

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de la Concentración de ENDOVIT sobre Caracteres Agronómicos en Chile
Jalapeño (*Capsicum annuum L.*)

Por:

JUAN CARLOS RIVERA LÓPEZ

TESIS:

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de la Concentración de ENDOVIT sobre Caracteres Agronómicos en Chile
Jalapeño (*Capsicum annum L.*)

Por:

Juan Carlos Rivera López

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada

Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Asesor principal

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor

Dr. Luis Alonso Valdés Aguilar
Coasesor

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2013

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** todo poderoso por haberme dado la oportunidad de poder concluir mis estudios profesionales satisfactoriamente, por darme salud, paz, humildad y amor. Gracias por que en todo momento me acompañaste.

De todo Corazón a mi **“ALMA TERRA MATER” UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** por abrirme las puertas para mi preparación como Ingeniero Agrónomo durante este tiempo siendo parte de ella para formarme como profesionista aprendiendo de ella valores sociales, para afrontar los retos de la vida laboral. (Jamás te olvido ya que te llevo tatuada en mi corazón, Buitres por siempre) ¡Gracias! NARRO.

A la empresa LIDAG de Monterrey por facilitarnos el producto para el desarrollo de este trabajo experimental.

A la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal con respeto y afecto por brindarme su confianza, amistad y por haber tenido la dicha de trabajar en diversos proyectos de investigación. Siempre puede contar conmigo.

A mis asesores Dr. Alberto Sandoval Rangel, Dr. Luis Alonso Valdés Aguilar por su apoyo y gran amistad a lo largo de mi preparación profesional. Los admiro bastante.

Al Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda, al **“AMIGO”** Alfonso Delgado Pérez, 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, para realizar mi proyecto de investigación.

A mis compañeros y amigos Narros; Miguel Ángel “Chapitas”, Flor Ramos S, Soledad Briceño M., Reynaldo Vázquez R, Lucia Moreno S, Abraham Tello G, Víctor Manuel Torres V “Tortas”.

A mis padrinos María del Carmen de León Aldama y José Luis Cortes González por su aprecio y apoyo brindado hacia a mi durante toda la vida gracias por todos sus consejos con respeto y admiración para ustedes.

A la Ing. Yanis Licet Muñoz Gonzales por brindarme la oportunidad de conocer, por tener su amistad en mi última etapa de la carrera además de exhortarme a que terminara la tesis gracias por toda su ayuda y por las aportaciones tan oportunas siempre para este trabajo.

DEDICATORIAS

A mis Padres:

A mi Mamita linda., María Juliana Evangelina López Cuautle y Papi., Víctor Cortes González, por ser unos padres ejemplares, por su inalcanzable lucha y sacrificios para lograr que tuviésemos 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 orgulloso de ser su hijo y haber logrado que yo fuese un Ingeniero Agrónomo. Dios siempre me los bendiga en todas partes y que la salud perdure. Los ¡AMO!

A mis Hermanos:

Branham Daniel, Víctor, Miguel de Jesús “Chucho” Gracias por todo su apoyo incondicional durante todo este tiempo por todos los momentos de alegría y tristeza que hemos pasado los quiero mucho, como su hermano mayor yo los exhorto a que sigan luchando por la vida y se superen y espero de todo corazón algún día se sientan felices por haber logrado una profesión, saben que cuentan con todo mi apoyo siempre.

A mis Abuelitos:

Isidra, Ángel López, Gudelia, Hermelindo, por su apreciable cariño que siempre me han brindado gracias a dios que aún están con nosotros. y por ti abuelito Julián Cuautle que se me cuidas desde el cielo siempre te recordare con cariño desde donde te encuentres, siempre mándame tus bendiciones.

A mis primos:

Efrain, Marcos, Ana paola, Fernando, Areli, Javis, Claudia, Delfino, Rocio, Paquito, Madai, Abraham, Camila, Joshep, Omar, Carmen, Laura, Inesita, Jose Luis “pepito”, Yazmin , Rafita, Rommel. Por todos los momentos felices que hemos pasado en nuestras convivencias, los aprecio demasiado. Y a todos los demás.

A mis tíos:

Ángel, Andrés, Alejandra, Irma, Maru, Luisa, Rubén, Gaby y a todos los que me faltan gracias por todo su cariño y consejos brindados a lo largo de mi vida los quiero mucho. Dios los bendiga en todo momento.

INDICE DE CONTENIDO

Página

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
INDICE DE CONTENIDO	iii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN	2,3
1.1. OBJETIVO	4
1.2. HIPÓTESIS.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Generalidades de (<i>Capsicum annum L.</i>).....	5
2.2. Clasificación Botánica	5
2.3. Características Botánicas del Chile.....	6
2.4. Importancia Económica del Chile Jalapeño	6
2.5. Requerimientos Climáticos y Edáficos	7
2.5.1 Luminosidad.....	7
2.5.2 pH	7
2.5.3 Suelo.....	7
2.6. Producción de chile jalapeño (<i>Capsicum annumm L.</i>) en invernadero.....	8
2.6.1 Temperatura.....	8
2.6.2 Ventilación.....	8
2.6.3 Luminosidad.....	9
2.6.4 Humedad.....	9
2.6.5 Anhídrido Carbónico (CO ₂).....	9
2.6.6 Particularidades del cultivo.....	10
2.6.7 Aporcado.....	10
2.6.8 Tutoreo.....	10
2.6.9 Tutoreo tradicional	10
2.6.10 Deshojado	10
2.7. Aspectos generales de las micorrizas	11
2.8.1 Importancia de las micorrizas en la Agricultura	11
2.8.2 Beneficios de las micorrizas en la Agricultura	12
2.8.3 Clasificación de las Micorrizas	13

2.8.4 Micorrizas endotrofas, vesículo- arbuscular o Endomicorrizas	13
2.8.5 Forma de aplicación de las Micorrizas	14
2.8.6 Fertilizantes	15
2.9 Importancia del uso de fertilizantes en la agricultura	15
2.9.1 Fertilización química	15
2.9.2 Solución Steiner	16
2.10. Fertirrigación	17
2.10.1 Ventajas	17
2.10.2 Inconvenientes	17
2.11.1. Biofertilizantes	18
2.11.1 Importancia del uso de Biofertilizantes.....	19
2.11.2 Ventajas	19
2.12. Antecedentes de Trabajos Realizados con Aplicación de Micorrizas en el Cultivo de Chile Jalapeño.....	20
2.12.1 Micorrizas en Otros Cultivos	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Localización del sitio experimental	23
3.2. Descripción del material experimental.....	23
3.2.1 Chile jalapeño Var. Grande	23
3.2.2 Endovit	23
3.2.3 Establecimiento del Experimento	24
3.2.4 Material vegetal.....	24
3.2.5 Preparación del almacigo.....	24
3.2.6 Transplante	24
3.2.7 Inoculación con micorrizas.....	24
3.3 Descripción de los tratamientos	25
3.4. Diseño Estadístico.....	25
3.5 Variables Agronómicas Evaluadas.....	25
3.5.1 Toma de Datos.....	26
3.5.2 Peso fresco de follaje (PFF), peso fresco de raíz (PFR).....	26
3.5.3 Peso seco de follaje (PSF), peso seco de raíz (PSR).....	26
3.5.4 Longitud de raíz (LR), longitud de tallo (LT)	26
3.5.5 Número de hojas (NH), de flores (NF), y de frutos (NFr).....	26
3.5.6 Peso fresco del fruto.	26

3.5.7 Rendimiento por planta y total.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
Peso fresco de follaje	27
4.1.2 Peso seco de follaje	28,29
Peso fresco de raíz	30
Peso seco de raíz	31
4.1.5 Longitud de raíz	32,33
4.1.6 Longitud de tallo.....	34,35
4.1.7 Numero de frutos	36
4.1.8 Rendimiento de fruto.....	37,38,39
V. CONCLUSIÓN	41
VI. LITERATURA CITADA.....	42

APENDICE

INDICE DE CUADROS

Primer muestreo

Cuadro 1A. Análisis de varianza para peso fresco de follaje en chile jalapeño var. Grande	48
Cuadro 2A. Análisis de varianza para peso seco de follaje.....	48
Cuadro 3A. Análisis de varianza para peso fresco de raíz.....	49
Cuadro 4A. Análisis de varianza para peso seco de raíz	49
Cuadro 5A. Análisis de varianza para longitud de raíz.....	49
Cuadro 6A. Análisis de varianza para longitud de tallo	50
Cuadro 7A. Análisis de varianza para número de hojas.....	50
Segundo muestreo	50
Cuadro 8A. Análisis de varianza para longitud de tallo	50
Cuadro 9A. Análisis de varianza para número de hojas.....	51
Tercer muestreo	51
Cuadro 10 A . Análisis de varianza para peso fresco de follaje.....	51
Cuadro 11A. Análisis de varianza para peso seco de follaje.....	51
Cuadro 12A. Análisis de varianza para peso fresco de raíz.....	52
Cuadro 13A. Análisis de varianza para peso seco de raíz	52
Cuadro 14A. Análisis de varianza para longitud de raíz	52
Cuadro15A. Análisis de varianza para longitud de tallo	53
Cuadro16A. Análisis de varianza para número de hojas.....	53
Cuadro 17A. Análisis de varianza para número de flores.....	53
Cuadro 18A. Análisis de varianza para número de frutos	54
Cuadro19A. Análisis de varianza para rendimiento primer corte.....	54
Cuadro 20A. Análisis de varianza para rendimiento segundo corte	54
Cuadro 21A. Análisis de varianza para rendimiento tercer corte.....	55
Cuadro 22A. Análisis de varianza para rendimiento cuarto corte.....	55
Cuadro 23A. Análisis de varianza para rendimiento total	55

Cuadro 2.10. 1 Nutrimientos minerales para Solución Steiner, en cultivo de chile Jalapeño propuesta por Sánchez, 2011.....	17
Cuadro 3.3.1 Tratamientos con micorrizas (Endovit), aplicado al cultivo de chile Jalapeño Variedad Grande, establecidos en el Invernadero del Departamento de Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila en 2012.....	24
Cuadro 4.1.1 Cuadrados medios de peso fresco de follaje (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	26
Cuadro 4.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande en peso fresco de follaje aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	27
Cuadro 4.1.2.1 Cuadrados medios de peso seco de follaje (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	27
Cuadro 4.1.2.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso seco de follaje aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	28
Cuadro 4.1.3.1 Cuadrados medios de peso fresco de raíz (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	29
Cuadro 4.1.3.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso fresco de raíz aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	30

Cuadro 4.1.4.1 Cuadrados medios de peso seco de raíz (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	30
Cuadro 4.1.4.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso seco de raíz aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	31
Cuadro 4.1.5.1 Cuadrados medios para longitud de raíz (cm) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	32
Cuadro 4.1.5.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de raíz en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	33
Cuadro 4.1.6.1 Cuadrados medios para longitud de tallo (cm) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2012.....	33
Cuadro 4.1.6.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en tres muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para longitud de tallo, aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	34
Cuadro 4.1.7.1 Cuadrados medios para número de frutos en un muestreo de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	35

Cuadro 4.1.7.2 Prueba de comparación de medias de Tukey P (≤ 0.05) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande, para número de frutos, aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.....	36
Cuadro 4.1.8.1 Cuadrados medios de rendimiento de fruto (rendimiento/planta) en el primero y segundo corte de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.....	36
Cuadro 4.1.8.2 Cuadrados medios de rendimiento de fruto (rendimiento/planta) en tercero y cuarto corte de Chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.....	37
Cuadro 4.1.8.3 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en tres cortes, rendimiento en gramos de fruto de chile Jalapeño Var. Grande por repetición aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento de Horticultura. UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.....	38
Cuadro 4.1.8.3.4 Rendimiento total en cuatro cortes de fruto de chile jalapeño, Var.Grande.,UAAAN2012.....	39

RESUMEN

Este aumento en la producción de chiles, principalmente los picosos, se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales.

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 fósforo y otros minerales del suelo por las plantas colonizadas significa que es posible considerar sustancialmente el reducir aplicaciones de fertilizantes químicos 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.

El experimento tuvo como objetivo, evaluar la dosis de micorriza (*Glomus intraradices*) que incremente los caracteres agronómicos del cultivo de chile (*Capsicum annum L.*) var. Grande, bajo condiciones de invernadero en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Se establecieron 4 tratamientos el primero un testigo con fertilización química, el segundo, tercero y cuarto incluyeron la aplicación de 400, 800 y 1200 esporas por gramo de *Glomus intraradices* (Endovit) aplicadas al trasplante en forma de emulsión. Se evaluaron en dos muestreos caracteres morfológicos y rendimiento en cuatro cortes de fruto de chile jalapeño. Los resultados indicaron incrementos en pesos frescos y secos de follaje y raíz, longitud de tallo y raíz, número de frutos y rendimiento. Se concluye que la dosis de Endovit (*Glomus intraradices*) que influye positivamente en los caracteres agronómicos como peso fresco y seco de follaje, longitud de tallo y raíz además del rendimiento es la menor (400 esporas g⁻¹), con esto el productor disminuirá costos de producción.

Palabras clave: micorrizas, caracteres agronómicos, chile jalapeño, *Glomus intraradices*

I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de chiles ha tenido un crecimiento espectacular en los últimos 10 años. Este aumento en la producción de chiles, principalmente los picosos, se debe a la creciente demanda de este producto en todas sus presentaciones (fresco, seco y procesado), tanto para consumo directo como para usos industriales. Según los datos más recientes de FAOSTAT (2007), la producción es de 28'405,270 toneladas entre frescos y secos; la producción de frescos constituye cerca del 92 % del total. A nivel de país, China produce el 54 por ciento de la producción mundial de chiles fresco. El segundo lugar lo ocupa México con el 6.5%. Les siguen Indonesia (4.2%), Turquía (4.2), España (4.1) y Estados Unidos (3.3).

Los países que presentan rendimientos más altos son aquellos que emplean tecnologías de alta precisión para la aplicación de riegos y fertilizantes, entre los que se encuentran Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Finlandia, Kuwait y Austria, todos con rendimientos arriba de 50 t ha⁻¹ en la producción de chiles frescos. México se clasifica un poco arriba del rendimiento mundial (15.30 ton ha⁻¹), con un rendimiento promedio de 18.17 ton ha⁻¹. Sobresalen Sinaloa (con 32 % del valor), Zacatecas (15 %) y Chihuahua (15 %) seguidos por San Luis Potosí (7%) y Tamaulipas (6%). Estos cinco estados también encabezan la lista por superficie sembrada y volumen de producción. En cuanto a chile seco el 95% del volumen de producción lo obtienen San Luis Potosí y Zacatecas (SIAP, 2007).

El 99% de las exportaciones que hace México de chiles frescos tienen como destino Estados Unidos. Se da preferencia a las variedades de chile serrano y jalapeño por ser las de mayor demanda en el mercado externo, principalmente en Estados Unidos. La importancia del cultivo de chile en México es evidente tanto por la amplia distribución y consumo en el país. Este fruto se siembra comercialmente desde el nivel del mar, en las regiones tropicales de la costa, hasta los 2,500 metros de altura en las regiones templadas de la Mesa Central.

En la actualidad la aplicación excesiva de 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, Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varía de acuerdo a su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Marquez, 2009). Se opta por la utilización de biofertilizantes como las micorrizas, que aportan grandes beneficios al suelo. El termino 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).

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 fósforo y otros minerales del suelo por las plantas colonizadas significa que es posible considerar sustancialmente el reducir aplicaciones de fertilizantes químicos 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 tal razón se realizó el presente trabajo experimental de evaluación de micorrizas en un producto comercial ENDOVIT como biofertilizante orgánico complementado la nutrición convencional con la finalidad de demostrar que de esta manera se pueden obtener mejores resultados en la producción de chile jalapeño así como también se disminuye la degradación al medio ambiente y se producen alimentos de mejor calidad.

1.1. OBJETIVO

Evaluar la dosis de micorriza (*Glomus intraradices*) que incremente los caracteres agronómicos del cultivo de chile (*Capsicum annum L.*) bajo condiciones de invernadero.

1.2. HIPÓTESIS

Al menos una de las dosis aplicadas del producto ENDOVIT será suficiente para incrementar significativamente los caracteres agronómicos del cultivo de chile jalapeño.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de (*Capsicum annum* L.)

Existen múltiples evidencias de que el cultivo de chile se conoce en México desde épocas remotas; en el valle de Tehuacán, Puebla y Ocampo, Tamaulipas se han encontrado restos de este cultivo que datan de hace 7,000 y 5,000 años respectivamente (Eshbaugh, 1968; McLeod *et al.*, 1982; Long, 1984).

Este género tiene cerca de 25 especies silvestres, pero Smith y Heiser (1957) reconocen solo 5 como domesticadas: *Capsicum frutescens*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. pubescens* y *C. annum* var. *Glabriusculum-aviculare*, la cual comprende los chiles silvestres y *C. annum* var. *Annuum* en donde se incluyen los domesticados (Robledo, 1991). El chile jalapeño pertenece a la especie *Capsicum annum* debido a la gran diversidad genética, que presenta en la planicie costera del golfo de México, principalmente en los estados de Veracruz y Oaxaca esta se considera su centro de origen y dispersión.

2.2. Clasificación Botánica

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Subclase: *Asteridae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *C. annum* L.

Nombre científico: *Capsicum annum* L.

Nombre común: Chile jalapeño

El cultivo de chile resulta muy interesante sobre todo por el gran número de variedades cultivadas que posee y son distinguidas principalmente por sus características formas e incluyen tipos conocidos comúnmente como: campana, pimiento, ancho, Anaheim, Cayenne, jalapeño (Hartman *et al.*, 1995).

2.3. Características Botánicas del Chile

Es una planta anual de tallos ramificados, semileñosos, de 50-70 cm de altura, con hojas oblongas, lanceoladas y flores blancas, solitarias en la inserción de las hojas; el fruto es una baya de forma variada, alargada. De color Rojo, verde, amarillento violáceos en su madurez, con una raíz pivotante con numerosas raíces adventicias.

2.4. Importancia Económica del Chile Jalapeño

Los países que presentan rendimientos más altos son aquellos que emplean tecnologías de alta precisión para la aplicación de riegos y fertilizantes, entre los que se encuentran Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Finlandia, Kuwait y Austria, todos con rendimientos arriba de 50 t ha⁻¹ en la producción de chiles frescos. México se clasifica un poco arriba del rendimiento mundial (15.30 ton ha⁻¹), con un rendimiento promedio de 18.17 ton ha⁻¹. Sobresalen Sinaloa (con 32 % del valor), Zacatecas (15 %) y Chihuahua (15 %) seguidos por San Luis Potosí (7%) y Tamaulipas (6%). Estos cinco estados también encabezan la lista por superficie sembrada y volumen de producción. En cuanto a chile seco el 95% del volumen de producción lo obtienen San Luis Potosí y Zacatecas (SIAP, 2007).

El 99% de las exportaciones que hace México de chiles frescos tienen como destino Estados Unidos. Se da preferencia a las variedades de chile serrano y jalapeño por ser las de mayor demanda en el mercado externo, principalmente en Estados Unidos.

2.5. Requerimientos Climáticos y Edáficos

Edmon (1979) menciona que el cultivo de chile se produce mejor en un clima relativamente caluroso, en el que la temporada de crecimiento es larga y donde existe poco peligro de heladas. Aparentemente resiste mejor la sequía que el tomate y la berenjena. La temperatura ambiente favorable para su desarrollo es de 18-26°C durante el día y por la noche de 15-18°C, a temperaturas menores de y/o frutos. La humedad relativa óptima oscila entre 50 – 70 %.

2.5.1 Luminosidad

El chile es una planta 10°C comienza a detener su crecimiento.

La temperatura del suelo y el aire tienen una gran influencia en el desarrollo de la floración de la planta de chile, Blondon (1987) considero que una temperatura alterna de 27 y 17 °C producen los mayores rendimientos, especialmente en el ciclo tardío (Abril y Mayo). Las altas temperaturas provocan la caída de las flores

muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración, ya que la baja luminosidad incrementa la abscisión floral y afectan la tasa fotosintética, la partición de asimilados y el metabolismo de la azúcar en los tejidos de la fuente (Aloni, 1996).

2.5.2 pH

Los valores óptimos del pH oscilan entre 6.5 y 7 aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos enarenados pueden cultivarse con los valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7 (Castaño, 1993).

2.5.3 Suelo

Se desarrolla mejor en suelos limo arcilloso profundo, ligero (arenoso) hasta pesados (arcilloso) con buen drenaje, es tolerante a ciertas condiciones de acidez y crece bien a pH de 5.5 a 6.8, es una planta que soporta contenidos de 2560 hasta 6406 ppm de sal (Valadez 1992).

2.6. Producción de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) en invernadero

Un invernadero es una estructura cubierta con materiales transparentes que al menos tiene 3 m³ de aire por cada m² de superficie cubierta, y que permite proporcionar las condiciones óptimas para el crecimiento y desarrollo de cultivos (Robledo, 2003).

El cultivo del chile bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier fecha del año, a la vez que alarga el ciclo del cultivo, el cual implica cosechar en las épocas del año más difíciles y obtener mejores precios en el mercado.

El objetivo principal de producir bajo invernadero es tener a las plantas de chile en las condiciones más favorables para conseguir su óptimo crecimiento y desarrollo para su productividad como:

2.6.1 Temperatura

La temperatura afecta directamente las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la membrana celular, absorción de agua y nutrientes, transpiración, etc. Las reacciones biológicas de importancia no pueden desarrollarse si la temperatura del invernadero está por debajo de 0°C, o por encima de 50°C. El límite inferior corresponde al punto de congelación del agua y el superior a la desnaturalización de las proteínas.

2.6.2 Ventilación

El intercambio de aire entre el interior y el exterior del invernadero incide de una manera clara en el clima de cultivo.

La ventilación es fundamental para regular la temperatura y humedad dentro del invernadero. Por lo tanto, las instalaciones deben tener suficiente superficie de ventilación y un mecanismo rápido y cómodo de abertura y cierre. La ventilación se realiza en forma natural o forzándola artificialmente, siendo la ventilación natural la más usada.

2.6.3 Luminosidad

La luminosidad es muy importante para aumentar la fotosíntesis de las plantas y elevar la temperatura del invernadero.

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores.

El control de la luminosidad dentro de un invernadero puede realizarse a través de empleo de sombreados, cortinas o aporte de luz artificial.

2.6.4 Humedad

La humedad es uno de los factores medioambientales que influyen en el cultivo bajo invernadero.

La HR baja impide el funcionamiento normal de la planta (alimentación). Facilita enfermedades como el oidio; la implantación de plagas, arañas, etc.; así como la aparición de anomalías, como la mala polinización, fructificación y caída de flores y frutos pequeños. La HR alta impide igualmente el funcionamiento normal de la planta (alimentación). Facilita enfermedades como botritis, mildius, cladosporium... y favorece anomalías como la mala polinización, fructificación.

2.6.5 Anhídrido Carbónico (CO₂)

El anhídrido carbónico de la atmósfera es la materia prima imprescindible de la función clorofílica de las plantas. El enriquecimiento de la atmósfera del invernadero con CO₂, es muy interesante en muchos cultivos, tanto en hortalizas como en flores. La planta absorbe CO₂ bajo la influencia de la luz y bajo la combinación del agua y la radiación fotosintéticamente activa (PAR) los transforma en carbohidratos. La concentración de CO₂ en campo abierto es de 300 a 400 ppm. Si esta concentración en invernadero se declina por debajo de este valor, la tasa de fotosíntesis decae rápidamente, en cambio, si la concentración de CO₂ se eleva a 700 a 800 ppm, la tasa de fotosíntesis se incrementa. La aplicación de CO₂ requiere de equipos y métodos sofisticados, pero necesarios para alcanzar altos rendimientos (Castellanos, 2004).

2.6.6 Particularidades del cultivo

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta que a su vez dependerá de la variedad comercial. La distancia más frecuentemente empleada entre plantas es de 20 – 70 cm y una distancia entre surcos de 60-1.20m, aunque lo más recomendado es de 92 cm entre surcos y de 20-30 entre plantas. En cultivo bajo invernadero la densidad de plantación suele ser de 20.000 a 25.000 plantas ha. Al aire libre se suele llegar hasta las 60.000 plantas ha.

2.6.7 Aporcado

Práctica que se utiliza en cultivos en suelo y consiste en cubrir con tierra o arena parte del tronco de la planta para reforzar su base, favorece el desarrollo radicular y eliminar malezas. En cultivos bajo acolchado y sin suelo no es posible realizarlo.

2.6.8 Tutoreo

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, que le permite soportar la carga de frutos y evita que las hojas toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales.

2.6.9 Tutoreo tradicional

Consiste en colocar hilos de polipropileno (rafia) o palos en los extremos de las líneas de cultivo de forma vertical, que se unen entre sí mediante hilos horizontales pareados dispuestos a distintas alturas, que sujetan a las plantas entre ellos. Estos hilos se apoyan en otros verticales que a su vez están atados al emparrillado a una distancia de 1,5 a 2 m.

2.6.10 Deshojado

Es recomendable en las hojas senescentes, con el objetivo de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, así como las hojas enfermas que se colocan en bolsas y se sacan inmediatamente del invernadero, eliminando la fuente de inóculo (Castellanos, 2004).

2.7. Aspectos generales de las micorrizas

La micorriza es una asociación constituida por un conjunto de 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. Al mismo tiempo, las hifas se ramifican en el suelo, formando una extensa red de hifas capaz de interconectar, subterráneamente, a las raíces de plantas de la misma o de diferentes especies.

La asociación mutualista entre los hongos y las raíces de las plantas conocida como micorriza es encontrado en todos los ecosistemas terrestres, y fue primero descrito por el patólogo forestal Alemán Frank en 1987 como “mykorrhiza”, el cual literalmente significa “hongo-raíz” (Read, 1987).

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).

2.8.1 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 nemátodos, 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; Finlay, 2008).

2.8.2 Beneficios de las micorrizas en la Agricultura

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 la toma de 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:

- 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 marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de nutrimentos como lo son: (N,P,K,S,Ca,Mg,Zn,Cu,Mo,Fe,Mn) entre otros.

2.8.3 Clasificación de las Micorrizas

En la actualidad se conoce muy poco sobre su taxonomía, debido a que principalmente 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 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).

2.8.4 Micorrizas endotrofas, 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. 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.

2.8.5 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 (Turipana 2004).

2.8.6 Fertilizantes

En todo el mundo son contados los casos en los que los suelos contienen los principios nutritivos suficientes para permitir obtener durante un prolongado tiempo, producciones importantes en los cultivos sin enriquecerlos con algún tipo de fertilizantes, ya que estos son elementos esenciales para que las plantas obtengan un mejor desarrollo (Finck 1988).

2.9 Importancia del uso de fertilizantes en la agricultura

Tapia (2000), señala que un adecuado aporte de agua y fertilizante es uno de los aspectos fundamentales para mejorar la producción y la calidad de los cultivos hortícolas y las actuales técnicas de fertilización, además permiten importantes mejoras en ambos aspectos.

Hernández *et al.*, (2002) mencionan que la aplicación constante de nutrientes en el riego desde las primeras etapas vegetativas de una planta ayuda a que el cultivo desarrolle gran cantidad de biomasa, lo que le permite una buena producción.

La fertilización, conjuntamente con el desarrollo de genotipos cada vez más rendidores, han sido las dos vías que han causado mayor impacto en el aumento de la producción de la mayoría de los cultivos en todo el mundo (Solorzano 2001).

Sin embargo, para obtener todos los beneficios de los fertilizantes es necesario conocer de ellos, así como de los nutrientes que los cultivos necesitan. En la actualidad, existen un sin fin de clasificaciones sobre los fertilizantes, pero la manera más general e importante es la clasificación por su origen, como son: fertilizantes orgánicos y químicos.

2.9.1 Fertilización química

Existen situaciones en las cuales el suelo presenta bajas condiciones de fertilidad natural y es incapaz de proporcionarle a los cultivos los nutrientes suficientes para lograr que los cultivos expresen su máximo rendimiento, es entonces donde se hace necesario la utilización de fertilizantes químicos con la finalidad de suministrar al suelo los suplementos nutritivos para contrarrestar las deficiencias presentes en el suelo.

Los fertilizantes químicos son productos industriales elaborados de diversas formas expresando el contenido de nutrientes en base a porcentaje existente de la cantidad total de elementos minerales que aportan siendo esta la que determina la calidad del fertilizante. (Castillo, 2009).

2.9.2 Solución Steiner

En 1961 Steiner en Holanda, propuso el concepto de la solución nutritiva universal. Esta solución nutritiva clasifica a los nutrimentos según su carga eléctrica. Los aniones (carga negativa) considerados son el fosfato (H_2PO_4^-), el nitrato (NO_3^-) y el sulfato (SO_4^-), mientras los cationes (carga positiva) considerados son (K^+), (Ca^{++}) y magnesio (Mg^{++}).

Steiner propuso que debe existir una relación entre estos aniones y cationes para que las plantas puedan aprovecharlas al máximo. Determino que la relación entre los aniones deben oscilar entre 50-70% de (NO_3^-), 3-20% (H_2PO_4^-) y 24-40% de (SO_4^-), para el caso de los cationes 30-40% de (K^+), 35-55 % de (Ca^{++}) y 15-30% de (Mg^{++}).

La solución universal Steiner sigue siendo muy utilizada como base en la actualidad. Sin embargo además de la concentración de nutrimentos (expresada a través de conductividad eléctrica C.E) y del balance de iones y cationes, para elaborar una solución nutritiva adecuada hay que considerar otra serie de factores como: pH, aportes del suelo (en su caso), aportes del agua, sinergismos y antagonismos entre nutrimentos, requerimientos específicos del cultivo, dosis de micro nutrimentos y la forma de quelatarlos, si es necesario otros nutrimentos como sodio, cloruros, amonio y bicarbonatos. En el cuadro 1., se muestran las cantidades por etapas fenológicas en ppm de nutrimentos que se requieren para la nutrición del cultivo de chile propuesta por (Sánchez, 2011).

2.10. Fertirrigación

El fertirriego es una técnica que permite dosificar, en forma oportuna, el agua y los nutrimentos que requieren las plantas durante su ciclo de cultivo (Gurrero *et al.*, 1996; Potisek, *et al.*, 2000).

2.10.1 Ventajas

- Ahorro de fertilizantes
- Mejor asimilación y rapidez de actuación de los fertilizantes
- Incremento del rendimiento y mejora de la calidad de la cosecha

2.10.2 Inconvenientes

- Mayor coste de inversión inicial (instalaciones y equipos)
- Necesidad de una formación básica para el manejo de los equipos y fertilizantes.
- Utilización de abonos con propiedades adecuadas (solubilidad, pureza, etc.).

Cuadro 2.10. 1 Nutrientos minerales para Solución Steiner, en cultivo de chile Jalapeño propuesta por Sánchez, 2011.

Etapa fenológica	C.E (dS/m)	Requerimiento Nutricional (ppm)				
		N	P	K	Ca	Mg
Transplante	0.5	42.04	7.75	68.25	45	12
Vegetativa- Floración	1.0	84.07	15.50	136.5	90	24
Floración- Inicio de fructificación	1.5	126.1 1	23.25	204.75	135	36
Inicio de Fructificación	2.0	168.1 5	31	273	180	48
Fin de Cosecha	2.5	210.9	38.75	341.25	225	60

2.1.1. Biofertilizantes

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos. Los microorganismos utilizados en los biofertilizantes son clasificados dentro de dos grupos: El primer grupo incluye microorganismos que tienen la capacidad de sintetizar sustancias que promueven el crecimiento de la planta, fijando nitrógeno atmosférico, solubilizando hierro y fósforo inorgánico y mejorando la tolerancia al stress por sequía, salinidad, metales tóxicos y exceso de pesticidas, por parte de la planta. El segundo grupo incluye microorganismos los cuales son capaces de disminuir o prevenir los efectos de deterioro de microorganismos patógenos (Bashan y Holguin, 1998; Lucy *et al.*, 2004).

En México el mayor impacto de los biofertilizantes fué en los años 70's y 80's con la fijación biológica de nitrógeno en soya y garbanzo, donde se logró sustituir la fertilización nitrogenada en Sinaloa que en ese tiempo fue el principal productor nacional de estas leguminosas (Armenta-Bojórquez, 1986; 1990)

2.11.1 Importancia del uso de Biofertilizantes

El desarrollo de la agricultura ecológica en México ha sido sorprendente; surgió desde la década de los ochenta en solo algunos lugares y en pocos años se ha extendido a muchos otros, multiplicando la superficie e incursionando cada vez más en nuevos productos, constituyéndose en una opción económicamente viable para miles de productores campesinos e indígenas de escasos recursos. La agricultura orgánica en México representa un lugar muy importante ya que cubre más de 50,000 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera más de 47 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos y mayores ingresos, principalmente para la producción de hortalizas orgánicas (Moreno *et al.*, 2009). Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varía de acuerdo a su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad (Márquez, 2009).

2.11.2 Ventajas

1. Mayores precios por sus productos
2. Conserva y mejora el recurso agua y suelo
3. Produce alimentos sanos y de calidad para el mercado
4. Se trabaja en un ambiente sano, sin riesgo de intoxicación y enfermedades ocasionadas por pesticidas.

El producto orgánico Endovit, es un producto inocuo, no toxico, elaborado por la empresa LIDAG S.A de C.V. que es un inoculante endomicorrizico 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 :promoverla 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, acidos 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 Transplante.

2.12. Antecedentes de Trabajos Realizados con Aplicación 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* dió como resultado una menor severidad de la enfermedad, así como el 100% de supervivencia de plántulas.

2.12.1 Micorrizas en Otros Cultivos

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.

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.

Rosales (2000) al realizar un trabajo en el cultivo de tomate inoculando plantas con especies de micorriza *Glomus intraradices* (3.25 g) y *Glomus spp* (3.48 g) encontró diferencias significativas en la variable peso fresco de la raíz mientras que el testigo fue (2.48 g). Cerna (2000) al realizar un trabajo en el cultivo de tomate inoculando plantas con dos especies de micorrizas *Glomus intraradices* (1109 g) y *Glomus spp* (1075 g) encontró diferencias significativas con respecto al testigo en la variable de biomasa que tuvo (6.18 g). Por otro lado Rivera *et al.*, (2007) al evaluar efecto retenedor de agua (Cosmosorb) y dosis crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga vida bajo cubierta plástica agroclear encontró que al aplicar Cosmosorb obtenía el mayor peso seco con un promedio de 17.86 g, menciona que el mayor peso seco de raíces depende del mayor tiempo de contacto de la solución nutritiva con las raíces.

Los trabajos de investigación con micorrizas son relativamente recientes ya que la elaboración del inóculo no es de fácil manejo por ser un simbiote obligado. Sin embargo, en los últimos años con los adelantos tecnológicos se han introducido al mercado productos con impacto a la horticultura en cuanto a la obtención de plántulas vigorosas en el invernadero aumentando la sobrevivencia de plantas en el trasplante a campo, como la introducción de un inoculante líquido de *Glomus intrarradices* por la compañía Buckman en 1995 en Sinaloa.

El aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente y la evidencia del deterioro ambiental que causan los agroquímicos ha hecho que los productores agrícolas, vean como buena alternativa la aplicación de los biofertilizantes ya que en la actualidad de usan bacterias y hongos micorrizicos entre los productores de plántulas en invernaderos y viveros (Fundación Produce, 2006).

En Chile ancho inoculado con *Glomus intraradices*, en suelo franco arenoso, con bajo contenido de fósforo, se obtuvo incremento en el número de hojas, área foliar, frutos y biomasa de raíces (Aguilera-Gómez *et al.*, 1999). La inoculación del hongo micorrízico *Glomus intraradices* en conjunto con la bacteria fijadora de N *Azospirillum brasilense* a cultivos de Chile Mirasol y Puya, incrementaron el crecimiento de la planta, longitud de raíz, número de hojas, diámetro del tallo, peso seco de la raíz y peso seco de tallos; y como consecuencia el rendimiento fue de 51.8% (Lara *et al.*, 2010).

La fuente de carbono que necesita el hongo para su desarrollo, a su vez la planta se beneficia incrementando la captación de nutrientes minerales del suelo principalmente fósforo (Alloush *et al.*, 2000).

Estos beneficios proporcionados a los cultivos favorecen en rendimiento y reducen en costo probablemente da una relación costo beneficio de los cultivos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del sitio experimental

El estudio experimental se realizó en el invernadero del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista Saltillo Coahuila, México, localizado a 25°22" latitud N, 101°03" longitud W y altitud 1743 msnm. En el periodo de Julio a Diciembre del año 2012.

3.2. Descripción del material experimental

3.2.1 Chile jalapeño Var. Grande

Existen variedades de clima frío y clima tropical. Es una planta anual con flores perfectas autopolinizables. Frecuentemente polinizadas por insectos. La planta es vigorosa, tallos gruesos, hoja brillante de color verde oscuro, el amarre de fruto es sobresaliente, entrenudos cortos con frutos verdes brillantes de porte mediano a grande, tiene una larga vida de anaquel recomendado para el consumo fresco y la industria.

3.2.2 Endovit

Es un inoculante endomicorrizico a base de hongos formadores de micorrizas orbiculares que aplicados a la semilla o plántula, fomentan el crecimiento, desarrollo vegetativo y sanidad de las plantas. Estos penetran al interior de las raíces de plantas jóvenes, formando estructuras arbusculares y desarrollan sus filamentos en el suelo, lo que favorece el intercambio de agua y nutrientes. En la simbiosis, la energía se mueve desde la planta hasta el hongo y los recursos inorgánicos y algunos orgánicos se desplazan desde el hongo hacia la planta. Algunas reacciones fisiológicas del hongo inducen a la raíz a mantenerse activa por más tiempo.

3.2.3 Establecimiento del Experimento

3.2.4 Material vegetal

Se utilizó la semilla de chile Jalapeño Variedad Grande de HYDRO ENVIRONMENT, la cantidad de 200 semillas para una charola de germinación.

3.2.5 Preparación del almacigo

Se sembraron en una charola de polietileno de 200 cavidades colocando una semilla por cavidad, el día 5 de julio de 2012. Empleando como sustrato para el “peat-moss” en una proporción 1:1 con perlita. Se dejó la charola en el mismo invernadero para su germinación dándole riegos de auxilio cada tercer día, la emergencia de las plántulas se presentó a los 15 días después de la siembra permaneciendo en el invernadero 15 días más para que finalmente fuesen transplantadas teniendo una altura promedio de 11 cm.

3.2.6 Transplante

Estas se transplantaron en bolsas de 8 litros conteniendo solo peat-moss y perlita con una relación 1:1 en el invernadero de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el día 22 de agosto de 2012. La unidad experimental conto de 4 bloques con 27 macetas por bloque, posteriormente se instaló el sistema de riego localizado con goteros y estacas plásticas utilizando un tinaco de 200 litros y una bomba de agua para fuente. Se preparaba la solución nutritiva que se irrigaba diariamente de 2 a 3 veces por día según las temperaturas medias de cada día se utilizó un timer de riego de la marca “Steren” para controlar estos durante todo el día. Se hicieron las aplicaciones del producto Endovit de manera manual utilizando 2.7 litros de agua y disolviendo la cantidad de producto necesario para cada tratamiento mostrado en el (Cuadro. 3.3.1) donde se enlista la descripción de los tratamientos.

3.2.7 Inoculación con micorrizas

Al día siguiente 23 de agosto se aplicaron de productos a base de micorrizas (disolviendo el producto con agua). En el primer tratamiento no se aplicaron micorrizas (Testigo). El segundo tratamiento se aplicaron 1.68g, en el tercero 3.37g y en el cuarto 5.06g cada dosis de diluyo en 2.7 litros de agua y con ayuda de un vaso de precipitado se aplicaron 100 ml a la raíz por planta para cada tratamiento

3.3 Descripción de los tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos donde se hizo la aplicación del producto Endovit (Cuadro 3.3.1) utilizando para su evaluación un modelo estadístico de bloques completamente al azar con 3 repeticiones teniendo un total de 108 plantas en el trabajo experimental.

Cuadro 3.3.1 Tratamientos con micorrizas (Endovit), aplicado al cultivo de chile Jalapeño Variedad Grande, establecidos en el Invernadero del Departamento de Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila en 2012.

Tratamiento	Dosis
1	Sin micorrizas
2	400 esporas g ⁻¹
3	800 esporas g ⁻¹
4	1200 esporas g ⁻¹

3.4. Diseño Estadístico

El diseño experimental utilizado fue diseño bloques completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Para llevar a cabo este análisis estadístico se utilizó el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 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 ($P < 0.05$).

Modelo

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + T_i + e_{ij}$$

Donde:

μ = parámetro, efecto medio

T_i = parámetro, efecto del tratamiento I

B_j = parámetro, efecto del bloque j

e_{ij} = valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental i,j

Y_{ij} = observación de la unidad experimental

3.5.1 Toma de Datos

Las variables de Peso fresco de la planta (PFP), peso seco de la planta (PSP), peso fresco de raíz (PFR), peso seco de raíz (PSR) longitud de raíz (LR), longitud de tallo (LT) fueron tomados en el muestreo 1 y 2, para número de hojas (NH), número de flores (NF), número de frutos (NFr), peso fresco del Fruto (PFFr) Fueron tomados en el muestreo 2 y 3.

3.5.2 Peso fresco de follaje (PFF), peso fresco de raíz (PFR): para el análisis de esta variable se utilizaron bolsas de papel etiquetadas con su número de tratamiento y repetición, y se pesaron con una balanza analítica.

3.5.3 Peso seco de follaje (PSF), peso seco de raíz (PSR): se utilizaron las mismas muestras recolectadas de peso fresco de planta y se metieron a una estufa de secada a 70°C por 24 horas.

3.5.4 Longitud de raíz (LR), longitud de tallo (LT): se determinó con una cinta métrica en cm.

3.5.5 Número de hojas (NH), de flores (NF), y de frutos (NFr): se hizo el conteo de manera manual durante el 3 muestreo.

3.5.6 Peso fresco del fruto: Una vez realizado el corte del cultivo se pesó cada muestra incluyendo el tratamiento y repetición. Esta variable se determinó con una balanza analítica en gramos en el laboratorio de análisis y minerales de tejido del departamento de horticultura.

3.5.7 Rendimiento por planta y total: El rendimiento de frutos por tratamientos se determinó en la cosecha al pesar todo el producto por planta en una balanza analítica modelo VE- 1000 en el laboratorio de análisis y minerales de tejido del departamento de horticultura y el total se determinó al sumar los cuatro cortes y se estimó el rendimiento total multiplicando por 35000 plantas para obtener el rendimiento por hectárea (Kg ha⁻¹)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso fresco de follaje

En el cuadro 4.1.1 se muestra que existe diferencia ($p \leq 0.05$) en el primer muestreo y en el segundo ($p \leq 0.01$) entre tratamientos para peso fresco de follaje.

Cuadro 4.1.1 Cuadrados medios de peso fresco de follaje (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

		M-1		M-2	
FV	GL	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	2.08	5.88 *	1252.52	10.50 **
BLOQUES	2	0.62	1.76NS	80.08	0.67 NS
ERROR	6	0.35		119.19	
TOTAL	11				
C.V. (%)		26.67		21.87	

De acuerdo a la comparación de medias (Cuadro 4.1.1) hubo diferencia significativa entre los tratamientos y al realizar la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) el muestreo 1, el T1 (tratamiento químico) fue mejor con 36.09%, a diferencia del segundo muestreo el T2 (400 esporas g^{-1}) superó al T1 (tratamiento químico) con 48.27%, esto coincide con Hernández *et al.*, (2002) quienes mencionan que la aplicación constante de nutrientes en el riego desde las primeras etapas vegetativas de una planta ayuda a que el cultivo desarrolle gran cantidad de biomasa además (Martínez *et al.*, 1999) encontraron que la utilización de hongos micorrizicos resulta de manera factible en el desarrollo vegetativo y reproductivo de esta especie.

Cuadro 4.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande en peso fresco de follaje aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo
1	3.38 A	40.00 B
2	2.16 AB	77.33 A
3	1.96 AB	30.00 B
4	1.41 AB	52.33 AB

4.1.2 Peso seco de follaje

En el Cuadro 4.1.2.1 el primer muestreo para peso seco de follaje no mostró diferencia significativa en los tratamientos, a diferencia del segundo muestreo existió diferencia altamente significativa con un incremento del 30.52% (T2) con la dosis de 400 esporas g^{-1}).

Cuadro 4.1.2.1 Cuadrados medios de peso seco de follaje (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

		M-1		M-2	
FV	GL	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	0.028	4.45NS	22.13	11.44**
BLOQUES	2	0.018	2.84NS	5.86	3.03NS
ERROR	6	0.006		1.93	
TOTAL	11				
C.V. (%)		26.32		15.90	

De acuerdo a la comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.2.2) no existió diferencia significativa para el primer muestreo, en ninguno de los tratamientos ya que en el segundo muestreo se obtuvo diferencia significativa en el (T2) con la aplicación de 400 esporas g^{-1} incrementando el peso seco de follaje a un 30.52%. en comparación con los demás tratamientos esto concuerda con Cerna (2000) al realizar un trabajo en el cultivo de tomate inoculando plantas con dos especies de micorrizas *Glomus intraradices* (1109 g) y *Glomus spp* (1075 g) encontró diferencias significativas con respecto al testigo en la variable de biomasa que tuvo (6.18 g).por otro lado Rivera *et al.*,(2007) al evaluar efecto retenedor de agua (Cosmosorb) y dosis crecientes de fertilizantes foliares sobre la producción de tomate chonto y larga vida bajo cubierta plástica agroclear encontró que al aplicar Cosmosorb obtenia el mayor peso seco con un promedio de 17.86 g, menciona que el mayor peso seco depende del mayor tiempo de contacto de la solución nutritiva con las raíces.

Cuadro 4.1.2.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso seco de follaje aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo
1	0.41	8.74 AB
2	0.34	12.58 A
3	0.28	6.60 B
4	0.18	7.06 B

Peso fresco de raíz

En el Cuadro 4.1.3.1 el primer muestreo para peso fresco de raíz (g) se mostró diferencia significativa en el primer muestreo (T1) tratamiento químico con un incremento de 24.77% en comparación con el muestreo 2 donde no se mostró diferencia significativa entre tratamientos.

Cuadro 4.1.3.1 Cuadrados medios de peso fresco de raíz (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

FV	GL	M-1		M-2	
		CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	0.820	48.20**	23.56	3.20 NS
BLOQUES	2	0.002	0.12	6.51	0.88 NS
ERROR	6	0.017		7.36	
TOTAL	11				
C.V. (%)		8.63		32.59	

De acuerdo a la comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.3.2.) se observa en el primer muestreo (T1 químico) donde hubo un incremento en el peso fresco de raíz del 24.77%, ya que para el segundo muestreo no se obtuvo diferencia significativa para esta variable en ninguno de los tratamientos. Esto concuerda con (Finck 1988) en todo el mundo son contados los casos de que los suelos tengan los nutrimentos minerales suficientes para permitir obtener una alta producción de los cultivos, por esto se debe de proveer de ellos a las plantas para que obtengan un mejor desarrollo en todos los órganos de interés.

Cuadro 4.1.3.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso fresco de raíz aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo
1	2.18 A	7.16
2	1.64 B	8.88
3	1.19 C	5.33
4	1.01 C	11.92

Peso seco de raíz

En el cuadro 4.1.4.1 el primer muestreo para peso seco de raíz (g) no se mostró diferencia significativa entre los tratamientos, pero en el segundo muestreo si existió diferencia significativa en el (T1 químico) donde se obtuvo un incremento del 10% a comparación de los demás tratamientos.

Cuadro 4.1.4.1 Cuadrados medios de peso seco de raíz (g) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

	M-1			M-2	
FV	GL	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	0.0003	0.84NS	0.493	6.07*
BLOQUES	2	0.0008	1.87NS	0.063	0.78NS
ERROR	6	0.0004		0.081	
TOTAL	11				
C.V. (%)	25.67			29.07	

De acuerdo a la comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.4.2) no existe diferencia significativa para peso seco de raíz en el primer y segundo muestreo en cuanto a los tratamientos, ya que en el segundo muestreo (estadísticamente todos son iguales aunque el incremento de 42.85 % en peso seco de raíz mayor al testigo del tratamiento con 1200 esporas g^{-1}

Cuadro 4.1.4.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para peso seco de raíz aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo
1	0.09	0.60 A
2	0.08	0.66 A
3	0.07	1.25 A
4	0.07	1.40 A

4.1.5 Longitud de raíz

En el Cuadro 4.1.5.1 el primer muestreo para longitud de raíz (cm) se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, (T2 400 esporas g^{-1} y T3 800 esporas g^{-1}) con un incremento para la primera de 20.88 % siendo el mejor para este muestreo y para el segundo muestreo no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 4.1.5.1 Cuadrados medios para longitud de raíz (cm) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

FV	GL	M-1		M-2	
		CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	18.62	10.65**	8.18	0.91 NS
BLOQUES	2	0.90	0.51NS	29.31	3.26 NS
ERROR	6	1.74		8.97	
TOTAL	11				
C.V. (%)		9.94		12.82	

De acuerdo a la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.5.2.) existe diferencia significativa para longitud de raíz en el primer muestreo donde se aplicó (400 y 800 esporas g^{-1}) hubo un incremento del 20.88% en comparación con los demás tratamientos, siendo que en el segundo muestreo no hubo diferencia significativa; esto concuerda con (Aguilera-Gómez *et al.*, 1999). En chile ancho inoculado con *Glomus intraradices*, en suelo franco arenoso, con bajo contenido de fósforo, se obtuvo incremento en el número de hojas, área foliar, frutos y biomasa de raíces.

Cuadro 4.1.5.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para longitud de raíz en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo
1	12.16 AB	21.00
2	15.37 A	24.50
3	15.32 A	24.50
4	10.31 B	23.50

4.1.6 Longitud de tallo

En el Cuadro 4.1.6.1 se encontró que en el primer y tercer muestreo diferencias altamente significativas para longitud de tallo.

Cuadro 4.1.6.1 Cuadrados medios para longitud de tallo (cm) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2012.

		M-1		M-3	
FV	GL	CM	F	CM	F
TRATAMIENTOS	3	5.18	28.45**	53.58	27.07**
BLOQUES	2	0.20	1.11NS	8.89	4.49NS
ERROR	6	0.18		1.97	
TOTAL	11				
C.V. (%)		3.25		4.32	

De acuerdo a la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.6.2) existe diferencia significativa para longitud de tallo en el primer muestreo (T1 químico) con un incremento de 14.03% , en relación a la dosis del (T2) 400 esporas, del segundo muestreo, obtuvo un incremento de 10.93% en relación al (T1 químico). Esto concuerda con Tapia (2000), señala que un adecuado aporte de agua y fertilizantes es un aspecto fundamental para mejorar la calidad y los aspectos fisiológicos de la planta ya que las actuales técnicas de fertilización permiten importantes mejoras. (Jarris *et al.*, 2009) remarcaron que los hongos micorrizicos 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, esto les provee mejores características que su óptimo desarrollo vegetativo.

Cuadro 4.1.6.2 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en tres muestreos de chile Jalapeño Var. Grande para longitud de tallo, aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Primero	Segundo	Tercero
1	14.25 A	19.35	28.50 B
2	12.25 B	20.33	38.50 A
3	11.75 B	18.65	32.00 B
4	11.25 B	16.65	31.33 B

4.1.7 Numero de frutos

En el Cuadro 4.1.7.1 para el número de frutos en el tercer muestreo no mostró diferencia entre tratamientos.

Cuadro 4.1.7.1 Cuadrados medios para número de frutos en un muestreo de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

M-3			
FV	GL	CM	F
TRATAMIENTOS	3	26.11	8.62NS
BLOQUES	2	2.58	0.85NS
ERROR	6	3.02	
TOTAL	11		
C.V. (%)		21.31	

De acuerdo a la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.7.2) existe diferencia significativa para el número de frutos, en el muestreo 3 nos muestra que el (T1 químico) y el T2 (400 esporas g^{-1}) nos brinda un aumento y esto concuerda con Hernández *et al.*, (2002) mencionan que la aplicación constante de nutrientes en el riego desde las primeras etapas vegetativas de una planta ayuda a que el cultivo lo que le permite una buena producción de frutos.

Cuadro 4.1.7.2 Prueba de comparación de medias de Tukey P (≤ 0.05) en dos muestreos de chile Jalapeño Var. Grande, para número de frutos, aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila. 2012.

Tratamiento	Tercer Muestreo
1	11.33 A
2	10.00 AB
3	5.33 B
4	6.00 B

4.1.8 Rendimiento de fruto

En el Cuadro 4.1.8.1 para rendimiento de fruto por planta del primer corte, los tratamientos 1(testigo químico) y 4 (1200 esporas g^{-1}) presentan el mayor valor siendo estadísticamente iguales, en el segundo la dosis de 400 esporas (2) y en el tercero con 800 (3) y 1200 esporas g^{-1} (4).

Cuadro 4.1.8.1 Cuadrados medios de rendimiento de fruto (rendimiento/planta) en el primero y segundo corte de chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.

FV	GL	Primero		Segundo	
		CM	F	CM	F
Tratamientos	3	14848.52	11.40**	1954.50	0.14 NS
Bloques	2		0.74NS	40376.94	2.82 NS
		963.81			
Error	6			14330.21	
		1301.55			
Total	11				
C.V. (%)		18.95			

Cuadro 4.1.8.2 Cuadrados medios de rendimiento de fruto (rendimiento/planta) en tercero y cuarto corte de Chile Jalapeño Var. Grande aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.

FV	GL	Tercero		Cuarto	
		CM	F	CM	F
Tratamientos	3	92397.33	13.66 **	10913.71	21.65**
Bloques	2	43105.12	6.37**	675.35	1.33NS
Error	6	6760.29		504.02	
Total	11				
C.V.(%)		21.80		27.84	

Cuadro 4.1.8.3 Prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) en tres cortes, rendimiento en gramos de fruto de chile Jalapeño Var. Grande por repetición aplicando tres dosis de Endovit en invernadero del Departamento de Horticultura. UAAAN, Buenavista Saltillo Coahuila 2012.

Tratamientos	Primero	Segundo	Tercero	Cuarto
1	267.68 A	179.72	215.08 B	26.69 B
2	193.58 AE	162.04	604.67 A	30.14 B
3	97.12 B	154.56	266.16 B	133.01 A
4	203.20 A	131.88	422.41 AB	132.70 A

De acuerdo a la comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) (Cuadro 4.1.8.2) existe diferencia significativa para el rendimiento de frutos en el primer corte en los tratamientos (T1 químico) y (T4 1200 esporas g^{-1}) y para el segundo corte solo existió diferencia significativa para el (T2 400 esporas g^{-1}) mientras que en el tercer corte sobresalieron los tratamientos (T3 800 esporas g^{-1}), (T4 1200 esporas g^{-1}); esto concuerda con 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 la toma de alimentos, elevando su productividad hasta la cosecha de sus frutos.

4.1.8.3. Rendimiento total en cuatro cortes de fruto de chile jalapeño, Var. Grande. UAAAN, 2012 .

Tratamientos	Rendimiento Total	Ton ha⁻¹
1	689.17	24.12
2	990.43	34.66
3	650.85	22.78
4	890.19	31.16

V. CONCLUSIÓN

La dosis de Endovit (*Glomus intraradices*) que influye positivamente en los caracteres agronómicos como peso fresco y seco de follaje, longitud de tallo y raíz además del rendimiento es la menor, con esto el productor disminuirá costos de producción.

VI. Literatura Citada

- Aguilera, G. L.; Olalde, P. V.; Arriaga, R. M.; Contreras A., R. 2008. Micorrizas Arbusculares. *Ciencia Ergo Sum* 14(3): 300-306.
- Aguilera-Gómez, L., Davies F. T., Olalde-Portugal, V., Duray, S. A., Phavaphutanon, L. 1999. Influence of phosphorus and endomycorrhiza (*Glomus intrarradices*) on gas exchange and plant growth of chile ancho pepper (*Capsicum annum* L. cv. San Luis). *Photosynthetica*. 36:441-449.
- Aloni B. L. Karni, Z. Zaidmon and A. A. Scheffer 1996 Change of carbohydrate in pepper (*Capsicum annum* L.) flowers under different shading regimes. *Annals of Botany* 78: 163-168
- Alloush, G.A, Zeto, S.K, Clark, N. 2000. Phosphorus source, organic matter, and arbuscular mycorrhizal effects on growth and mineral acquisition of chickpea grown in acidic soil. *Journal of Plant Nutrition*. 23(9):1351-1369.
- Armenta-Bojórquez, A. D., Ferrera-Cerrato, R., Trinidad, S. A., y Volke, H.V. 1986. Fertilización e Inoculación con *Rhizobium* y Endomicorrizas (V-A) en Garbanzo Blanco (*Cicer arietinum* L.) en Suelos del Noroeste de México. *Agrociencia*. (65):141-160.
- Armenta-Bojórquez, A. D. 1990. Fijación simbiótica de nitrógeno *Rhizobium*-leguminosa. *Inter. CGIP-UAS*. 1(1):6-10.
- Armenta-Bojórquez, A. D., Airola-Gallejos, V. M., y Apodaca-Sánchez, M. A. 2009. Selección de aislados nativos de *Bacillus subtilis* para la producción de plántulas de tomate en Sinaloa. Primer Simposium Internacional de Agricultura Ecológica. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México. 252-256 pp.
- Bashan Y., Holguín G. y Ferrera-Cerrato, R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. II. Bacterias asociativas de la rizósfera. *Terra* 14(2):195-210.

- Bashan Y., and Holguin, G. 1998. Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem.* 30, 1225-1228.
- Bashan Y., and Holguin, G. 1998. Proposal for the division of plant growth- promoting rhizobacteria into two classifications: biocontrol PGPB (plant growth-promoting bacteria) and PGPB. *Soil Biol. Biochem.* 30, 1225-1228.
- Blondon L.H. 1987 effects of temperature the growth and mineral composition of sweet pepper and oeggplantt grown under glass. pp 35-37
- Castellanos,J.Z 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Editorial INTAGRI. Mexico.p.132-133
- Castillo.M.Alejandra (2009) evaluación de tres fertilizantes foliares en chile (*Capsicum annuum L.*) Variedad tampiqueña 74 bajo condiciones de invernadero en diferentes etapas fenológicas. Tesis de licenciatura, UAAAN. Buenavista,Salttillo,Coahuila,Mex.
- Cerna S, y Martines A.2010. Fertilización biológica, técnica de vanguardia para el desarrollo agrícola sostenible, Universidad de Magdalena,Santa Marta, Colombia. 4 20:391-399
- 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
- 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.
- 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.

- Espinoza, V.M.A., Armenta, B.A.D. y Olalde, P.V. 2003. Interacción de micorriza y *Bacillus Ra Ximhai* Vol. 6. Número 1, enero - abril 2010, pp. 51-56.
- 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.
- Eshbaugh, W.H. 1968. A. nomenclatural note of the genus *Capsicum*. *Taxon* A:51-52
- Finck, A. 1988. *Fertilizantes y Fertilización*. Editorial Reverte, Barcelona. 436p.
- 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.
- Fundación Produce Sinaloa. 2006. Memoria Agricultura orgánica. Memorias del Curso Eco Agro de de Agricultura Orgánica. Fundación produce Sinaloa. Guamúchil,Sinaloa, México. pp. 7-9.
- García, G. O. 2007. Efecto de Endosporas para el rendimiento y calidad en diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), bajo el sistema de hidroponía. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- 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.
- Guerrero H., M.J., J.F.Limón G., E. Gándara R. y J.X. Uvalle B. 1996. Evaluación de tres programas de fertilización en chile jalapeño con riego por goteo y acolchado plástico. pp. 93-96. In: XXVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Obregón, Sonora, México.

- Hartmann, HT, Kofranek, A.M., Rubatzky, V.E. And Flocker, W. 1995. growth ,Development and utilization of cultivated plants. In: plant science, 2 ed. pp. 225-235
- Hernandez, S, y Fortis A. 2010. Agricultura organica; 1ª edición, Universidad Juarez del Estado de Durango, Durango, Mexico. p 438.
- 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.
- LIDAG S.A de C.V. 2013 Ficha técnica de ENDOVIT. Monterrey, N.L. México.
- Linderman, G. R. 1989. Micorrizal Symbiosis. Animal and plant Species (1):181-187.
- LONG, S. J. 1984. Huella historica situacion actual y lineas de investigacion. En presente y pasado del Chile Jalapeño en mexico. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidraulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas Pp. 8-11
- Lucy, M., Reed, E., Glick, B. R. 2004. Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. Antonie Van Leeuwenhoek. 86, 1-25. Ma, Y., Zhang, J.Y., Wong, M.H., 2003. Microbial activity during composting of anthracenecontaminated soil. Chemosphere 55, 1505–1513.
- Marquez A F, Guridi J A, Pino A, Lopez J Menendez L, y Cartaya O. 2006. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en tomate (*licopersicum esculentum* mil) en condiciones de producción, cultivos tropicales, vol. 27:3, instituto nacional de ciencias agrarias (INCA)
- 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.
- Moreno R.A.; Valdés P.M.T.; Zarate L.T.-2005.- Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica (Chile) 65(1):26-34

- McLeod, M.J., Guttman, S.I. and Eshbaugh, W. H. 1982. Early evolution of chile peppers (*Capsicum*). *Economical Botany* 36: 361-368
- Potisek T., M. del C., M. Moreno S.F. y J.L. González B. 2000. Producción de chile jalapeño bajo riego por cintilla subsuperficial, en dos regímenes de humedad y acolchado plástico. pp. 142-149. In: IX Congreso Nacional de Irrigación. Culiacán, Sinaloa, México.
- Read D.J. 1991. Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia*, 47:376-391.
- 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.
- Robledo, P.A.1991. Aplicación de la biotecnología al cultivo de *Capsicum annuum L.* Efecto del origen del explante sobre la producción de Capsaicinoides y la respuesta morfogénica *in vitro*. 1993. Tesis de maestría en ciencias Colegio de postgraduados Montecillo, Mexico, pp.95
- 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.
- Sánchez de P. M. 2007. Las micorrizas: estrategia compartida para colonizar el suelo En: *Endomicorrizas: expresión bioedáfica de importancia en el trópico* pp.115 – 175 p.
- Salas, E. L y Blanco, F. 2000. Selección de plantas hospederas y efecto del fosforo para la producción de inóculo de hongos formadores de micorrizas arbusculares por el método de cultivo en macetas. *Agronomía Costarricense* 24(1): 19-28.
- Solorzano, P. (2001). *Manual para la Fertilización de Cultivos en Venezuela* Ed. Agroisleña, C.A Caracas. Venezuela. 2168.
- SIAP-SAGARPA.2009.Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx>

- Smith S.E. y Read D.J. 1998. Micorrhizal symbiosis, San diego USA, Academic. Press.
- Smith,P.G.And Heiser, C.B. 1975. Taxonomy of Capsicum Sinense Jacq. And The geographical distribution in the cultivated capsicum Species Bulletin of Torrey Botanical Club 84: 413-420
- Valadez J.A 1992 Producción de Hortalizas Ed. Limusa Mexico pp 67-168

I. APÉNDICE

Primer muestreo

Cuadro 1A. Análisis de varianza para peso fresco de follaje en chile jalapeño
Var. Grande

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	6.2459	2.0819	5.8822	0.033
BLOQUES	2	1.2481	0.6240	1.7632	0.250
ERROR	6	2.1236	0.3539		
TOTAL	11	9.6177			
C.V.		26.67%			

Cuadro 2A. Análisis de varianza para peso seco de follaje

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.0857	0.0285	4.4588NS	0.057
BLOQUES	2	0.0364	0.0182	2.8440NS	0.135
ERROR	6	0.0384	0.0064		
TOTAL	11	0.1606			
C.V.		26.32%			

Cuadro 3A. Análisis de varianza para peso fresco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2.4457	0.8152	48.2036	0.000
BLOQUES	2	0.0042	0.0021	0.1264	0.883
ERROR	6	0.1014	0.0169		
TOTAL	11	2.5515			
C.V.		8.63%			

Cuadro 4A. Análisis de varianza para peso seco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	0.0010	0.0003	0.8452	0.519
BLOQUES	2	0.0016	0.0008	1.8774	0.232
ERROR	6	0.0025	0.0004		
TOTAL	11	0.0052			
C.V.		25.67%			

Cuadro 5A. Análisis de varianza para longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	55.8625	18.6208	10.6586	0.009
BLOQUES	2	1.8117	0.9058	0.5185	0.623
ERROR	6	10.4821	1.7470		
TOTAL	11	68.1564			
C.V.		9.94%			

Cuadro 6A. Análisis de varianza para longitud de tallo

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	15.5625	5.1875	28.4571	0.001
BLOQUES	2	0.4062	0.2031	1.1143	0.389
ERROR	6	1.0937	0.1822		
TOTAL	11	17.0625			
C.V.		3.45%			

Cuadro 7A. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	144.9165	48.3055	2.4390	0.162
BLOQUES	2	10.5000	5.2500	0.2651	0.777
ERROR	6	118.8334	19.8055		
TOTAL	11	274.2500			
C.V.		20.94%			

Segundo muestreo**Cuadro 8A. Análisis de varianza para longitud de tallo**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	21.8291	7.2763	4.4693	0.057
BLOQUES	2	4.1044	2.0522	1.2605	0.350
ERROR	6	9.7685	1.6280		
TOTAL	11	35.7021			
C.V.		6.81%			

Cuadro 9A. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	144.9165	48.3055	2.4390	0.162
BLOQUES	2	10.5000	5.2500	0.2651	0.777
ERROR	6	118.8334	19.8055		
TOTAL	11	274.2500			
C.V.	20.94%				

Tercer muestreo**Cuadro 10 A . Análisis de varianza para peso fresco de follaje**

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	3757.5839	1252.5279	10.5083	0.009
BLOQUES	2	160.1660	80.0830	0.6719	0.548
ERROR	6	715.1660	119.1943		
TOTAL	11	4632.9160			
C.V.	21.87%				

Cuadro 11A. Análisis de varianza para peso seco de follaje

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	66.3995	22.1332	11.4430	0.008
BLOQUES	2	11.7352	5.8676	3.0336	0.123
ERROR	6	11.6052	1.9342		
TOTAL	11	89.7401			
C.V.	15.90%				

Cuadro 12A. Análisis de varianza para peso fresco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	70.6658	23.5552	3.2015	0.105
BLOQUES	2	13.0171	6.5885	0.8846	0.537
ERROR	6	44.1459	7.3576		
TOTAL	11	127.8290			
C.V.		32.59%			

Cuadro 13A. Análisis de varianza para peso seco de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	1.4797	0.4932	6.0791	0.030
BLOQUES	2	0.1275	0.0637	0.7860	0.500
ERROR	6	0.4868	0.0811		
TOTAL	11	2.0942			
C.V.		29.07%			

Cuadro 14A. Análisis de varianza para longitud de raíz

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	24.5625	8.1875	0.9118	0.509
BLOQUES	2	58.6250	29.3125	3.2645	0.110
ERROR	6	53.8750	8.9791		
TOTAL	11	137.0625			
C.V.		12.82%			

Cuadro15A. Análisis de varianza para longitud de tallo

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	160.7500	53.5833	27.0737	0.001
BLOQUES	2	17.7919	8.8959	4.4948	0.064
ERROR	6	11.8750	1.9791		
TOTAL	11	190.4169			
C.V.		4.32%			

Cuadro16A. Análisis de varianza para número de hojas

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	2223.0000	741.0000	1.6999	0.265
BLOQUES	2	997.1640	498.5820	1.1438	0.381
ERROR	6	2615.5000	435.9166		
TOTAL	11	5835.6640			
C.V.		20.50%			

Cuadro 17A. Análisis de varianza para número de flores

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	244.2500	81.4166	3.2676	0.101
BLOQUES	2	120.5000	60.2500	2.4181	0.169
ERROR	6	149.5000	24.9166		
TOTAL	11	514.2500			
C.V.		24.65%			

Cuadro 18A. Análisis de varianza para número de frutos

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	78.3333	26.1111	8.6239	0.014
BLOQUES	2	5.1666	2.5833	0.8532	0.525
ERROR	6	18.1666	3.0277		
TOTAL	11	101.6666			
C.V.	21.31%				

Cuadro19A. Análisis de varianza para rendimiento primer corte

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	44545.5625	14848.5205	11.4083	0.008
BLOQUES	2	1927.6250	963.8125	0.7405	0.519
ERROR	6	7809.3125	1301.5521		
TOTAL	11	54282.50000			
C.V.	18.95%				

Cuadro 20A. Análisis de varianza para rendimiento segundo corte

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	5863.5000	1954.5000	0.1364	0.934
BLOQUES	2	80753.8750	40376.9375	2.8176	0.137
ERROR	6	85981.2500	14330.2080		
TOTAL	11	172598.6250			
C.V.	29.99%				

Cuadro 21A. Análisis de varianza para rendimiento tercer corte

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	277192.0000	92397.3359	13.6677	0.005
BLOQUES	2	86210.2500	43105.1250	6.3762	0.033
ERROR	6	40561.7500	6760.2915		
TOTAL	11	403964.0000			
C.V.	21.80%				

Cuadro 22A. Análisis de varianza para rendimiento cuarto corte

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	32741.1406	10913.7138	21.6531	0.002
BLOQUES	2	1350.7109	675.3554	1.3399	0.331
ERROR	6	3024.1562	504.0260		
TOTAL	11	37116.0078			
C.V.	27.84%				

Cuadro 23A. Análisis de varianza para rendimiento total

FV	GL	SC	CM	F	P>F
TRATAMIENTOS	3	312660.0000	104220.0000	2.5113	0.155
BLOQUES	2	305987.0000	152993.5000	3.6865	0.090
ERROR	6	249006.0000	41501.0000		
TOTAL	11	867653.0000			
C.V.	19.45%				

