile. Chihuahua, México 21(1):61-65.
- Medel, F. J- 2011.- Evaluación del efecto de biofertilizantes (*Glomus fasciculatum*) en combinación con fertilizantes químicos, bajo temporal, Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana. San Nicolas de Hidalgo.
- Montoya, T, G. 1992. Sistemas de producción de chile serrano (*Capsicum Annuum* L.) en el municipio de Ramos Arizpe, Coahuila. Memoria de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pág. 55.
- Nieva, A. C; Rios, G.2004. Manejo y evaluación de ectomicorrizas en especies hortícolas. *Revista Chapingo. Ciencias Forestales y del Ambiente* 10:93-98.
- Olivares, S, E.1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL-Versión 2.5. Facultad de Agronomía UANL. Marín, N, L.
- Pérez, M. G. Martínez. S. T. y Peña L. A.1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. 380 p.

- Pimienta, B. E. Zañudo, H. J; López, A. E. 2009. Efecto de las micorrizas arbusculares...en el crecimiento fotosíntesis y anatomía foliar de plantas jóvenes de Agave .tequilana. Acta Botánica Mexicana 89:63-78.
- Rivera, M .N. 2005.- Influencia de las micorrizas sobre las poblaciones bacterianas y su efecto sobre los rendimientos en secuencias de cultivos. Revistas Científicas de América Latina. 26(4): 21-27.
- Rodríguez, A. E; Bolaños, B. M y Menjivar, F. J. 2010. Efecto de la fertilización en la nutrición y rendimiento de ají (*Capsicum* spp.) en el Valle del Cauca, Colombia. Acta Agronómica. Revistas científicas de América Latina. 59:55-64.
- Salas, E. L y Blanco, F. 2000. Selección de plantas hospederas y efecto del fosforo para la producción de inoculo de hongos formadores de micorrizas arbusculares por el método de cultivo en macetas. Agronomía Costarricense 24(1): 19-28.
- Sánchez, C. M. J. 2003. Estudios de micorrizas arbusculares en especies cultivadas y silvestres en adisoles del estado de México. Agricultura Técnica en México 29(1): 69-79.
- Sánchez, J. T. V. 2006. Producción de hongos formadores de micorrizas y su aplicación como biofertilizantes. En biofertilización alternativa viable para la nutrición vegetal. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Pag.137-150.
- Sánchez, S. O. 1984. La flora del Valle de México. Editorial Herrero. México D.F. 513 P.

SIAP-SAGARPA.2009.Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera.

<http://www.siap.gob.mx>

Terry, A. E; Leyva, G.2006. Evaluación agrobiológica de la inoculación micorrizas-risobacterias en tomate. Agronomía Costarricense. 30(1):65-73.

Terry, Z., Terran, M. V y Pino, R. 2002. Biofertilizantes, una alternativa promisoría para la producción hortícola en organopónicos. Cultivos Tropicales, 23(3):43-46.

Valdés, M. 1973. Importancia de las micorrizas en la silvicultura. Bosque y Fauna. 19(5):11-15.

Valadez, R. E. 1989. Producción de hortalizas, Primera edición. Editorial Limusa, México.

Valadez, L. A.1996. Producción de Hortalizas. UTHEA. Editores. México.297p
www.monografias.com/trabajos/cultivochiles/cultivochiles/.shtml.

Velazco, A.C. 1996.- Utilización de Azospirillum brasilense y micorrizas en cultivo de arroz (O.zativa). Cultivos Tropicales. 32(1):18-22.

Velasco, J. V. 2001.- Vermicomposta, micorriza arbuscular y Azospirillum brasilense en tomate de cascara. TERRA Latinoamericana. 19(3): 241-248.

Verdugo, O.V. 2000. Efecto de los ácidos húmicos y fulvicos sobre hongos micorrizicos arbusculares en chile ancho c. v. gigante. Tesis de Maestro en Ciencias. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Villarreal, Q.J. 1983. Malezas de Buenavista, Coahuila. 1ra. Ed. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila. 98 Pp.

Villegas, R. M; Cifuentes, J. 2004. Las micorrizas en la evolución de las plantas. Universidad Nacional Autónoma de México. 73:30-36.

APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza de peso promedio de frutos por planta en el corte uno.

PESO PROMEDIO DE FRUTOS POR PLANTA

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.725218	0.145044	12.1512	0.000
ERROR	70	0.835558	0.011937		
TOTAL	89	1.696125			

C.V = 74.26%

Cuadro 2. Análisis de varianza de peso promedio de frutos por planta en el corte dos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.226437	0.045287	4.6152	0.001
ERROR	70	0.686888	0.009813		
TOTAL	89	1.07906270			

C.V = 72.34%

Cuadro 3. Análisis de varianza de peso promedio de frutos por planta en el corte tres.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	0.399268	0.079854	8.9858	0.000
ERROR	70	0.622066	0.008887		
TOTAL	89	1.161598			

C.V = 60.00 %

Cuadro 4. Análisis de varianza de peso promedio de frutos por planta en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1.739796	0.347959	5.2467	0.001
ERROR	70	4.642345	0.066319		
TOTAL	89	7.664701			

C.V = 60.00 %

DIAMETRO DE FRUTOS

Cuadro 5. Análisis de varianza de diámetro de frutos en el corte uno.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	116.062500	23.212500	2.0815	0.077
ERROR	70	780.625000	11.151786		
TOTAL	89	1108.710938			

C.V = 11.93%

Cuadro 6. Análisis de varianza de diámetro de frutos en el corte dos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	41.855469	8.371094	0.9512	0.545
ERROR	70	616.019531	8.800279		
TOTAL	89	815.558594			

C.V = 11.70%

Cuadro 7. Análisis de varianza de diámetro de frutos en el corte tres.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	334.136719	66.827347	9.3595	0.000
ERROR	70	499.804688	7.140067		
TOTAL	89	887.406250			

C.V = 11.71%

Cuadro 8 . Análisis de varianza de diámetro de frutos en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	215.753906	43.15078	5.8287	0.000
ERROR	70	518.222656	7.403181		
TOTAL	89	855.812500			

C.V = 12.70%

LONGIITUD DE FRUTOS

Cuadro 9 .Análisis de varianza, de longitud de frutos en el corte uno.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	1120.562500	224.112503	1.3659	0.247
ERROR	70	11485.000000	164.071426		
TOTAL	89	14922.750000			

C.V = 14.26%

Cuadro 10 .Análisis de varianza de longitud de frutos en el corte dos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	242.562500	48.512501	0.8724	0.506
ERROR	70	3892.500000	55.607143		
TOTAL	89	5379.000000			

C.V =8.83%

Cuadro 11 .Análisis de varianza de longitud de frutos en el corte tres.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3742.125000	748.424988	14.8673	0.000
ERROR	70	3523.812500	50.340179		
TOTAL	89	8237.843750			

C.V =9.62%

Cuadro 12.Análisis de varianza de longitud de frutos en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	856.125000	171.225006	3.8107	0.004
ERROR	70	3145.312500	44.933037		
TOTAL	89	5677.375000			

C.V =9.41%

ALTURA DE LA PLANTA

Cuadro 13 .Análisis de varianza de altura de la planta en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	3820.250000	764.049988	1.3714	0.245
ERROR	70	39000.375000	557.148193		
TOTAL	89	50459.125000			

C.V =21.73%

DIAMETRO DE TALLO

Cuadro 14 .Análisis de varianza de diámetro de tallo en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	342.597656	68.519531	8.4002	0.000
ERROR	70	570.982422	8.156892		
TOTAL	89	1009.744141			

C.V = 20.51%

PESO FRESCO DE RAÍZ

Cuadro 15 .Análisis de varianza de peso fresco de raíz en el corte cuatro.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	5	576.121094	115.224220	9.0488	0.000
ERROR	70	891.359375	12.733706		
TOTAL	89	1756.648438			

C.V =24.51%