

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Comportamiento de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) inoculado con *Glomus intraradices* (Schenck), fertilizado con vermicompost en condiciones de campo**

**POR:**

**NICOLÁS BENÍTEZ GÓMEZ**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**Torreón, Coahuila, México**

**Noviembre de 2016**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Comportamiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) inoculado con *Glomus intraradices* (Schenck), fertilizado con vermicompost en condiciones de campo

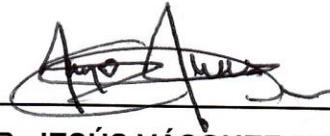
TESIS QUE PRESENTA:

NICOLAS BENÍTEZ GÓMEZ

INGENIERO EN AGROECOLOGIA

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR:

PRESIDENTE:



DR. JESÚS VÁSQUEZ ARROYO

VOCAL:



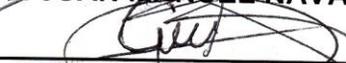
DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:

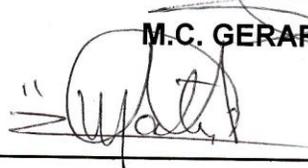


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL SUPLENTE:



M.C. GERARDO ZAPATA SIFUENTES



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



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

NOVIEMBRE DE 2016

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"**  
**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**Comportamiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) inoculado con *Glomus intraradices* (Schenck), fertilizado con vermicompost en condiciones de campo**

**TESIS QUE PRESENTA:**

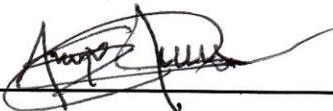
**NICOLAS BENÍTEZ GÓMEZ**

**ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

**Aprobada por:**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Jesús Vásquez Arroyo**

**ASESOR:**

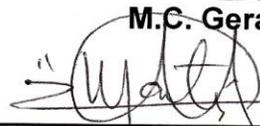
  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Alfredo Ogaz**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Juan Manuel Nava Santos**

**ASESOR:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Gerardo Zapata Sifuentes**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. Víctor Martínez Cueto**



**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme dado la vida, salud y fuerzas para salir adelante a pesar de los obstáculos que se encuentran en el camino y poder culminar este importante logro en mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por haberme permitido estar en sus aulas para forjarme de conocimientos y permitir realizarme en mi formación profesional.

Al Dr. Jesús Vásquez Arroyo por su valiosa dirección en este trabajo, por brindarme sus conocimiento, tiempo, apoyo, amistad y por ser un ejemplo para seguir adelante.

Al Dr. Alfredo Ogaz por ser un gran amigo y por su ayuda incondicional en la elaboración de este trabajo, motivando a seguir en nuestra formación académica.

A los profesores de esta universidad que compartieron su tiempo, sus experiencias en las aulas y compartir sus conocimiento enriqueciendo así nuestra formación como profesionales.

Al Ing. Juan Manuel Nava Santos y al MC. Gerardo Zapata Sifuentes por brindarme su apoyo en la revisión de este trabajo.

## DEDICATORIAS

A mi madre:

Carmen Gómez García

Por haberme dado la vida y el apoyo para poder seguir adelante con mis estudios, motivándome para enfrentar cualquier situación, luchar por nuestros sueños y alcanzar nuestras metas.

A mis hermanos:

Alma Delia Zavaleta Gómez

Carlos Alberto Zabaleta Gómez

Por su cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, motivándoles así, para que alcancen las metas que se propongan y tengan éxito en sus vidas.

A mis Abuelos:

Antonia García Ortega

Jovito Gómez Olivera +

Por ser un motivo para alcanzar mis sueños, por haber estado conmigo, apoyándome, ayudándome y enfrentar cualquier situación.

## INDICE DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	v
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.1 Objetivo</b> .....	2
<b>1.2 Hipótesis</b> .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
<b>2.1. El Cultivo de Chile Jalapeño en el mundo y México</b> .....	4
<b>2.2. Taxonomía y morfología</b> .....	6
<b>2.2.6. Fruto:</b> .....	7
<b>2.3. Requerimientos agroecológicos del cultivo de chile</b> .....	8
<b>2.3.1. Requerimientos climáticos</b> .....	9
<b>2.4. Tolerancia a altas temperaturas.</b> .....	9
<b>2.5. Requerimientos edáficos</b> .....	11
<b>III.- MATERIALES Y METODOS</b> .....	30
<b>3.1. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera</b> .....	30
<b>3.2. Localización del Experimento</b> .....	30
<b>3.3. Condiciones Experimentales</b> .....	30
<b>3.4. Material Vegetal</b> .....	30
<b>3.5. Variables de estudio.</b> .....	31
<b>3.5.1. Altura de Planta (AP, cm)</b> .....	31
<b>3.5.2. Diámetro de Tallo (DT, cm):</b> .....	31
<b>3.5.3. Número de frutos (NFR):</b> .....	31
<b>3.5.4. Número de flores (NFL):</b> .....	31
<b>3.5.5. Número de frutos cosechados (NFC):</b> .....	31
<b>3.5.6. Longitud de Fruto (LF, cm):</b> .....	32
<b>3.5.7. Espesor de Pericarpio (EP, mm):</b> .....	32
<b>3.5.8. Número de Lóculos (NL):</b> .....	32

<b>3.5.9. Diámetro Ecuatorial (DE, cm)</b> .....	32
<b>3.5.10. Peso de Fruto (PF, g):</b> .....	32
<b>3.6. Diseño Experimental</b> .....	32
<b>3.6.1. Siembra</b> .....	33
<b>3.6.2. Trasplante</b> .....	35
<b>3.6.3. Riego</b> .....	36
<b>3.6.4. Fertilización</b> .....	37
<b>3.7. Labores culturales</b> .....	38
<b>3.7.1. Tutoreo</b> .....	38
<b>3.7.2. Control de arvenses</b> .....	39
<b>3.7.2. Control de plagas y enfermedades</b> .....	39
<b>3.7.3. Cosecha</b> .....	40
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	42
<b>V.- CONCLUSIÓN</b> .....	47
<b>VI.- LITERATURA CITADA</b> .....	48

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Humedecimiento e inoculación de semilla. ....	34
<b>Figura 2.</b> Siembra de semilla en charola de germinación. ....	34
<b>Figura 3.</b> Acondicionamiento del terreno experimental de la UAAAN Unidad Regional Laguna .....	35
<b>Figura 4.</b> Trasplante e inoculación en campo. ....	36
<b>Figura 5.</b> Riego a la plantación y aporque. ....	37
<b>Figura 6.</b> Fertilización con vermicompost. ....	38
<b>Figura 7.</b> Control de malezas entre surcos. ....	40
<b>Figura 8.</b> Cosecha de frutos.....	41
<b>Figura 9.</b> realización del primer corte de frutos. ....	41
<b>Figura 10.</b> Resultados de las variables AP, NFR, NFL, NFC y PF en el cultivo de C. annuum, bajo condiciones de Campo durante el ciclo Primavera Verano del 2014. ....	43
<b>Figura 11.</b> Resultados de las variables DT, DE, EP Y NL. ....	44

## RESUMEN

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 2014 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), para evaluar el comportamiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) inoculado con el hongo micorrizo arbuscular *Glomus intraradices* (Schenck), y fertilizado con vermicompost, el experimento se condujo bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron: peso del fruto, diámetro ecuatorial, espesor de pericarpio, rendimiento, número de frutos por planta, longitud de fruto número de flores por planta, diámetro de tallo, número de lóculos y altura de planta. Se utilizó el híbrido tipo Euforia F1 de crecimiento determinado. La siembra se realizó el 25 de febrero de 2014 en charolas de poliestireno de 200 cavidades utilizando como sustrato PeatMoss (Premier®). El trasplante se realizó el 1 de mayo del mismo año en campo previamente preparado. Las plántulas se acomodaron a hilera sencilla. Para este experimento la interacción del hongo micorrizo arbuscular y la aplicación de vermicompost las diferencias estadísticas significativas estuvieron ausentes. Para las variables NFR y NFC, el tratamiento uno presentó el mayor número de frutos (34) y la mayor reducción frutos cosechados (41%), el resto presentó 23 o 24 frutos y una reducción que osciló entre 17% (tratamiento cuatro) y 29% (tratamiento cinco). Es posible señalar que la utilización de esporas de hongos micorrizos arbusculares (HMA) + fertilización con vermicompost aplicada directamente al sistema radicular durante la siembra y el trasplante, satisface con las necesidades del cultivo dado que, rindió lo mismo que el fertilización sintético.

**Palabras clave:** cultivo, chile jalapeño, vermicompost, hongo micorrizo arbuscular.

## I. INTRODUCCIÓN

El chile es una planta que pertenece al género *Capsicum*, que incluye aproximadamente 25 especies, y tiene su origen en las regiones tropicales y subtropicales de América; Siendo China, México, Turquía, España, Nigeria y Estados Unidos los principales países que cultivan esta planta, la producción mundial de chile se encuentra por encima de las 19 millones de toneladas; China es productor de 8 millones de toneladas, seguido por México con un millón y medio (Santoyo y Martínez, 2007). El chile jalapeño es uno de los de mayor importancia socioeconómica por su amplio consumo, alta rentabilidad y demanda de mano de obra para el desarrollo rural (García y Nava, 2009). Anualmente en México, se siembran alrededor de 40 mil hectáreas, con un rendimiento promedio de 12 ton ha<sup>-1</sup> y un volumen de producción de 600 mil toneladas (INIFAP, 2013).

La fertilización de síntesis química fundamentada en la teoría del balance mineral, aduce que los nutrimentos son necesarios para obtener altos rendimientos y buena calidad de fruto, sin embargo, su uso indiscriminado e ineficiente ha originado una disminución de materia orgánica (Morón y Alayon, 2014) y fertilidad, contaminación, degradación, acides y erosión del suelo debido primordialmente a una agricultura intensiva que no considera la conservación integral de este recurso (Radillo *et al.*, 2007). Lo cual está ocasionando una problemática generando un incremento la concientización de los productores agrícolas sobre el cuidado del ambiente ya que ha sido reconocido el deterioro que causan los agroquímicos y tener como alternativa la aplicación de biofertilizantes (Armenta *et al.*, 2010), el manejo de la rizósfera, así como

el análisis de los efectos positivos de ciertos microorganismos del suelo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas (Alonso *et al.*, 2013).

En el caso de la nutrición vegetal como alternativa a la aplicación de los fertilizantes sintéticos, se ha sugerido el empleo del vermicompost, cuya técnica o metodología de elaboración además de recuperar energía de desechos orgánicos permite disponer de elementos nutritivos para la planta (Monjarrez *et al.*, 1999).

Por lo anterior se ha estado adoptando la estrategia de suministro de elementos nutritivos a los cultivos (hortícolas y cultivos de grano), integrando una inteligente combinación de fertilizantes orgánicos, humus de lombriz y biofertilizantes; todo dentro del marco de la sustentabilidad, para reducir los daños causados al ambiente y a la salud del hombre y los animales por los métodos irracionales que se han empleado en las últimas décadas (Armenta *et al.*, 2010). Una alternativa complementaria para el desarrollo de los cultivos es la inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) los cuales llegan a colonizar de forma significativa el sistema radicular de diversas especies vegetales logrando incrementar su desarrollo, así como una mayor absorción de elementos nutritivos principalmente fósforo P (Monjarrez *et al.*, 1999).

## **1.1 Objetivo**

Evaluar la respuesta en crecimiento vegetativo y rendimiento del chile jalapeño inoculado con HMA, siendo fertilizado con vermicompost, en condiciones de campo.

## **1.2 Hipótesis**

La inoculación del cultivo de chile jalapeño con HMA, y fertilizado con vermicompost, favorece su crecimiento vegetativo y rendimiento con respecto a la fertilización inorgánica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El Cultivo de Chile Jalapeño en el mundo y México

El volumen de producción mundial de chiles verdes presento un incremento (Pedraza, *et al.*, 2008) en el periodo 1999-2009 al pasar de un total de producción de 19,417,763 toneladas en 1999 a 28,843,822 en 2009, registrando la producción total un crecimiento de 46,69%, siendo unos de los factores que inciden en esta: el aumento del consumo de esta hortaliza en la dieta de la población de los diversos continentes, así como por las propiedades que se le atribuyen en la actualidad a los pimientos, que han diversificado sus campos de aplicación y, con ello, aumentado los requerimientos del mismo en el mundo (Caro *et al.*, 2014). En 2007, Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, Países Bajos y Canadá fueron los principales consumidores de chile verde exportado por México, con cifras superiores a las 100 mil toneladas anuales en cada caso (SIAP, 2010; Caro *et al.*, 2014).

El chile es uno de los cultivos agrícolas más importantes en México y en el mundo, porque sus frutos se consumen tanto en fresco como en seco para proporcionar color, sabor y aroma a infinidad de platillos, lo que lo sitúa entre las principales especias (Zegbe *et al.*, 2007). Siendo un ingrediente fundamental en la dieta del pueblo y considerado por algunos el primer cultivo domesticado en el continente americano (Cortes, 2012; Pedraza *et al.*, 2008).

En México el chile es el octavo cultivo con mayor valor generado en la agricultura, alcanzando alrededor de 13 mil millones de pesos, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil ton de chile fresco, seco y preparaciones. Sin embargo la superficie ha

disminuido 15% desde al año 2005 llegando actualmente alrededor de 138 mil hectáreas (0.6% del total nacional). Por otra parte el volumen de producción no presenta un crecimiento importante, la tasa media anual fue 1.0% entre los años 2007 al 2012.

Ya que el 84% de la superficie cuenta con tecnificación de riego, obteniéndose de esta forma el 95% del volumen y 93% del valor de producción, la producción se concentra en Chihuahua, Sinaloa, Zacatecas, San Luis Potosí y Michoacán que en su conjunto participaron con el 67.1% del valor y 72.5% del volumen generados en 2012. Por lo que el chile jalapeño participa con el 22.8% del valor de producción, bell pepper con 15.4%, serrano 8.4%, seco mirasol 7.8%, poblano 7.3%, seco ancho 6.8% (FND y SHCP 2014).

El cultivo es importante por el valor que aporta a la producción agrícola de las regiones involucradas, porque genera ingresos competitivos para productores y por qué la cosecha abarca alrededor de 150 días (jornales) por hectárea en zonas de riego. La creación de empleos es reflejo de un impacto social positivo, un impacto que trasciende las fronteras de México (SIAP, 2010).

Siendo factible económicamente la producción de chile en baja, media o alta tecnología por lo que hay una relación beneficio/costo superior a 1 el cual lo hace una nueva opción productiva en México. Siendo viable el establecimiento de producciones a gran escala de chile en el territorio mexicano y este puede ser una fuente importante de ingresos para familias de bajos recursos de las regiones semidesérticas (Pedraza, 2008).

## 2.2. Taxonomía y morfología

Reino: plantae

División: magnoliophyta

Clase: magnoliopsida

Orden: solanales

Familia: solanaceae

Género: *Capsicum* L.

Especie: *annuum* L.

(SIOVM, 2016)

**2.2.1. Planta:** herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero).

**2.2.2. Sistema radicular:** pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro (AgroEs.es, 2016)

**2.2.3. Tallo principal:** de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite dos o tres ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).

2.2.4. Hoja: entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto (InfoAgro, 2016).

**2.2.5. Flor:** las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10% (InfoAgro, 2016).

**2.2.6. Fruto:** baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros (InfoAgro, 2016).

### **2.3. Requerimientos agroecológicos del cultivo de chile**

Las condiciones ambientales ejercen una influencia determinante en el desarrollo y productividad de las especies agrícolas de cultivo. Cuando se analiza el entorno ambiental de una parcela de producción, necesariamente se le debe considerar bajo la óptica de un sistema continuo suelo-planta-atmósfera, con la influencia de componentes climáticos, edáficos y de manejo del cultivo, así como sus interacciones. Los insumos ambientales básicos para el crecimiento y desarrollo de las plantas son el dióxido de carbono, el agua, la luz y la temperatura (INIFAP, 2013).

Vara, (2012) señala que los factores que limitan la adaptación, desarrollo y producción del chile, es el agua y la temperatura, siendo la primera la más determinante. Éste mismo autor también agregó que este cultivo demanda una cantidad de agua relativamente alta (550 a 700 mm por ciclo), sobre todo durante las etapas de floración, fructificación y llenado de fruto. Desarrollándose mejor en regiones con temperatura promedio superior a los 24°C, poca variación entre las temperaturas diurnas y nocturnas y humedad del suelo entre el 80 y el 90% de humedad aprovechable. No toleran temperaturas menores a 15°C.

Los tiempos actuales y en especial los futuros, imponen la necesidad de practicar una agricultura más productiva y con un menor nivel de riesgo. La estrategia más clara y precisa es aquella que implica la producción de cultivos en ambientes que provean condiciones que satisfagan los requerimientos agroecológicos de las plantas (INIFAP, 2013).

### **2.3.1. Requerimientos climáticos**

**2.3.2. Altitud:** Se desarrolla a partir del nivel del mar hasta los 2000 msnm.

2.3.3. Fotoperiodo: Responde a días cortos y días neutros, es decir menos de 12 hasta 14 horas de luz.

**2.3.4. Radiación (Luz):** Es una planta que requiere gran luminosidad.

**2.3.5. Temperatura:** Temperatura óptima de 24°C y con al menos 3 meses de clima cálido para el buen desarrollo de los cultivos.

Temperatura mínima de 16°C, temperatura máxima de 30°C y temperatura óptima de 20-28 °C. Tolera temperaturas de 10°C hasta 32°C. El óptimo es de 15 a 26°C.

No le gusta el frío.

Las temperaturas inferiores a la mínima detienen el crecimiento de la planta y causan malformación del fruto y caída de las flores; las superiores a la máxima, provocan caída de las flores por quemadura y/o aborto (Vara., 2012).

### **2.4. Tolerancia a altas temperaturas.**

Es una planta tolerante a temperaturas altas, con excepción de la etapa reproductiva, en donde temperaturas por arriba de los 32-34°C pueden causar abscisión de flores y problemas en la fecundación y cuajado de frutos.

**2.4.1. Precipitación (agua):** De 600 a 1250 mm por año.

Es necesario que durante la etapa de crecimiento del fruto exista un adecuado suministro de agua. El riego será necesario si no se producen suficientes precipitaciones. Es preferible plantar el cultivo en lugares donde la precipitación pluvial sea de 600 a 1,200 mm. anuales bien distribuidos durante su ciclo vegetativo. Un exceso de humedad puede provocar la pudrición del follaje, frutos y la incidencia de enfermedades en la raíz (Vara, 2012).

Debe tener buen abastecimiento durante todo el período que permanece el cultivo en el campo. Dos a tres riegos por semana son suficientes para lograr un buen desarrollo y fructificación, de 600 a 1,200 mm. de agua bien distribuidos durante el año se consideran normales.

Puede regarse por aspersión o goteo, pero lo usual en las plantaciones comerciales es por gravedad en surcos paralelos. El consumo de agua de una plantación de chile depende de factores tales como:

- 1.-La zona de siembra
- 2.-La época de siembra
- 3.-El tipo de suelo
- 4.-El cultivar empleado
- 5.-El tipo de riego que se emplee.

El cultivo de chile demanda riego durante su ciclo de vida, ya sean siembras hechas bajo riego o en el invierno.

El manejo del agua debe de ser muy cuidadoso, porque la escasez o el exceso son inapropiados para la planta. Este cultivo debe establecerse bajo riego en cualquier época del año, para asegurar la producción. Las plantaciones realizadas bajo condiciones de temporal, generalmente reportan bajos

rendimientos debido a que la lluvia no se distribuye de acuerdo a las necesidades del cultivo (García y Nava, 2009).

**2.4.2 Humedad relativa:** Le es favorable una humedad relativa aproximadamente del 75%.

La humedad relativa óptima debe oscilar entre el 50 y 90%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. Cuando la humedad y la temperatura son elevadas se produce una floración deficiente, caída de flores, frutos deformes y disminución del crecimiento, éstos efectos similares también se producen cuando la humedad relativa es escasa (Vara., 2012).

## **2.5. Requerimientos edáficos**

**2.5.1. Profundidad de suelo:** Requiere de suelos que cuenten con profundidad de 50 a 150 cm.

### **2.5.2. Profundidad del sistema radicular.**

Las raíces pueden alcanzar 1.0 m o más de profundidad, pero el 90% se desarrolla hasta 50 cm (Viera., 2001).

### **2.5.3. Textura.**

Desarrolla en suelos desde algo arenosos a arcillosos, no obstante en los primeros la producción es mayor.

Suelos de textura franco-arcillosa, franco-arenosa.

#### **2.5.4. Drenaje.**

Requiere de suelos con buen drenaje.

#### **2.5.5. pH.**

Le son favorables suelos con pH de 6 a 6.5 (INIFAP, 2013).

#### **2.5.5. Pendiente.**

Las pendientes de 1 a 5% son óptimas para este cultivo; las que varían entre 5 y 10% son de mediano potencial y las que se encuentran entre 10 y 15% son de bajo potencial productivo. Las mayores de 15% se consideran no aptas para este cultivo. (Vara., 2012).

#### **2.5. 6. Salinidad/Sodicidad.**

Presenta baja tolerancia a la salinidad.

Vera, (2012) agregó que el chile se adapta y desarrolla en suelos profundos y bien drenados textura entre lo franco limoso y franco arcilloso, con un pH desde 6.5 a 7.0, con un buen nivel de fertilidad y con una leve pendiente no mas de 8% para evitar áreas que se inundan o se estanque el agua después de una fuerte lluvia.

Los suelos con buen potencial son los suelos Luvisoles, las Rendzinas y Cambisoles tienen un potencial mediano, pero pueden obtenerse altos rendimientos a pesar de su pedregosidad y poca profundidad mediante ciertas prácticas de manejo. Es factible obtener resultados favorables mediante la aplicación de diversas prácticas de manejo del suelo y del agua; en los Litosoles y Regosoles, se

recomienda el empleo de abonos orgánicos y fertirrigación; en los Vertisoles es necesario realizar prácticas de manejo del agua excedente para su cultivo. Se consideran superficies no aptas las formadas por los suelos gleysoles y Solonchaks, debido a que sus características no permiten el desarrollo adecuado de las plantas.

## **2.6. Manejo integrado de plagas**

El Manejo Integrado de Plagas es una metodología que emplea todos los procedimientos aceptables desde el punto económico, ecológico y toxicológico para mantener las poblaciones de organismos nocivos por debajo del umbral económico, aprovechando, en la mayor medida posible, los factores naturales que limitan la propagación de dichos organismos (García y Nava, 2009).

El manejo integrado de plagas, consiste en utilizar varias prácticas de control (cultural, biológico, ecológico, químico, etc.) tratando de racionalizar y minimizar el uso de plaguicidas e integrar todas las alternativas posibles y existentes, para mantener las poblaciones de insectos dañinos bajo control. El objetivo es tratar de unificar y utilizar los diferentes controles bajo el concepto de un programa unificado. el manejo fitosanitario en el cultivo del chile debe ser un conjunto de prácticas que contribuyan a lograr la mejor expresión posible del potencial genético del cultivar que se plante, el cual se ve limitado por un conjunto de factores ambientales, bióticos y no bióticos (García y Nava, 2009) Entre factores que pueden limitar la producción se encuentran las enfermedades. Las enfermedades de etiología parasitarias son causadas por hongos, bacterias, virus y micoplasmas. Cuando cualquiera de estos agentes causales penetra en los tejidos de la planta, la infección

y contagio de las plantas que están a la vecindad, puede ser tan violenta que en general los tratamientos de control no llegan a tiempo de evitar los daños. Por lo que se sugiere, que en el caso de Chile los controles de las enfermedades sean en forma preventiva. Por lo anterior se dice que las enfermedades son alteraciones en el estado normal de la planta, ocasionadas por organismos microscópicos cuya detección y monitoreo es relativamente imposible de determinar, por lo que los tratamientos de control se pueden justificar con la elaboración de un calendario de aplicaciones de fungicidas preventivos (Vara, 2012).

## **2.7 Época de siembra.**

Para obtener buenos resultados en producción es preferible sembrar chiles en la estación seca cuando la incidencia del tizón temprano es baja. El Chile habanero es un cultivo que requiere de un clima cálido durante toda la estación de cultivo, para su desarrollo. La planta es de ciclo anual, pero se obtienen dos cosechas durante el año. También explica que el rendimiento va depender del manejo que se le proporcione al suelo y a los cultivos. La planta puede seguir viva a partir de la segunda cosecha, pero su producción no es en cantidades ni calidades requeridas, que ameriten seguir manteniendo el cultivo. La técnica de trasplante en los sistemas hortícolas intensivos, como en el cultivo de Chile, ha permitido una mejor planificación de la siembra, uniformidad en el crecimiento, uso eficiente de las semillas y precocidad en la producción (Vara, 2012).

### **2.7.1. Período de la siembra a la cosecha.**

Jalapeños: 90 - 100 días (Viera., 2001; INIFAP, 2013).

### **2.7.2. Calidad de semilla.**

Para la producción de un cultivo rentable es necesario utilizar semilla de alta calidad porque ofrece mayor probabilidad de éxito durante el cultivo. Se utilizan semillas criollas, las cuales están adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de las regiones o áreas donde será implementado el cultivo, estas semillas están siendo reemplazadas por otras semillas híbridas, que no son adecuadas para los ecosistemas del área principalmente el tipo y clase de suelo (Martínez y Moreno, 2009; Ayala *et al.*, 2014). Las semillas criollas tienen la capacidad de desarrollarse en ecosistemas del área ya que están adaptadas al clima, suelo y al ecosistema mismo, con estas ventajas van a tener menor incidencia de plagas y enfermedades.

Para garantizar la calidad de la semilla y mejores plantas al futuro, se deben seleccionar los frutos con mejor apariencia, tamaño, vigorosidad, color y madurez, que provengan de plantas vigorosas y libres de plagas y enfermedades. Actualmente la disponibilidad de esta semilla es escasa, por lo que hay que seleccionar y darle un buen manejo a la semilla (Vara., 2012).

### **2.8. Fertilización sintética**

El rendimiento y la calidad de los cultivos dependen de varios factores, los internos de la planta que están determinados por el genotipo y otros que son de tipo externo como las condiciones climáticas, las características del suelo, las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato, calidad factores nutricionales, la técnica de producción y los factores bióticos (Salazar- Jara y Juárez- López, 2012).

Más sin embargo la aplicación de agroquímicos en la agricultura moderna ha provocado la degradación de recursos naturales y la erosión tecnológica de los sistemas tradicionales de producción, poniendo en riesgo la productividad sustentable de los agroecosistemas. Recientemente se ha establecido que el uso de fertilizantes sintéticos en la fertilización de cultivos está propiciando que el suelo sufra de un agotamiento acelerado de la materia orgánica y de un desbalance nutrimental, y que al transcurrir el tiempo pierda su fertilidad y capacidad productiva. (López *et al.*, 2012). Utilizando actualmente la fórmula de 200-80-00 para el cultivo de chile jalapeño (INIFAP, 2013).

Dentro de los problemas que restringen en la producción de chile se encuentra el manejo de los nutrimentos ya que limitan la producción (Rodríguez *et al.*, 2010). Por lo que se tiene escasa información básica y aplicada relacionada con el manejo de las condiciones nutricionales de la planta y su relación con su rendimiento Salazar- Jara y Juárez- López, 2012).

Los cultivos hortícolas, entre ellos el chile, requieren de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad, y dentro de éstos, la fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, y magnesio son de los factores de crecimiento más importantes en la expresión de rendimiento y la calidad en la producción hortícola (Salazar- Jara y Juárez- López, 2012). Sin embargo los fertilizantes nitrogenados se caracterizan por una baja eficiencia en su uso por los cultivos, misma que puede ser menor del 50%. Lo que trae como consecuencia un impacto ambiental adverso, tal como contaminación de mantos acuíferos con  $\text{NO}_3$ , eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global (Armenta *et al.*, 2010).

En este sentido, resulta indispensable generar conocimiento sobre cómo hacer más eficaces las agro técnicas de producción, haciendo énfasis en la optimización del aporte de fertilizantes con el propósito de disminuir costos de producción y reducir el impacto negativo sobre el ambiente, pero que al mismo tiempo se propicie una óptima calidad y cantidad de los productos cosechados (Salazar- Jara y Juárez- López, 2012).

## **2.9. Producción Orgánica de cultivos**

Cuando el hombre, por medio de la tecnificación, maneja un ecosistema con enfoques determinísticos para la producción intensiva de un cultivo, lo cual conduce a que el agroecosistema poco a poco valla dependiendo de la aplicación externa de energía. Esta energía frecuentemente es adicionada en forma química. Lo que contribuye al incremento de los costos de producción (Alarcon y Ferrera, 2001).

La agricultura orgánica como se conoce actualmente es el resultado de una serie de reflexiones de varios métodos alternativos de producción que se han ido desarrollando desde comienzos del siglo pasado, así mismo promueve la diversidad biológica presente en sus sistemas de producción, ya que es necesaria para la estabilidad que proporciona al agroecosistema, con grandes ventajas sanitarias, de reciclado de elementos nutritivos, mejora de los procesos hidrogeológicos, creación de un microclima local y protección contra la erosión del suelo (Escalona, 2013).

Escalona, (2013) En México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la superficie orgánica total. Tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total. En el país se cultivan más de 45 productos orgánicos, de los cuales

el café es el más importante por superficie cultivada, con 66% del total (70 838 ha) y una producción de 47 461 ton; en segundo lugar se ubica el maíz azul y blanco, con 4.5% de la superficie (4 670 ha) y una producción de 7 800 ton, y en tercer lugar está el ajonjolí, con 4% de la superficie (4 124 ha) y una producción de 2 433 ton; a estos cultivos les siguen en importancia las hortalizas con 3 831 ha; el agave, con 3 047 ha las hierbas, con 2 510 ha; el mango con 2 075 ha; la naranja, con 1 849 ha; el frijol, con 1 597 ha; la manzana, con 1 444 ha; la papaya, con 1 171 ha, y el aguacate con 911 ha (SAGARPA, 2015).

Con tasas de crecimiento, los productos orgánicos conquistan cada vez más rápidamente las estructuras de mercado de alimentos en el ámbito mundial. En el 2002 la venta de estos productos alcanzó 23,000 millones de dólares, superando los 19,000 millones alcanzados en 2001. El mercado de los estados unidos registra el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor por 11.75 mil millones de dólares, seguido por el mercado Alemán y Británico respectivamente. Entre los países que han experimentado un crecimiento en superficie orgánica superior al 25% anual. (SIAP, 2010).

A nivel mundial, cerca de 15.8 millones de hectáreas son manejadas de manera orgánica y es factible pensar que todas realizan aplicaciones de abonos orgánicos como el compost, siendo Latinoamérica quien ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie de producción orgánica después de Oceanía y Europa (Muñoz et al., 2009)

La agricultura orgánica, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química, organismos genéticamente modificados, aguas negras y

radiaciones en los alimentos, es una de las pocas alternativas productivas que se están vislumbrando en el campo mexicano. (Tovar y Gómez, 2002).

Los abonos orgánicos además de aportar nutrimentos a las plantas mejoran las propiedades biológicas del suelo, producen sustancias y aglutinamientos microbianos que ayudan a mejorar la estructura del suelo, contribuyen a la estabilidad. Incluyendo el dinámico y atractivo mercado de los alimentos orgánicos está estimulando poderosamente la reconvención de la agricultura convencional a la agricultura orgánica (Gómez y Gómez, 2004). Mientras tanto al realizar un manejo orgánico el cual ofrece la disponibilidad de competir en la comercialización del producto y adicionalmente, incrementa la fertilidad del suelo. A su vez, el sistema ambiental amigable, fortalece elementos sociales, culturales y ecológicos, que permiten al sistema una producción sustentable (Morón y Alayón, 2014).

### **2.9.1. Uso de Abonos Orgánicos en Chile**

El chile (*C. annuum* L.) es una de las especies más importantes en México y muchos otros países. Y uno de los problemas más importantes que enfrenta no solo en este cultivo, si no la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la perdida sostenida de la fertilidad del suelo ( Muñoz et al., 2009). La agricultura orgánica en México representa una superficie de 216 mil ha y genera 280 millones de dólares de divisas, revaloriza la agricultura tradicional, crea empleos (34.5 millones de jornales anuales) y mayores ingresos para los productores, bajo un esquema de producción sustentable sin deterioro ambiental. La horticultura orgánica es la cuarta rama en

producción orgánica del país, con una superficie cultivada de 3,813 ha y una generación de divisas que representa 47 millones de dolares (Ramos *et al.*, 2011).

A partir de la llamada revolución verde de 1943, algunos beneficios traídos por ésta han sido la mejora de los rendimientos agrícolas, pero también resulta incuestionable la multiplicación de los impactos negativos que en términos ambientales ha acarreado. Así como la contaminación de los agroecosistemas (Muñoz *et al.*, 2012)

El cultivo de chile ha mostrado una mayor respuesta en rendimiento a las dosis de 20 a 25 toneladas por hectárea de compost. La justificación de producir chile con fertilización orgánica es la necesidad de obtener alimentos limpios que no pongan en riesgos la salud de las personas, y por otra parte reciclar los desechos orgánicos como (estiércol, desechos de mercados y basura orgánica en general) que se producen en cantidades importantes y por ultimo promover ahorros en los costos de producción del cultivo (Muñoz *et al.*, 2009), (López *et al.*, 2012).

Por otro lado (Ramos *et al.*, 2011). Justifica la producción de chile empleando abonos y riego por goteo permitiendo: a) ahorro de agua, b) disminución drástica de contaminación del suelo, agua y atmósfera, c) mayor rentabilidad de la inversión, d) proporcionar un medio sano para el trabajador del campo e) alimentos y otros bienes no contaminados para los consumidores, f) aumento de la demanda de productos orgánicos por parte de los consumidores. Las ventajas sobre la agricultura convencional serán evidentes a corto y sobre todo a largo plazo, este último es el que dará la seguridad alimentaria del futuro.

### 2.9.2. El Vermicompost en Chile

*C. annuum* es una de las especies cultivadas más importante en México y muchos otros países. Uno de los problemas más importantes que enfrenta no solo en este cultivo, si no la agricultura en general, es la capacidad de los suelos para sostener los cultivos en su máximo desarrollo debido a la pérdida sostenida de la fertilidad del suelo (Muñoz *et al.*, 2012).

En la actualidad existe gran preferencia entre los consumidores por los alimentos frescos libres de agroquímicos, inocuos y con alto valor nutricional; una alternativa para su generación es la producción orgánica, sistema que prohíbe el uso de productos sintéticos (Moreno *et al.*, 2014).

El interés del uso de vermicompost como enmienda a los suelos, para la producción de las plantas, se ha incrementado considerablemente en los últimos años, debido a que el vermicompost incrementa la fertilidad del suelo y los procesos bioquímicos de la planta (Radillo *et al.*, 2009).

Las plantas de (*C. annuum* L.) requieren para su desarrollo gran cantidad de luz, calor humedad y sobre todo minerales. En el caso de su nutrición, es posible utilizar alternativas a los fertilizantes sintéticos. Uno de estos es el vermicompost, cuya técnica además de recuperar energía de desechos orgánicos, permite disponer de nutrientes suficientes para la planta. Del cual al aplicarse al suelo ayuda a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo (Manjarrez- Martínez *et al.*, 199) por lo que su aplicación en los diferentes tipos de suelo, colabora a que los cultivos que se implanten en ellos puedan crecer más vigorosos (Radillo *et al.*, 2009).

La justificación de producir chile con fertilización orgánica utilizando vermicompost, es la necesidad de obtener alimentos limpios que no pongan en riesgo la salud de las personas, y por otra parte reciclar desechos orgánicos que se producen en cantidades importantes y por ultimo promover ahorros de los costos de producción (Muñoz *et al.*, 2012).

### **2.9.3. Beneficio del Vermicompost**

Se ha demostrado que la adición de vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el incremento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas tales como el tomate, la lechuga, los pimientos los ajos, las fresas, algunas plantas medicinales, algunas leguminosas como el garbanzo verde, algunas gramíneas como el sorgo y el arroz, algunos frutales como el plátano y la papaya y algunas plantas ornamentales como los geranios. A diferencia de los fertilizantes minerales el vermicompost es una fuente de nutrimentos de liberación lenta que se va poniendo a disposición de la planta a medida que ésta lo va necesitando (Dominguez *et al*, 2010).

El vermicompost, por ser un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector del suelo, cuya característica fundamental es la bioestabilidad, pues no dá lugar a fermentación o putrefacción. Pueden ustedes incorporarlo a las parcelas, almácigos, surcos o en bandas en su caso, en el trasplante de los cultivos a explotar; con ello podemos proporcionando una alta composición enzimática bacteriana, lo que logrará una rápida asimilación por las raíces de las plantas, aumentando y acelerando así su rendimiento. (citado en <http://fupronay.org.mx/folleto%20tecnico/LOMBRICOMPOSTA%20INF.pdf>).

Teniendo beneficios como: a) un aumento en el porte de las plantas y las protege de enfermedades de la raíz (ya sea por bacterias o nematodos). b) En comparación con el estiércol de bovino, el humus de Lombriz contiene cuatro veces más nitrógeno, 25 veces más fósforo, 2.5 veces más potasio y además no se aportan plagas de suelo. c) Ayuda al desarrollo de la microflora y microfauna (microorganismos benéficos del suelo) en los terrenos en cultivo. d) Aporta elementos nutritivos para el buen desarrollo de las plantas, además de que los libera lentamente, lo que permite que los cultivos lo aprovechen mejor. Evita la presencia de clorosis férrica en los cultivos. e) Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo. Aumenta y mantiene un alto nivel de fertilidad de los suelos, hasta 3 años después de su aplicación. f) Regula los cambios bruscos del pH y amortigua los cambios bruscos de temperaturas. g) Disminuye el riesgo de erosión del suelo. h) Mejora el intercambio catiónico planta-suelo. Neutraliza la presencia de algunos contaminantes (herbicidas, esteres fosfóricos, anticriptogamicos, etc.). i) Mejora las características de estructuras (desligando los suelos arcillosos y agregando los suelos arenosos) (Anónimo, 2012).

## **2.10. Hongos micorrízicos arbusculares**

El desarrollo óptimo de los cultivos demanda una elevada aplicación de fertilizantes minerales (N y P, principalmente) y pesticidas el uso de dichos materiales implica no solo un costo y requerimientos energéticos elevados sino que su aporte contamina suelos y aguas. El desarrollo vegetal puede incrementarse por la utilización de elementos biológicos que actúen en forma coordinada en la

interface suelo-raíz, entre estos cabe reseñar la intervención de hongos formadores de la asociación micorriza (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000).

La micorriza arbuscular es la más antigua que se conoce y probablemente se originó hace 350 a 460 millones de años y se considera fue importante en la colonización del ambiente terrestre por las plantas (Valera y Trejo, 2001).

Los microorganismos que proporcionan P a las plantas, entre lo más importante están los hongos micorrízicos que presentan asociación simbiótica con las plantas, las cuales suministran además de un nicho ecológico, 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 (Armenta *et al.*, 2010).

La estabilidad del sistema suelo-planta depende no solo de la raíz vegetal (tamaño morfología y fisiología) sino también de la microbiota asociada, la cual afecta la eficiencia en la captación de nutrientes, y de la química del medio. Por esta razón la productividad vegetal y el reciclaje de nutrientes están influenciados por las poblaciones microbianas rizosféricas (Alarcón y Ferrera-Cerrato, 2000; Manuel *et al.*, 2008).

Los hongos micorrízicos constituyen uno de los principales componentes microbianos que intervienen en la estabilización de las comunidades vegetales integrantes de un ecosistema o agroecosistema. Ecológicamente, los HMA han contribuido a la evolución y adaptación de las plantas en el ecosistema terrestre (Alarcon y Ferrera-Cerrato, 2001).

La micorriza arbuscular es la simbiosis mutualista que se establece entre hongos del *phylum glomeromycota* y la mayoría de las plantas vasculares. Es de

gran importancia en los sistemas agrícolas. Además la HMA confiere a la planta otros beneficios, tales como estimulación del crecimiento, resistencia al ataque de plagas y enfermedades, tolerancia a estrés hídrico, y contribuye a mejorar la estructura del suelo (Pérez *et al.*, 2012).

Es por ello que la zona que rodea a la raíz (rizósfera) se caracteriza por su elevada actividad biológica (Alarcón y Ferrera- Cerrato, 2000).

Mas sin embargo en sistemas agrícolas, las practicas que se realizan afectan a las poblaciones de HMA, la composición de especies y la colonización micorrizica, de manera que la diversidad de estos hongos puede sufrir alternaciones por el manejo agrícola intensivo (Perez *et al.*,2012)

### **2.10.1. Uso de HMA en Chile**

La implementación de la fertilización ecológica como una forma de agricultura ecológica sostenible, donde se utilizan abonos verdes, humus, compost, o microorganismos benéficos, en este caso los HMA, para movilizar y reciclar nutrientes y aprovechar la fertilidad del suelo, es importante y de gran interés como una alternativa ecológica de la cual se van a generar mejores resultados que los obtenidos por el uso de fertilizantes convencionales (Barrer, 2009)

Los microorganismos simbióticos presentan ventajas ecológicas con respecto a los de vida libre ya que están exentos de fenómenos de competencia microbiana por sustratos metabolizables. Su condición simbiótica le permite obtener del hospedero vegetal. De manera recíproca, la planta se beneficia también de

elementos nutritivos suministrado por el microorganismo, sin que este sufra interacción con el medio. Dentro de este grupo cabe destacar al hongo formador de micorriza arbuscular quien capacita y faculta a la planta asociada para incrementar la captación de iones, principalmente fosfatos, el cual puede ser seis veces superior al que conseguirían en su ausencia (Alarcón y Ferrera- Cerrato, 2000).

En Chile, estudios en invernadero donde se han empleado HMA nativos y comerciales para inocular suelo nativo de cultivos de pimiento, las plantas sometidas al tratamiento con HMA nativos presentaron mejores resultados que las plantas inoculadas con HMA comerciales. Lo mismo sucedió en la aclimatación de plantas micropropagadas de banano, al ser inoculadas con HMA provenientes de suelos bananeros de Colombia (Barrer, 2009)

La inoculación de hongos micorrizico arbusculares es una práctica que ha tenido beneficios en la producción agrícola. La actividad simbiótica que presentan los hongos formadores de micorriza pueden constituir un componente biotecnológico importante para el incremento de la producción hortícola (Díaz *et al.*, 2013).

La inoculación del HMA intraradices (micorriza INIFAP<sup>MR</sup>) a plantas de pimiento, bajo un sistema de fertirriego y en condiciones de invernadero favoreció el valor SPAD y a la absorción de N, P, Fe, Zn. Además, promovió una mejor calidad de fruto al aumentar los valores de longitud, ancho y peso de fruto (Díaz *et al.*, 2013).

La principal aplicación de estos hongos es en aquellos sistemas que requieren de una fase de vivero, antes que se liberen a campo. El manejo o establecimiento de la biotecnología que representan los hongos micorrizicos

arbusculares, se debe realizar en las primeras fases del crecimiento y/o establecimiento de las plantas (Alarcon y Ferrera-Cerrato, 2000).

Martínez *et al.*, (2003) evaluaron el efecto de la aplicación de micorriza (*Glomus ssp.*) sobre el desarrollo y rendimiento de cuatro colectas de chile piquín originarias de Tamaulipas encontrando que estimularon el desarrollo de las plantas; la altura, ancho y grosor de las plantas se incrementaron en 61, 56 y 25% respectivamente, en relación con las plantas testigos, como consecuencia el rendimiento de chile piquín se incrementó en 135% en relación con las plantas sin tratar.

Implementar la tecnología de biofertilizantes a base de micorriza arbuscular con *Glomus intraradices* en la nutrición del chile serrano, aplicado durante el trasplante, inoculando el cepellón con 2 gramos, y tres aplicaciones en intervalos de 15 días con una dosis de 500 g/ha, aplicados por el sistema de riego, con un total de 1.5 kg/ha durante todo el ciclo disminuye costos de producción y la contaminación de suelo y agua, permite obtener rendimientos superiores a 60 t/ha de fruto de chile (INIFAP, 2013).

En chile ancho inoculado con *Glomus intraradices*, en suelo franco arenoso, con bajo contenido de P, se incrementaron las variables número de hojas, área foliar, frutos y biomasa de raíces (Armenta *et al.*, 2010).

### **2.11. Factores que afectan la colonización de micorrizas en campo**

Aunque la simbiosis hongo – planta se encuentra muy extendida en todo el ecosistema terrestre, 90- 95% de las plantas superiores se encuentran micorrizadas; la degradación del planeta, el uso indiscriminado de sustancias

químicas por el hombre, las actividades agrícolas como la labranza, la aplicación indiscriminada de fertilizantes y de agroquímicos etc., producen severas alteraciones en las micorrizas y su funcionamiento, por ello, los agricultores se han visto obligados a crear nuevas alternativas de actuación, dando paso a actividades de tipo sostenible (Franco, s/f).

Siendo que un aumento en la fertilidad del suelo puede, a su vez, producir el efecto contrario y convertir una relación mutualista en una relación parasitaria. El cambio de mutualismo al parasitismo ocurre, porque como el recurso limitante es más abundante (P), el beneficio relativo de las micorrizas suministro de nutrientes, se reduce. En primer lugar, como los beneficios de la planta se vuelven menos importantes al aumentar la fertilidad del suelo, la interacción entre el hongo y su hospedante se vuelve parasitaria. Segundo, las interacciones competitivas entre dos cepas de MA puede mostrar un cambio a favor de un parásito y esto ocurre cuando el mutualista tiene una mayor tasa de crecimiento, pero el parásito es un buen competidor (Cano, 2011).

Diversos factores pueden afectar el desarrollo, actividad y supervivencia de la micorriza arbuscular. Dentro de los más importantes, se encuentran las prácticas culturales agrícolas, particularmente la adición de fertilizantes, aplicaciones de pesticidas y rotaciones de cultivos, de igual forma los factores medioambientales son determinantes. Las prácticas agrícolas, tales como la aplicación de fertilizantes, la rotación de cultivos, la labranza y abono con cal afectan los niveles de la colonización de las raíces y el potencial de MA en campo (Guerra, 2008).

Otros factores que pueden afectar positiva o negativamente la estructura y diversidad de comunidades de HMA son las poblaciones de otros microorganismos

en el suelo (Pérez, 2011). Igualmente, los cambios en la fertilidad del suelo, debido a correcciones con fertilizantes minerales o materia orgánica, pueden afectar marcadamente la actividad de la población micorrízica del suelo, en términos de la cantidad de raíz colonizada y el número de esporas producidas (Guerra, 2008).

Pérez (2011) Dice que la formación y fusión de HMA puede verse afectada, encontrándose que el ambiente del suelo puede favorecer el desarrollo de HMA en un momento y reducirlo en otro, bien por efectos directos sobre las comunidades de HMA o en forma indirecta por sus efectos de la planta hospedera.

Por lo anterior, la fertilización química sintética, puede disminuirse de un 50 a 80% ya que, la MA mejora la absorción de nutrientes del suelo. Del 40 al 50% de los fertilizantes químicos aplicados se lixivian, contaminando suelos, ríos, arroyos, mantos freáticos y la atmósfera (Guerra, 2008).

### **III.- MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera**

La comarca lagunera se localiza entre los parámetros (25°05' y 26° 54' N) y los meridianos (101° 40' y 104° 45' O) teniendo una altura de 1,139 m sobre el nivel del mar, en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de Chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas.

#### **3.2. Localización del Experimento**

El experimento se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2014 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL).

#### **3.3. Condiciones Experimentales**

Condiciones de campo, en las cuales las condiciones agroecológicas fueron variables.

#### **3.4. Material Vegetal**

Se evaluó el híbrido de chile jalapeño EUFORIA F1 (Harris Moran) con peso promedio de fruto alto, buena forma cónica, frutos muy lisos, sin corcho, con pared muy gruesa, buena firmeza, buen llenado de placenta, excelente sabor y alta de pungencia.

### **3.5. Variables de estudio.**

#### **3.5.1. Altura de Planta (AP, cm)**

Para medir la altura de la planta, se utilizó un flexómetro de cinta metálica colocándolo de manera vertical, utilizando como base el tope con la superficie del suelo con respecto a la planta, midiéndose en cm.

#### **3.5.2. Diámetro de Tallo (DT, cm):**

Esta variable se realizó con un vernier graduado en centímetros, el cual fue colocado en la base del tallo de manera horizontal a la planta a ras de suelo.

#### **3.5.3. Número de frutos (NFR):**

Esta evaluación se realizó en campo contando el número de frutos con los que contaba la planta no importando en qué fase de desarrollo se encontraban.

#### **3.5.4. Número de flores (NFL):**

Esta evaluación se realizó en campo contando el número de flores con las que contaba la planta al momento de la evaluación.

#### **3.5.5. Número de frutos cosechados (NFC):**

Esta variable se llevó a cabo contando los frutos que se cosechaban de cada una de las plantas evaluadas.

**3.5.6. Longitud de Fruto (LF, cm):**

Para esta variable se colocó el fruto de forma vertical sobre el vernier, la cual al observar la longitud se procedió a anotar la medida en centímetros.

**3.5.7. Espesor de Pericarpio (EP, mm):**

Esta variable se determinó cortando el fruto a la mida de forma transversal y con ayuda de un vernier se tomó el grosor del pericarpio el cual fue registrado en milímetros.

**3.5.8. Número de Lóculos (NL):**

Para realizar la evaluación de esta variable, se cortó el fruto a la mitad, de ahí se procedió a contar el número de lóculos que presento.

**3.5.9. Diámetro Ecuatorial (DE, cm):**

Para la determinación de esta variable se colocó el fruto de forma transversal sobre un vernier, registrando la longitud en centímetros.

**3.5.10. Peso de Fruto (PF, g):**

Se eligieron al azar veinte frutos los cuales fueron pesados uno por uno en una báscula digital, registrando el peso en gramos.

**3.6. Diseño Experimental**

En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos y seis repeticiones. Los tratamientos fueron: 1) Inoculación de esporas del HMA sin fertilización; 2) Inoculación de esporas del HMA al momento de siembra

en charolas; 3) Inoculación de esporas del HMA al momento de siembra en charolas y en trasplante en campo; 4) Inoculación de esporas del HMA al momento de trasplante en campo; y 5) Fertilización sintética con la dosis de 92-184-00.

La unidad experimental fue conformada por cuatro hileras de plantas, con 2.10 m de largo x 1.40 m de ancho y una distancia entre plantas de 35 cm.

### **3.6.1. Siembra**

La siembra se realizó el 25 de febrero de 2014 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat moss (Premier) como medio de crecimiento. Las semillas se humedecieron e inocularon previamente como se muestra en la Figura 1. Se colocó una semilla en cada cavidad a 1 cm de profundidad (Figura 2). Las charolas se colocaron en un invernadero y se regaron diariamente con agua de la llave.

El terreno se preparó y acondicionó con anticipación para llevar a cabo el trasplante e inoculación de tratamientos de acuerdo al diseño (Figuras 3).



**Figura 1.** Humedecimiento e inoculación de semilla.



**Figura 2.** Siembra de semilla en charola de germinación.



**Figura 3.** Acondicionamiento del terreno experimental de la UAAAN Unidad Regional Laguna

### **3.6.2. Trasplante**

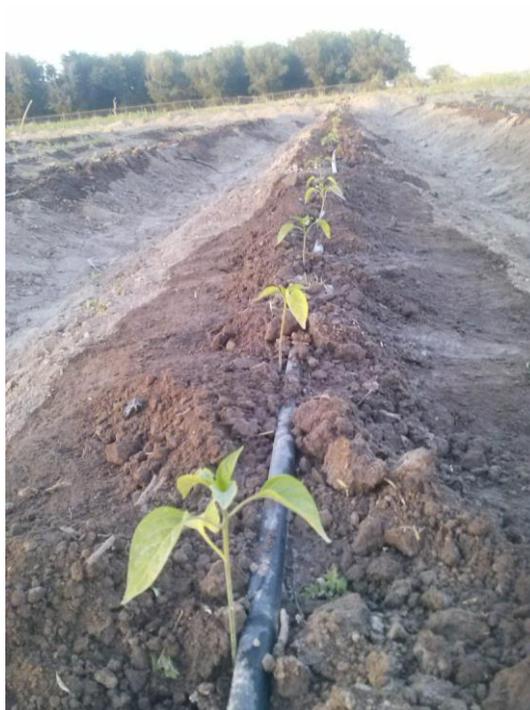
El trasplante se realizó el 1 de mayo de 2014, 65 días después de la siembra. Se colocó un plántula, con una altura aproximada de 12 cm por orificio el cual fue echo con una estaca, al momento del trasplante también fueron inoculados algunos de los tratamientos con 2.6 g de inóculo y para esto se tomó un recipiente (tapa rosca de refresco) en el cual almacenara la cantidad indicada, cubriendo con esta la mayor parte del sistema radicular (Figura 4).



**Figura 4.** Trasplante e inoculación en campo.

### **3.6.3. Riego**

El riego fue a través de cintas de riego instalada en cada hilera. Un día antes del trasplante se aplicó un riego de pre-siembra a las camas en campo para tener una humedad favorable para que al momento del trasplante los hoyos en el que se introdujeron las plántulas se realizarán de la manera más correcta y las plántulas no sufrieran de deshidratación excesiva al momento de pasarlas a campo (Figura 5).



**Figura 5.** Riego a la plantación y aporque.

#### **3.6.4. Fertilización**

La fertilización se realizó utilizando vermicompost en dos aplicaciones la primera al momento del trasplante y la segunda antes de la floración en los tratamientos que especificaban su aplicación mientras que en otro tratamiento (T0) se utilizó fertilizante sintético cubriendo la necesidad del cultivo y realizándola de igual forma en dos partes al momento del trasplante y antes de la floración (Figura 6).



**Figura 6.** Fertilización con vermicompost.

### **3.7. Labores culturales**

#### **3.7.1. Tutoreo**

El Tutoreo se realizó de forma manual, este consistió en la colocación de estacas de madera de 1.20 metros, estos fueron enterrados al inicio de las parcelas y al final de los cuales se amarro la rafia a una altura de aproximadamente 30 cm asiendo que atravesara entre las parcelas de las repeticiones hasta llegar a la otra estaca.

Conforme las plantas de chile fueron creciendo se les colocó otra parte de hilo de la misma manera así la parte apical de las ramas que fueron desarrollando a lo largo del ciclo del cultivo.

### **3.7.2. Control de arvenses**

Esta actividad se realizó de forma manual y de manera periódica para evitar los hospederos alternantes de las plagas y enfermedades la competencia entre la maleza y el cultivo principalmente de elementos nutritivos, agua, espacio, luz y CO<sub>2</sub>. Esta labor se realizó con herramientas como el machete, azadón dejando con lo más mínimo de hierbas dentro de las parcelas experimentales (Figura 7).

### **3.7.2. Control de plagas y enfermedades**

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos periódicos de plagas y enfermedades en las cuales se encontraron pulgón amarillo el cual fue controlado con la aplicación de jabón en polvo (foca) mezclado en agua siendo aplicado de manera foliar con una bomba aspersora de mochila y también se tuvo presencia de la secadera de la planta de chile por presencia de hongos como (*Phytophthora spp*, *Pythium spp*, *Fusarium spp* y *Rhizoctonia spp*). Los cuales no fueron controladas ya que el suelo del campo experimental donde se realizó el experimento está contaminado por esporas de estos hongos.



**Figura 7.** Control de malezas entre surcos.

### **3.7.3. Cosecha**

Una vez que los frutos presentaron la madures fisiológica indicada, el cual para este experimento la cosecha se realizó en verde, cuando los frutos presentaron una coloración verde brillante, a los 85 días después del trasplante, a partir del 24 de julio se realizaron cortes cada 18 días, los frutos fueron colocados en bolsas de plástico transparentes etiquetados con referencia a que tratamiento y repetición pertesían, posteriormente fueron trasladados a el invernadero para cuantificar las variables consideradas para el estudio (Figura 8 y 9).



**Figura 8.** Cosecha de frutos.



**Figura 9.** realización del primer corte de frutos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se considera que la agroecología requiere un abordaje transdisciplinario para hacer frente a la crisis socio-ambiental actual del medio rural. La teoría del pensamiento complejo, propuesta por Edgar Morin, puede resultar un marco filosófico donde la agroecología pretende establecer un nuevo paradigma para abordar el medio rural (Serra Borsato y Do Carmo, 2012).

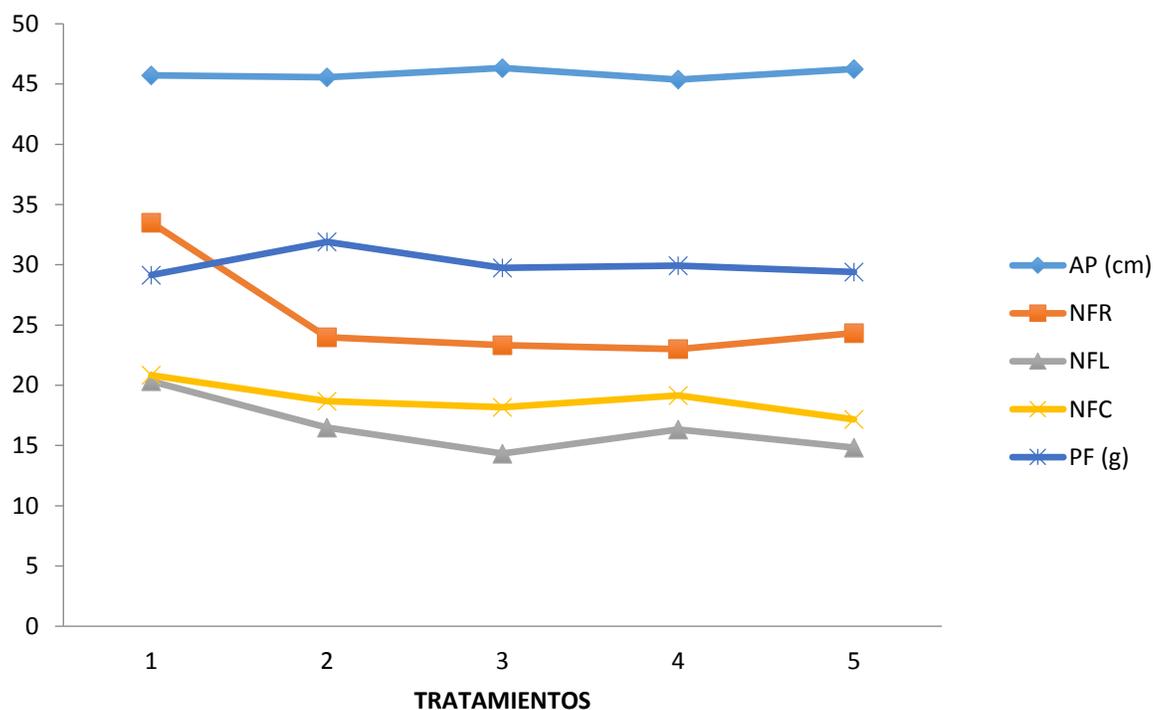
La sociedad se beneficia de una multitud de recursos y procesos de ecosistemas naturales y su manejo, destacándose de manera crucial las MVA. Estos recursos y procesos, los cuales son llamados servicios ecosistémicos, incluyen productos como alimentos y transferencia de nutrimentos como procesos. La mayoría de las personas han estado bajo la ilusión de que estos servicios ecosistémicos son gratuitos, invulnerables e infinitamente disponibles; como un beneficio público, carecen de un mercado formal y tradicionalmente están ausentes del balance económico de la sociedad (Gianinazzi *et al.*, 2010).

Del presente trabajo se encontraron los siguientes resultados para las variables estudiadas.

Respecto a la altura de planta (AP), no hubo diferencia estadísticas significativa, aunque numéricamente, el tratamiento tres obtuvo el mayor promedio (46.33 cm) (Figura 10). De acuerdo con los resultados obtenidos, éstos coincidieron con los reportados por Alonso-Contreras *et al.*, (2013), donde él explica que en esta variable evaluada también no se encontraron diferencia significativas entre tratamientos.

Así mismo, para el número de frutos (NFR), al no encontrarse diferencias estadísticas, destacó el promedio del tratamientos uno con 34 frutos por planta,

respecto a esta variable Manjarrez- Martínez *et al.*, (2000), indicaron que desarrollo productivo se afecta positivamente, debido a la sustancial mejora del desarrollo vegetativo a través de la nutrición con P, sin embargo, no presenta indican el número de frutos por planta.



**Figura 10.** Resultados de las variables AP, NFR, NFL, NFC y PF en el cultivo de *C. annuum*, bajo condiciones de Campo durante el ciclo Primavera Verano del 2014.

Para las variables NFR y NFC, el tratamiento uno presentó el mayor número de frutos (34) y la mayor reducción frutos cosechados (41%), el resto presentó 23 o 24 frutos y una reducción que osciló entre 17% (tratamiento cuatro) y 29% (tratamiento cinco). Es de considerar lo anterior a pesar de que no existieran diferencias estadísticas significativas.

Para el peso de fruto (PF), sin diferencia estadística significativa, el tratamiento dos presentó el mejor promedio (31.9 g), que relacionandolo con lo que se encontró por Manjarrez- Martínez *et al.* (2000), encontraron que a los 156 días después de la siembra, solo las plantas inoculadas presentaron frutos con un mayor peso.

A pesar de la no diferencia estadística significativa entre tratamientos, para el resto de las variables (Figura 11), se puede destacar que los tratamientos presentaron un mayor diámetro ecuatorial y número de lóculos con un menor espesor de pericarpio y menor diámetro de tallo.

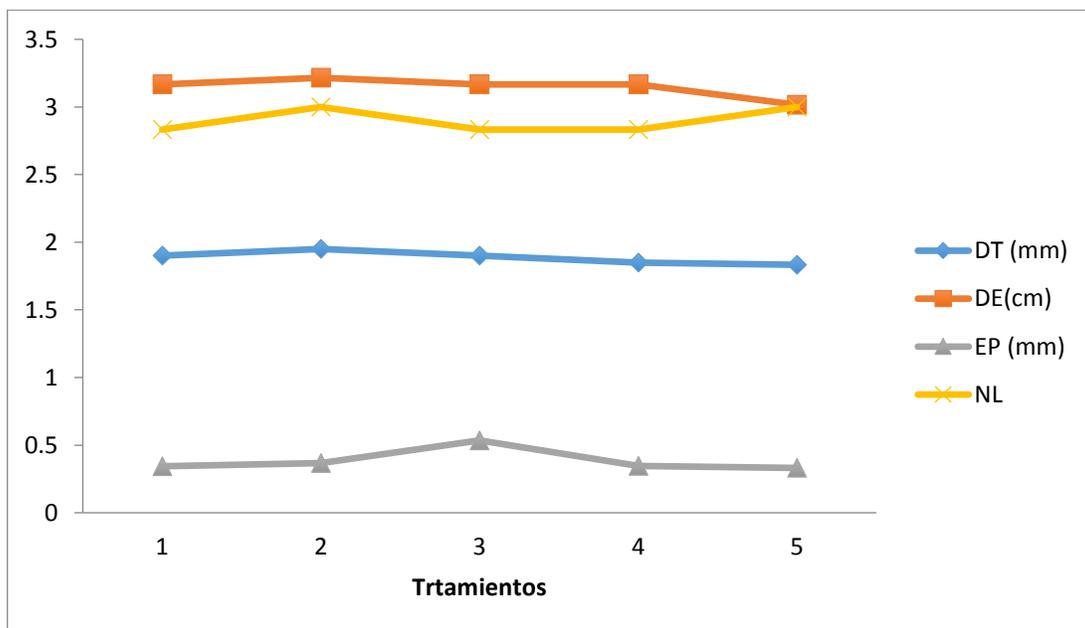


Figura 11. Resultados de las variables DT, DE, EP Y NL.

Con respecto al DT, Alonso- Contreras (2013), comenta que los HMA promovieron una mayor eficiencia en absorción nutrimental en plantas de C.

*annuum*, lo que se pudo constatar por un mejor desarrollo en el diámetro de tallo en plantas inoculadas respecto al testigo.

Con respecto a la LF, Díaz (2013), encontró en el promedio de tres cortes, que las plantas inoculadas con *R. intraradices* se promovió un mayor tamaño y peso de frutos. La inoculación incrementó en 8 mm la longitud y en 8.9 mm el ancho y 40 g por el peso de fruto comparado con el testigo. Cuando se compararon los tamaños de fruto obtenidos en los tratamientos, con los estándares de calidad para exportación, se determinó que las plantas inoculadas alcanzaron con facilidad el grado 1 (> 6.35 cm de diámetro y largo).

De acuerdo con un estudio de resultados de campo respecto a la respuesta de hongos micorrízicos vesículo arbusculares (MVA) en trigo de 1975-2013 (Pellegrino *et al.*, 2015), se encontró que el rendimiento en grano correlacionó positivamente con la tasa de colonización de la MVA a la raíz, mientras que la biomasa de paja correlacionó en forma negativa. Las variables que dirigieron las respuestas al crecimiento del trigo fueron: concentración de materia orgánica, pH, concentración de N total y P disponible, la textura del suelo, así como también el clima y la especie de MVA inoculada.

La simbiosis de las MVA, se sabe que es importante para la nutrición y crecimiento de la mayoría de las plantas terrestres. La mayoría de las fitohormonas son empleadas por las plantas para regular su simbiosis con los hongos micorrízicos, sin embargo, la función de las citoquininas (CK), su comprensión es limitada. Utilizando plantas de tabaco como modelo, se demostró que las CK en el follaje tienen un efecto positivo sobre el desarrollo de MVA en las raíces y los niveles

de transcripción de un gen transportador de fosfatos de éstas (NtPT4) (Cosme *et al.*, 2016).

En un estudio con razas de sorgo y variedades comerciales, se encontró que la inoculación con MVA, las variedades de polinación abierta produjeron un 206% más biomasa vegetativa y 285% más grano por planta, comparados con los híbridos comerciales cuando se sembraron con MVA y sin fertilizar, lo mismo ocurrió con la producción promedio de proteína (320%), bajo condiciones de baja fertilidad (Cobb *et al.*, 2016).

Como se observará, si bien en el presente estudio no se encontró efecto significativo, es necesario continuar con su estudio y realizar mediciones más a fondo, explorando parámetros de calidad en torno al efecto de la micorrización bajo condiciones de campo.

## V.- CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento y de acuerdo a los resultados obtenidos, es posible señalar que en la utilización de esporas de hongos micorrizos arbusculares (HMA) + fertilización con vermicompost aplicada directamente al sistema radicular durante la siembra y el trasplante, se cumplen con las necesidades del cultivo teniendo un rendimiento estadísticamente similar a la fertilización sintética (5), tomando en cuenta las siguientes variables evaluadas; altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), número de frutos (NFR), número de flores (NFL), número de frutos cosechados (NFC), longitud de fruto (LF), espesor de pericarpio (EP), número lóculos (NL), diámetro ecuatorial (DE), peso de fruto (PF), ya que no hubo diferencia estadísticas significativas.

## VI.- LITERATURA CITADA

- AgroEs.es. 2016. Información Técnica de Agricultura - Productos Agrícolas y Agroalimentarios. Pimiento, taxonomía, y descripciones botánicas, morfológicas, fisiológicas y ciclo biológico. Fecha de consulta. 14/10/2016. Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/pimiento/366-pimiento-descripcion-morfologia-y-ciclo>.
- Alarcón, A. y R., Ferrera-Cerrato. 2000a; Ecología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Mundi Prensa. Pp: 1-15.
- Alarcon, A. y Ferrera-Cerrator., R. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum. 8(2):175-183.
- Alarcon, A. y R. Ferrera-Cerrato. 2000b. manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación de plantas frutícolas. Terra 17 (3):179-191.
- Alonso-Contreras, R., L. I. Aguilera-Gómez, M. Rubí-Arteaga, A. González-Huerta, V. Olalde Portugal y I.V. Rivas.Manzano. 2013. Influencia de hongos micorrízicos arbusculares en el crecimiento y desarrollo de *Capsicum annuum* L. Rev. Mex. Ciencias Agr. 4(1):77-88.
- Anónimo. 2007. El cultivo de chile en México y en el mundo. Fundación Produce Oaxaca, México. Fecha de consulta. Mayo del 2013. Disponible en: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1060/contenido.pdf>.
- Armenta B. A. D., García G. J. C. Camacho B. R., Apodaca S. M. A., Gerardo M. L. y Nava P. E. 2010; Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Ra Ximhai. 6(1):51-56
- Ayala-villegas M. J., Ayala-Garay O. J., Aguilar R. V. H. y Corona T. T., 2014; Evolucion de la calidad de semila de *Capsicum annuum* L. durate su desarolo en el fruto. Rev. Fitotec. Mex. 37(1):79-87.
- Barrer E. S. 2009; El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. Fac. Ciencias Agrop.7(1):123-132.
- Cano M. A., 2011; Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 14(2):15-31.
- Caro E. M., Leyva M. C., Ríos S. J. 2014; Competitividad mundial de la producción de chile verde de mexico, Rev. Econ. (XXX): 95-128.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Pecuarias y Agroalimentarias. (INIFAP). 2013. Chile serrano, jalapeño y otros tipos de chiles con fertirriego ciclo instituto nacional de investigación forestal, agrícola y pecuaria paquete tecnológico para agrícola primavera – verano 2013. Fecha de consulta. 20 Mayo del 2013. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Paquetes2012/88.pdf>.
- Cobb, A.B., Wilson, G.W.T., Goald, C.L., Bean, S.R., Kaufman, R.C., Herald, T.J. y Wilson, J.D., 2016. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in grain production and nutrition of sorghum genotypes: Enhancing sustainability through plant-microbial partnership. Agric. Ecosys. Environ. 233:432-440.

- Cosme, M., Ramireddy, E., Franken, P., Schmulling, T. y Wurst, S., 2016. Shoot- and root-borne cytokinin influences arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza* 26:709-720.
- Díaz F. A., Alvarado C. M., Ortiz C. F. y Grageda C. O., 2013; Nutrición de la planta y calidad de fruto de pimiento asociado con micorriza arbuscular en invernadero. *Rev. Mex. Ciencias Agrop.* 4(2):316-321.
- Dominguez, J., C. Lazcano y M. Gomez-Brandon. 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta Zool. Mex.* 26(2):359-371
- Escolona-Aguilar, M.A. Guía para la comprensión de los lineamientos técnicos para la operación orgánica. Serie: Hortalizas orgánicas. SAGARPA. Vivir Mejor. SENASICA. U.A. Chapingo. México. Pp53.
- Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario Rural, Forestal y Pesquero. 2014. Fecha de consulta. 23/julio del 2015. Disponible en: <http://www.cnog.org.mx/documentos/pdf2.pdf>
- García S. J. A. y Nava P. R. J. 2009., El chile jalapeño: su cultivo de temporal en Quintana Roo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Sureste. Folleto Técnico No. 2. INIFAP. Chetumal, Quintana Roo, México. Pp. 64.
- Gianinazzi, S., Gollotte, A., Binet, M.N., van Tuinen, D., Redecker, D. y Wipf, D., 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. *Mycorrhiza* 20:519-530.
- Gómez T. L. y Gómez C. M. A., 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. *CONABIO. Biodiversitas.* 55:13-15.
- Guerra S. B. E., 2008; Micorriza arbuscular. Recurso microbiológico en la agricultura sostenible. *Tecnología en Marcha* (21-1):191-201
- López A. M., Poot M. J. E. y Mijangos C. M. A. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L. Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Rev. Cient. UDA Agrícola.* 12(2):307-312.
- Manjarrez M. M. J., Ferrera C. R. y González C. M. C. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra.* 17(1): 9-15.
- Martínez de la C. J. y Moreno C. E., 2009; Manual técnico del manejo de chiles en campo abierto. SAGARPA Fundación Produce NL. Facultad de Agronomía UANL. México. Pp.21.
- Mata V. H. Garza U. E. Patishtan P. J. 2013. Alternativa biotecnológica para la nutrición del chile serrano. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP). Tamaulipas, México. Pp. 2.
- Montaño A. N. M., Camargo R. S. L., García S. R., Monroy A. A. (Edit.). 2007. Micorrizas arbusculares en ecosistemas áridos. Instituto Nacional Ecología, Mundi-Prensa. 63 pp.
- Mora F. 1996. Algunas consideraciones para la producción orgánica de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana.* 5:171:183.
- Moreno Reséndez A., Rodríguez Dimas. N., Reyes Carillo. J. L., Marquez- Quiroz. C. y Reyes González. J. 2014. Comportamiento del chile húngaro (*Capsicum annuum*) en mezcla de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. *Rev. FCA UNCUYO.*46(2):97- 111.

- Morón, R. A, y Alayón, G. J. A., 2014., Productividad del cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. con manejo orgánico o convencional en Calakmul, Campeche, México. Avances Inv. Agrop. 18(3):35-40
- Muñoz V. J. A., Velásquez V. M. A., Macías R. H., 2012; Uso de composta en la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. AGROFAZ. 12 (2):9-15
- Navarro F J. de D. S/A; Efectos beneficiosos de las micorrizas sobre las plantas.Fecha de consulta. 14 de Mayo 2014. Disponible en: [http://www.bioscripts.net/col/Apuntes/Nutricion\\_Vegetal/Trabajo\\_de\\_nutricion\\_vegetal.pdf](http://www.bioscripts.net/col/Apuntes/Nutricion_Vegetal/Trabajo_de_nutricion_vegetal.pdf).
- Pedraza R. L.C y Gómez G. A. A., 2008; Analisis exploratorio del mercado y la comercialización de chile piquin (*C. annuum*, variculare Dierb.) en México. TECSISTECATL. 1(6):8
- Pellegrino, E., Öpik, M., NBonari, E. y Ercoli, L., 2015. Responses of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi: A meta-analysis of field studies from 1975 to 2013. Soil Biol. Biochem. 84, 210-217.
- Perez L. Y. D., Alvarez S. J. D., Mendoza V. J., Pat F. J.M, Gomez A. R. Cuevas L., 2012. Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares en maíz con cultivo de cobertura y biofertilizantes en Chiapas, México. Gayana Bot. 69(1):46-56.
- Perez, C. A. Rojas S. J., Montes., Donicer V., 2011; Hongos formadores de micorrizas arbuscular: una alternativa biológica para la sostenibilidad de los agroecosistemas de praderas en el caribe colombiano. Rev. Col. Cienc. Anim. 3(2):366- 385.
- Radillo, J. F., Barreto, C. Z. A., López, A. J. G., Farías, L. J., Bazán, T. M., 2009., Uso de vermicomposta en suelo salino con plantas de chile serrano (*Capsicum annuum* L.) en invernadero. Fecha de consulta. 10 marzo del 2015. Disponible en: [http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agriculturasostenible5/5\\_1/54.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible5/5_1/54.pdf).
- Ramírez H. R. 2012; Efecto de la fertilización y micorrizas en el vigor y producción del chile piquín (*Capsicum annuum* var. Aviculare/grabriusculum), en el noreste de México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 58 pp.
- Rodriguez A. E. A., Bolaños B. M. M., Menjivar F. J. C. 2010; efecto de la fertilizacion en la nutrición y rendimiento de aji (*capsicum spp.*) en el valle de cauca, Colombia. Acta Agronómica. 59(1): 55-64.
- Ruiz C., J.A., G. Medina G., I. J. González A., H.E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K.F. Byerly M. y R.A. Martínez P. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. Segunda Edición. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias-CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. 564 p.
- Salazar- Jara y Juarez- Lopez P. 2013. Requerimiento macronutritional en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.). Rev. Biociencias. 2(2):27-34
- Santoyo, J. J. A. y Martínez A. C. O., Nutrición orgánica y mineral para la producción de chiles picosos en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa. México. 27 pp.

- Secretaria de Hacienda y Crédito Publico y Financiera Nacional de Desarrollo, 2014; Panorama del chile.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2010; Un panorama del cultivo de chile. SAGARPA. SIAP. México.
- Serra Borsato, R. y Do Carmo, S.M., 2012. Agroecology's epistemology. *Interciencia*. 37: 711.
- Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). 2016. Fecha de consulta 10/10/2016. Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21864\\_sg7.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/pdf/21864_sg7.pdf)
- Tecnologías de mitigación. Fecha de consulta. 1/10/2016. Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias\\_mitigacion.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf)
- Valera L. y Trejo D., 2001; los hongos micorrizogenos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. *Acta Zool. Mex.* 1:39-51.
- Vara M. J. C., 2012; Crecimiento y desarrollo del chile habanero (*capsicum chinense* jacq.) y chile comapeño (*capsicum annuum* L.) en tres diferentes sustratos, bajo condiciones de agricultura protegida. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Campus Xalapa. México. 42 pp.
- Zegbe D. J. A., Valdez C. R. D. y Lara H. A. (Edit). 2007; Cultivo de chile en México Universidad Autónoma de Zacatecas. México. 250 pp.

## APÉNDICE

**Cuadro 1.** Medias y diferencia estadísticas de las variables evaluadas en chile jalapeño *Capsicum annum* L. (cv. Euforia F1) desarrollado en condiciones de campo, fertilizado con vermicompost e inoculado con HMA.

Trat.	AP	DT	LF	DE	EP	NFR	NFL	NFC	NL	RGPP	PF
	(cm)			(mm)					(g/p)	(g)	
<b>1</b>	45.717	1.900	6.883	3.166	0.343	33.500	20.333	20.833	2.833	5338	29.150
<b>2</b>	45.567	1.950	7.216	3.216	0.366	24.000	16.500	18.667	3.000	5639	31.900
<b>3</b>	46.333	1.900	7.433	3.166	0.535	23.333	14.333	18.167	2.833	6011	29.733
<b>4</b>	45.367	1.850	7.016	3.166	0.346	23.000	16.333	19.167	2.833	6128	29.933
<b>5</b>	46.250	1.833	6.966	3.016	0.331	24.333	14.833	17.167	3.000	5423	29.400
<b>Media</b>	45.846	1.886	7.103	3.146	0.384	25.633	16.460	18.800	2.900	5708	30.023
<b>CV %</b>	5.79	9.73	5.37	7.13	48.57	30.08	37.00	27.83	10.90	22.40	7.81

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente de acuerdo a la prueba de DMS con  $P \leq 0.05$ . AP=Altura de planta; DT= Diámetro de tallo; NFR= Numero de frutos; NFL=Numero de flores; NFC= Numero de frutos cosechados; LF= Longitud de fruto; EP= Espesor de pericarpio; NL= Numero de lóculos; DE= Diámetro ecuatorial; PF= Peso de fruto; CV= Coeficiente de variación