



# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

## DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

### DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de *Endospor* para el rendimiento y calidad en diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo el sistema de hidroponía.

Por:

Obed García García

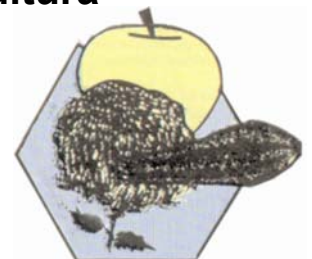
Tesis:

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Noviembre de 2007.



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Efecto de *Endospor* para el rendimiento y calidad en diferentes genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo el sistema de hidroponía.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Obed García García**

**Que somete a consideración del H. Jurado Examinador, como requisito parcial para obtener el título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

---

**M. C. Alfredo Sánchez López**  
**Presidente**

---

**M. C. Mario A. López Gutiérrez**  
**Sinodal**

---

**Dr. Alfonso Reyes López**  
**Sinodal**

---

**M. C. Alfonso Rojas Duarte**  
**Sinodal**

---

**M. C. Sergio Sánchez Martínez**  
**Suplente**

---

**Dr. Mario E. Vázquez Badillo**  
**Coordinador de la División de Agronomía**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**  
**Noviembre de 2007.**

## ÍNDICE GENERAL

	Página
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	v
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>APENDICE</b> .....	ix
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1. Hidroponia.....	4
2.2. Historia y evolución de la hidroponia.....	4
2.3. Ventajas de la hidroponia.....	6
2.4. Desventajas de la hidroponia.....	7
2.5. Producción de tomate en invernadero.....	7
2.5.1. Temperatura.....	8
2.5.2. Iluminación.....	9
2.5.3. Humedad relativa.....	9
2.5.4. CO <sub>2</sub> .....	10
2.6. Sistema de cultivo sin suelo.....	10
2.6.1. Plantas.....	11
2.6.2. Solución nutritiva.....	11
2.6.3. Contenedores (sacos de cultivo).....	12
2.6.4. Sustrato.....	12
2.6.5. Sistema de riego.....	12
2.7. Sustratos.....	12
2.8. Clasificación de los sustratos.....	13
2.8.1. Propiedades físicas.....	13

2.8.2. Propiedades químicas.....	13
2.8.3. Químicamente inertes.....	13
2.8.4. Químicamente activos.....	14
2.9. Sustratos más utilizados en el cultivo sin suelo.....	14
2.9.1. Perlita.....	15
2.9.2. Fibra de coco.....	15
2.9.3. Turbas.....	15
2.9.4. Lana de roca.....	16
2.9.5. Tezontle.....	17
2.9.5.1. Propiedades físicas.....	18
2.9.5.2. Propiedades químicas.....	18
2.9.5.3. Otras propiedades.....	18
2.10. Ficha técnica del producto <i>Endospor</i> .....	19
2.10.1. Beneficios.....	20
2.10.2. Compatibilidad.....	20
2.11. Aspectos generales de las micorrizas.....	21
2.11.1. Clasificación.....	23
2.12. Clasificación de los hongos de acuerdo a su tipo de hifa.....	25
2.12.1. Ectomicorrizas o micorrizas ectótrofas.....	25
2.12.2. Ectendomicorrizas.....	25
2.12.3. Micorrizas endótrofas, vesículo-arbusculares o endomicorrizas.....	26
2.13. Etapas de formación de los hongos micorrizicos arbusculares (HMA).....	29
2.14. Beneficios de las micorrizas a las plantas.....	31
2.15. Efectos benéficos de las micorrizas para un suelo.....	33
2.16. Transporte de nutrientes.....	34
2.17. Nutrición de los hongos arbúsculares.....	35
2.18. Investigaciones realizadas con la aplicación de hongos micorrizicos en diferentes especies.....	36
2.19. Aplicación de hongos micorrizicos en tomate.....	37

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	41
3.1. Descripción del Área de Estudio.....	41
3.1.1. Localización Geográfica.....	41
3.1.2. Clima.....	42
3.1.3. Agricultura.....	42
3.2. Establecimiento del experimento.....	42
3.2.1. Siembra.....	43
3.2.2. Trasplante.....	43
3.3. Descripción del material vegetativo.....	43
3.3.1. <b>El Cid</b> .....	43
3.3.2. <b>TsAN-10003</b> .....	44
3.3.3. <b>Imperial</b> .....	44
3.4. Descripción del producto aplicado <i>Endospor</i> .....	44
3.5. Descripción de los tratamientos.....	45
3.6. Diseño y modelo estadístico.....	46
3.7. Análisis estadístico.....	46
3.8. Labores de cultivo.....	47
3.8.1. Poda.....	47
3.8.2. Sistema de conducción.....	47
3.8.3. Fertirrigación.....	48
3.8.4. Aplicación de productos agroquímicos.....	48
3.9. Variables Evaluadas.....	49
3.9.1. Rendimiento.....	49
3.9.1.1. Gramos por planta.....	49
3.9.2. Calidad.....	50
3.9.2.1. Diámetro ecuatorial.....	50
3.9.2.2. Diámetro polar.....	50
3.9.2.3. Diámetro del pedúnculo.....	50
3.9.2.4. Diámetro del cierre floral.....	50
3.9.2.5.- Altura de planta.....	50
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	51

4.1. Primera etapa de cosecha.....	51
4.1.1. Producción en gramos por planta.....	51
4.1.2. Rendimiento promedio en kg/m <sup>2</sup> .....	54
4.2. Segunda etapa de producción.....	56
4.2.1. Producción en gramos por planta.....	56
4.2.2. Rendimiento promedio en kg/m <sup>2</sup> .....	62
4.2.3. Diámetro polar.....	64
4.2.4. Diámetro ecuatorial.....	66
4.2.5. Diámetro del pedúnculo.....	68
4.2.6. Diámetro del cierre floral.....	71
4.2.7. Altura de planta al final de la cosecha.....	74
4.2.8.- Rendimiento total estimado para las dos etapas de producción en ton/ha.....	74
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>77</b>
<b>VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>79</b>
<b>VII. APENDICE.....</b>	<b>85</b>

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, porque sé que es por voluntad de Él que haya terminado la carrera y fue quien me dio la vida, me dio fuerzas y quien nunca me abandonó diciéndome “Ayúdame que yo te ayudaré”.

“Todo lo puedo en Cristo que me fortalece” (Fil. 4:13)

A Don **Antonio Narro**, del cual heredé la posibilidad de terminar una carrera, con el propósito para el que él creía; de ayudar a la gente del campo aplicando la técnica en la agricultura para incrementar la producción de los cultivos y proporcionar una vida más digna a la gente que depende de él día a día... “los campesinos”.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por acogerme en su seno durante cuatro años siendo parte de ella y permitir que me formara como profesional, aprendiendo de ella valores sociales que me servirán para toda mi vida, pero sobre todo por enseñarme a respetar y amar a la tierra que es “la madre que nos alimenta”.

A la **Universidad Autónoma de Aguascalientes**, y al Departamento de Fitotecnia, del Área Agrícola del Centro de Ciencias Agropecuarias de dicha Universidad. Por haberme permitido la realización del presente trabajo, en la finca piloto, en la cual me facilitaron todo lo necesario para el buen desarrollo del mismo.

Al **M. C. Alfredo Sánchez López**, con gran admiración y respeto, por darme su confianza y haberme permitido realizar este trabajo de la mano de él. Por creer en mí y ser mi maestro el cual sin ningún egoísmo me compartió sus conocimientos, pero más que nada, por la amistad que me demostró, eso solo de

un amigo. Gracias maestro por su asesoría, supervisión y corrección en el presente trabajo.

Al **M. C. Mario E. López Gutiérrez** por haberme permitido realizar este trabajo en la Finca Piloto de Platicultura del Departamento de Fitotecnia, de la U. A. A.; la cual está a su digno cargo. Gracias por las facilidades otorgadas en todo el trabajo de campo, la colaboración y revisión del mismo.

*A la persona más especial durante mi estancia en la Universidad, con todo mi amor para Gaby. Gracias por tu amor y amistad, por ayudarme a terminar este trabajo, por regalarme tu tiempo, y compartir tantos momentos tan bellos a tu lado. TE AMO.*

A mis compañeros, por compartir tantos buenos momentos juntos, jamás los olvidare: Armando (Perro), Jorge (Tachidito), David (Michelin), Alonso (Gonzo), Luís Alberto (Mundo), Magda, Sofía (Chofis), Hilda, Angélica, Emigdio (Dumbo), Armando (Chango), Ramiro (Potra), Adalberto (Panzona), Ramiro (Carlitos), Víctor (Santa Claus), Genaro (Pulgarcito), Roberto (Callado), Chema, Fernando, Jorge (Rondallo), Jesús Enrique (Bikle), Enrique (Romántico), Rodrigo (Ñonthe), Jorge (Changa), Lizardo (Licho), Francisco (Borrego), Paola, Maricarmen, Chuy Figueroa, Pedro Cisneros, Pachón... los viajes increíbles, practicas, clases, alegrías y problemas... que viví a su lado estarán en mi mente y corazón toda mi vida. Aprendí mucho de Ustedes. GRACIAS.

A los maestros del Departamento de Horticultura, por haberme transmitido sus conocimientos y brindarme su amistad. Gracias porque de Ustedes aprendí la tenacidad para trabajar la tierra y aumente mi amor por la horticultura.

Al Ing. José Reyes Vaquera, Dr. Jorge G. Medina Torres, Ing. Saúl Soto Molina, Ing. Luís Natividad Beltrán, Lic. Fernando Soto Rodríguez. Por sus valiosos consejos, regaños y haberme considerado su amigo. Cada consejo trate



de aplicarlo en mi vida y con Ustedes compartí momentos inolvidables y con los cuales totalmente convencido trabaje por el bien de la Universidad y para tratar de devolver un poquito de lo mucho que de ella recibí.

## **DEDICATORIAS**

A Dios es la primicia, porque Él me dio salud y la tranquilidad y permitió pasar de la mejor manera tanto tiempo lejos de mi familia.

Este trabajo quiero dedicarlo a dos personas que amo, admiro y respeto con todo mi corazón, gracias por la enorme herencia que me han dado, la educación.

A mis padres:

**Sra. Ma. Lidia García López**  
**Sr. Armando García Vázquez**

Gracias por darme la vida, por cuidarme y dejarme ir de sus vidas para lograr este sueño, porque sé que para Ustedes también fue mucho sacrificio. Gracias por el enorme esfuerzo que realizaron durante todos estos años. Gracias por enseñarme valores como el respeto, el amor, el trabajo y sobre todo porque de Ustedes aprendí a luchar por lo que quiero.

A mis hermanos:

**Yaneli y José Daniel**

A quienes amo con todo mi corazón y de quienes siempre recibí palabras de aliento y que a pesar de la lejanía siempre estuvieron en mi mente, gracias por

su apoyo. El mejor hermanito del mundo ahora un hombre y a ti hermanita gracias por ser mi confidente.

A mis abuelas: **Concepción** y **Leonila** que desde el cielo se que siempre me bendijeron. A mis abuelos: **Alfonso** y **Rubén**, gracias por sus valiosos consejos y por contarme tantos cuentos que los llevo en el corazón.

A mis tíos: Oscar y Hortensia, Armando y Luz, Enrique y Angelina, Raúl y Ester, Orbelio y Lilia, Ismael y Sonia, gracias por su regaños y consejos, sin ellos no hubiera llegado a este momento y con todo mi corazón, les pido que lo sigan haciendo. Gracias por el apoyo económico con el que siempre conté de Ustedes, los quiero mucho.

A mis amigos (hermanos del alma): **Jeú Gómez, Neri, Abner, Jeú López e Iver**. Gracias por ser mis cómplices, en las mejores aventuras de mi vida estuvimos los cinco, lloramos y reímos juntos. Vaya campamentos los que vivimos juntos.

-----**MUCHAS GRACIAS A TODOS**-----

## INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas.....	9
Cuadro 2. Clasificación de los sustratos.....	14
Cuadro 3. Caracterización física del tezontle negro como sustrato en invernadero.....	18
Cuadro 4. Dosificaciones recomendadas de <i>Endospor</i> para diferentes especies.....	20
Cuadro 5. Ingredientes de <i>Endospor</i> .....	21
Cuadro 6. Ubicación taxonómica de los hongos micorrizicos.....	24
Cuadro 7. Composición del producto <i>Endospor</i> .....	45
Cuadro 8. Descripción de los tratamientos.....	46
Cuadro 9. Soluciones nutritivas empleadas bajo hidroponia reportadas en partes por millón (pmp).....	48
Cuadro 10. Fechas de aplicación de productos agroquímicos.....	49
Cuadro 11. Análisis general de las variables de calidad de fruto evaluadas para los diferentes genotipos y cortes de tomate, para la primera etapa de producción.....	51
Cuadro 12. Comparación de medias de rendimiento en gramos por planta para el factor genotipos en las diferentes fechas de corte, bajo condiciones de hidroponia.....	52
Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso, para el primer corte, en los diferentes genotipos.....	52
Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable peso, para el segundo corte, en los diferentes genotipos.....	53
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable peso, para el tercer corte, en los diferentes genotipos.....	54
Cuadro 16. Comportamiento estimado para los tratamientos en rendimiento para los diferentes genotipos con y sin aplicación de <i>Endospor</i> , bajo condiciones de hidroponia e invernadero.....	55

Cuadro 17. Análisis general de las diferentes variables de calidad de fruto evaluadas para los diferentes genotipos y cortes de tomate, segunda etapa de producción.....	57
Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable peso, para el cuarto corte, en los diferentes genotipos.....	57
Cuadro 19. Comparación de medias para la variable peso en gr/planta para el factor genotipo, para la segunda etapa de producción.....	58
Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable peso, para el quinto corte, en los diferentes genotipos.....	58
Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable peso, para el sexto corte, en los diferentes genotipos.....	59
Cuadro 22. Comparación de medias de rendimiento promedio en gramos por planta para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de Endospor en las tres fechas de cosecha. Segunda etapa de producción.....	59
Cuadro 23. Rendimiento estimado en kg/planta para los genotipos con y sin aplicación de Endospor, en condiciones de hidroponia.	63
Cuadro 24. Comparación de medias para la variable diámetro polar en centímetros para la segunda etapa de producción en los diferentes genotipos.....	64
Cuadro 25. Comparación de medias para la variable diámetro polar, en centímetros para la primera etapa de producción en los diferentes genotipos.....	66
Cuadro 26. Medias de diámetro ecuatorial en centímetros para las tres fechas de corte para ambos genotipos, para la segunda etapa de producción.....	67
Cuadro 27. Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro ecuatorial.....	68
Cuadro 28. Comparación de medias para la variable diámetro del pedúnculo en centímetros para el factor genotipos en la	

segunda etapa de producción.....	69
Cuadro 29. Comparación de medias para la variable diámetro del cierre floral en milímetros para el factor genotipos en la segunda etapa de producción.....	72
Cuadro 30. Medias de altura final de plantas en metros para los diferentes genotipos, con y sin aplicación de Endospor.....	74

### ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Muestra de la simbiosis del hongo con la raíz de los diferentes tipos de micorrizas.....	26
Figura 2. Límites territoriales del municipio de Jesús María, Aguascalientes.....	41
Figura 3. Comparación de medias para rendimiento en gr/planta para los seis cortes en los diferentes genotipos en las dos etapas de cosecha, bajo hidroponia (Tukey, 0.05%).....	53
Figura 4. Respuesta de los tratamientos para rendimiento en kg/m <sup>2</sup> en los diferentes genotipos con y sin la aplicación de micorrizas, para la primera etapa de producción.....	56
Figura 5. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el cuarto corte.....	60
Figura 6. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el quinto corte.....	61
Figura 7. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el sexto corte.....	62
Figura 8. Rendimiento promedio expresado en kg/m <sup>2</sup> en los diferentes genotipos de tomate con y sin la aplicación de <i>Endospor</i> .....	64
Figura 9. Medias para la variable diámetro polar de los diferentes genotipos en la segunda etapa de producción.....	65
Figura 10. Medias de diámetro ecuatorial de los diferentes genotipos	67

para la segunda etapa de producción.....	
Figura 11. Comparación de medias para la variable diámetro del pedúnculo en centímetros para el factor genotipos en la segunda etapa de producción.....	70
Figura 12. Medias de diámetro de cierre floral en milímetros para el factor genotipos en los tres cortes, segunda etapa.....	72
Figura 13. Altura promedio de plantas en metros, para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de <i>Endospor</i> .....	75
Figura 14. Rendimiento total estimado de las dos etapas de producción en ton/ha, para los diferentes genotipos con y sin aplicación de micorrizas.....	76

## APÉNDICE

	Página
1A.- Análisis de varianza para la variable rendimiento en g/planta para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.....	84
2A.- Análisis de varianza para la variable rendimiento en g/planta para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.....	84
3A.- Análisis de varianza para la variable rendimiento en g/planta para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.....	85
4A.- Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.....	85
5A.- Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.....	86
6A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.....	86
7A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.....	87
8A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el	

quinto corte 25 de noviembre de 2006.....	87
9A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.....	88
10A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.....	88
11A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.....	89
12A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.....	89
13A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.....	90
14A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.....	90
15A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.....	91
16A. Análisis de varianza para la variable altura de planta medición única, hecha el 25 de noviembre de 2006 (quinto corte).....	91

## RESUMEN

La presente investigación se llevo a cabo en la Finca Piloto de Plasticultura, ubicada en el Área Agrícola del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, (de acuerdo al convenio de colaboración No. C 190/04 que celebran la **UAAAN** y la **UAA**). Estableciéndose la investigación en un invernadero tipo BATICENITAL de la marca ACEA.

El objetivo fue; evaluar el efecto de *Endospor* en cuanto a rendimiento y calidad de fruto en diferentes genotipos. Para lo anterior se utilizaron de tres genotipos de tomate de hábito indeterminado denominados; **El Cid**, **TsAN-10003** e **Imperial**, y el producto *Endospor* como fuente de micorrizas, aplicando 3 gramos del producto por charola de 200 cavidades al momento de la siembra. En un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial 3x2, con 6 repeticiones, donde el factor **A** fueron los genotipos y el factor **B**; con y sin aplicación de *Endospor*. El manejo agronómico fue en bolsas de plástico negro de 7.5 L de sustrato siendo este similar para los tres híbridos. Los resultados obtenidos nos indicaron que las variables en estudio se comportaron de manera independiente ya que se encontró diferencia significativa en el genotipo **TsAN-10003** con aplicación de *Endospor*, únicamente para la segunda etapa de producción. Para el factor **A** la diferencia fue altamente significativamente, donde el genotipo **TsAN-10003**, presentó los rendimientos más altos seguido por **Imperial** con 2.649 y 2.217 kg/planta respectivamente, por último **El Cid** con 1.118 kg/planta. Para el diámetro polar los valores más altos fueron para **TsAN-10003** con 6.43 cm, y **El Cid**, con 5.96 cm, mientras que **Imperial** tuvo 5.63 cm de diámetro. Los valores más altos de diámetro ecuatorial lo presentan **TsAN-10003** con 6.98 cm, e **Imperial** con 6.91 cm. El diámetro de pedúnculo más pequeño lo presento **El Cid**, con 0.84 cm, con 1.19 cm y 1.25 cm **TsAN-10002** e **Imperial** respectivamente. Para diámetro de cierre floral los más propensos a presentar el defecto de fruto llamado "cara de gato" son **TsAN-10003** e **Imperial** con los valores más altos de 2.45 cm y 2.5 cm respectivamente, siendo el mejor **El Cid** con 1.81



cm de diámetro. La altura de planta al final de la cosecha fue de 5.09 m y 4.92 m, para los genotipos **Imperial** y **El Cid** respectivamente, contra 3.06 m de **TsAN-10003**, lo que implicó para este genotipo, menor manejo agronómico que el resto.

## I.- INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza de mayor importancia económica para México. Sin embargo, anualmente se tienen enormes pérdidas debido a fenómenos meteorológicos que devastan el cultivo provocando disminución y mala calidad de la cosecha. El objetivo principal de producir bajo invernaderos, es tener a las plantas de tomate en condiciones favorables para conseguir su máximo desarrollo y productividad, protegiéndolas de las inclemencias del tiempo y evitar pérdidas por los diversos fenómenos meteorológicos (Márquez, 1978). Por ello es evidente el rápido incremento de la producción de tomate en invernadero, ya que en 1992 tan solo existían 50 hectáreas bajo este sistema, mientras que para 1999 esta cifra se incremento a 600 has. Para el 2001 había 950 has., para el 2004, 2545 has., en el 2005, 2700 has., y para el 2006 la cantidad estimada ascendió a 3000 hectáreas de invernadero (AMPHI, 2006). Los rendimientos son variables de acuerdo a la tecnología utilizada y el propio material genético, obteniendo en malla sombra rendimientos de (80-120 ton/ha), plásticos pasivos (120-220 ton/ha), plásticos más equipo (180-400 ton/ha); mientras que para la tecnología High Tech los rendimientos son superiores a 500 ton/ha. En México, los rendimientos promedio son de 160 ton/ha en invernadero, mientras que USA y Canadá los rendimientos son de 500 ton/ha, ya que los invernaderos son manejados bajo la tecnología High Tech.

La AMPHI (2004), menciona que el 85% de los cultivos en invernadero utilizaban suelo. Sin embargo en la actualidad casi el 35% de la superficie de invernaderos utilizan sustratos hidropónicos, que van desde tezontle, turba y perlita hasta lana de roca, para obtener mayor rendimiento y calidad de los frutos. Por otra parte para mantener una alta producción de tomate, ha sido necesario el uso de gran cantidad de fertilizantes minerales. El uso excesivo de fertilizantes en el cultivo de tomate, ha generado un deterioro significativo de los suelos en las áreas de producción así como la contaminación del medio ambiente. Los minerales generalmente disminuyen las poblaciones de microorganismos

benéficos del suelo. Sin embargo, para disminuir los problemas originados por los fertilizantes, las ciencias agronómicas disponen de alternativas que hacen a los fertilizantes químicos menos necesarios; así mismo, el uso de biofertilizantes para la nutrición de las plantas ha ido en ascenso, en la medida que estos demuestran que son capaces de minimizar el uso de los fertilizantes minerales; todo lo cual resulta de gran valor en la actualidad, en que se van trazando pautas para modificar la llamada agricultura moderna la cual protege la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social. (Terry, 2001).

En estudios realizados anteriormente se demuestra que la inoculación con hongos micorrizicos arbusculares a especies de interés agrícola, incrementan la nutrición y el crecimiento de la planta, y le permite a su vez superar situaciones de estrés biótico y abiótico. Esto se debe a la relación benéfica entre ambos organismos implicados y tanto el hongo como la planta se ven favorecidos por la asociación; el hongo coloniza la raíz de la planta y le proporciona nutrientes minerales y agua que extrae del suelo por medio de su red externa de hifas, mientras que la planta suministra al hongo sustratos energéticos y carbohidratos que elabora a través de la fotosíntesis. La aplicación de productos que mejoren la eficiencia en la absorción de nutrimentos y agua por la plantas, disminuirá la adición de fertilizantes, mantendrán altas producciones y evitarán contaminar el suelo, cuerpos de agua y el ambiente en general. Las micorrizas pueden beneficiar a las plantas reduciendo las enfermedades, permitiendo mayor absorción de nutrientes, resistencia a condiciones de estrés y mayor germinación de semillas entre otros (Álvarez, 1998).

Debido a esto, la presente investigación se enfoco a la evaluación de la efectividad del producto *Endospor* (hongos endomicorrizicos), en el cultivo de tomate con respecto al comportamiento en cuanto a rendimiento y calidad del fruto. Y se planteó el siguiente objetivo.

## **Objetivo general**

Determinar el efecto de *Endospor* bajo condiciones de hidroponia e invernadero en un sustrato inerte (tezontle), de tres genotipos de tomate de hábito indeterminado en la región de Jesús María, Aguascalientes.

## **Objetivos específicos**

- Observar la respuesta del *Endospor*, en la asimilación de nutrimentos bajo hidroponia en diferentes genotipos de tomate, en dos etapas de producción.
- Evaluar los efectos del sustrato tezontle con la aplicación de *Endospor* para determinar el comportamiento entre genotipos.
- Determinar los principales atributos de calidad que caracterice la estabilidad en el anaquel.
- Estimar los efectos del *Endospor* en su comportamiento en cuanto a rendimiento y calidad de fruto, en ambas etapas de producción.

## **Hipótesis**

1) La respuesta de *Endospor* en los diferentes genotipos de tomate, superará al testigo absoluto en la segunda etapa de producción bajo condiciones de hidroponia.

2) El sustrato tezontle utilizado contribuirá a la asimilación de nutrimentos en la segunda etapa, bajo el efecto de *Endospor*.

3) La respuesta de *Endospor* manifestará algún efecto importante en los atributos de calidad de fruto para cada una de las dos etapas de producción sin causar efectos secundarios.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1.- Hidroponia**

La hidroponia es una técnica que permite cultivar y producir plantas sin emplear suelo o tierra. Con la técnica de cultivo sin suelo se obtienen hortalizas de excelente calidad y sanidad, y se asegura un uso más eficiente del agua y fertilizantes. Los rendimientos por unidad de área cultivada son altos, por la mayor densidad y la elevada productividad de la planta.

Sánchez y Escalante (1989), definen la hidroponia como un sistema de producción, en el cual las raíces de las plantas se irrigan con una mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua y, que en vez de suelo utiliza como sustrato un material generalmente inerte y estéril, o simplemente la misma solución nutritiva, con el objeto de proporcionar las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el desarrollo vegetal.

La palabra hidroponia en los diccionarios se define, como el crecimiento de plantas en agua, conteniendo nutrientes en solución en lugar de tierra, parte de las raíces griegas: Hidros = agua, Ponos = labor, o sea, trabajo en agua. En la moderna hidroponia, se utilizan materiales inertes del tipo: vermiculita, grava, perlita expandida, arena, fibra de vidrio, tezontle, fibra de coco y otros cuya función es la de sostener las raíces de las plantas en dicho medio inerte, hacer circular agua preparada con los nutrientes a un pH determinado, bombeada o aplicada en intervalos regulares.

### **2.2.- Historia y evolución de la hidroponia**

La hidroponia como se conoce actualmente en realidad se practico por las civilizaciones antiguas, tales como: China y los Aztecas en sus chinampas y jardines, sin embargo, el nuevo reto que plantea el futuro de la humanidad para la

técnica hidropónica, en la era moderna, es llegar a desarrollarse en las futuras estaciones y bases espaciales.

En 1699, John Woodward, miembro de la Sociedad Real de Inglaterra, cultivo plantas en agua que contenía varios tipos de tierra disuelta (la primera solución hidropónica de nutrientes artificial). En 1856 Salm-Horsmar desarrolló técnicas en las que uso arena y otros sustratos inertes. Varios investigadores habían demostrado para ese tiempo que podían crecer plantas en un medio inerte humedecido con una solución de agua que contiene los minerales requeridos por las plantas. (Jensen, 1958).

(Jensen, 1985). Entre 1859 y 1865 la técnica fue perfeccionada por dos científicos alemanes. Julius Von Sachs, profesor de Botánica en la Universidad de Wurzburg publicó la primera fórmula estándar para una solución de nutrientes que podrían disolverse en agua y en la que podrían crecer plantas con éxito. W. Know, químico agrícola; ha sido llamado “El Padre de la Cultura en Agua”, gracias al desarrollo de formulas de nutrientes. En los años siguientes (1866-1870), investigadores desarrollaron diversas formulas básicas para el estudio de la nutrición de las plantas. Algunos de ellos son Tollens en 1882, Nottingham en 1914, Shive 1915, Hoagland en 1919, Arnon en 1938 y Robbins en 1946. Muchas de sus formulas todavía se usan en investigaciones de laboratorio sobre nutrición y fisiología de las plantas.

Entre 1927 y 1930 el Dr. William F. Gericke de la Universidad de California extendió sus experimentos de laboratorio y trabajos en nutrición de plantas a cosechas prácticas en aplicaciones comerciales a gran escala. A estos sistemas de nutricultura los llamo “hidroponia”. Hasta el año 1936, el cultivo de plantas en agua y la solución de nutrientes era una práctica restringida a los laboratorios, donde fueron usados para facilitar el estudio del crecimiento de las plantas y sobre el desarrollo de la raíz. Gericke cultivó hidropónicamente verduras, incluso cosechas de raíz, remolachas, rábanos, zanahorias, papas, ornamentales y flores.

Usando la cultura de agua en tanques grandes en su laboratorio tuvo éxito en el cultivo de tomates logrando plantas de hasta 7 metros de altura publicando en 1936 junto con J. R. Travernetti el registro del cultivo exitoso de tomates en agua y solución nutriente.

### **2.3.- Ventajas de la hidroponia**

- a) Se incrementa el rendimiento de la producción. Se ha demostrado que el promedio de producción de tomate en hidroponia es de: 40 a 50 kg. de frutos/m<sup>2</sup>.
- b) Se mejoran las características cualitativas de la producción, ya que se logra una mayor uniformidad de las características organolépticas de los frutos. Debido a una aportación uniforme de agua y minerales a través de los sustratos hidropónicos.
- c) Menor consumo de agua y fertilizantes. Técnica apropiada para zonas donde hay escasez de agua, sobre todo si se utilizan sistemas cerrados con recirculación de la solución nutritiva.
- d) Menos contaminación del medio ambiente
- e) Mayor facilidad para establecer infraestructuras permanentes y de fácil manejo.
- f) Reducción de costos de mano de obra, al disminuir las necesidades de labores como la desinfección del suelo y tratamientos fitosanitarios.
- g) Posibilidad de reducir los costos de aplicación de agroquímicos, al emplear sistemas de producción integrada.

En la agricultura tradicional tanto la siembra como la cosecha se realizan en una misma fecha; en hidroponia estas labores se realizan en forma escalonada, lo que permite llevar una programación de la producción. En la agricultura convencional es necesario hacer una rotación de cultivos para evitar una infestación de nematodos en las raíces. En un cultivo sin suelo no se presenta este problema y se puede trabajar continuamente como monocultivo.



## **2.4.- Desventajas de la hidroponia**

- a) Limitaciones técnicas sobre el conocimiento específico de los sustratos y la solución nutritiva
- b) Rigurosas exigencias del manejo, que involucran el control de parámetros como el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura del sustrato.
- c) Mayor posibilidad de estrés hídrico o mineral, debido al bajo volumen de almacenamiento de los sustratos. Esto puede ser de particular importancia cuando se tienen los equipos adecuados, para enfrentar un corte prolongado en la energía eléctrica.
- d) Mayor tasa de amortización de los equipos e insumos, que impactan directamente sobre el costo de producción.
- e) Mayor costo de eliminación de residuos no degradables, especialmente en el caso de lana de roca y/o perlita.
- f) Posibilidad de contaminación al lixiviar un elevado porcentaje de nutrientes hacia el subsuelo. (Productores de hortalizas, año 13, No. 2. febrero de 2004).

Los cultivos en invernaderos utilizaban suelo, lo que se realiza sobre todo en Sinaloa y Baja California. Sin embargo, en la actualidad casi el 35% de la superficie de invernaderos utiliza sustratos hidropónicos que van desde tezontle, turba y perlita, hasta lana de roca, para obtener mayor rendimiento y calidad de frutos, (AMPHI, 2004)

## **2.5.- Producción de tomate en invernadero**

El objetivo principal de producir bajo invernaderos es tener a las plantas de tomate en condiciones favorables, para conseguir su óptimo desarrollo y productividad, de esta manera obtener mejores ingresos económicos para los productores y hacer más redituable el cultivo.

Alpini, (1999), menciona que los cultivos protegidos han sufrido en los últimos años una profunda transformación, desde el punto de vista tecnológico, la climatización del invernadero consiste en la regularización de la temperatura y de otros parámetros ambientales como son luz (iluminación), humedad relativa y bióxido de carbono, para crearle un ambiente agradable a la planta y obtener como respuesta del cultivo una mayor productividad. Así mismo concluye que la principal meta de producir bajo invernadero es proporcionarle a las plantas de tomate las condiciones óptimas para su desarrollo, y por ende obtener los mayores rendimientos.

En el cultivo de tomate, las limitantes de productividad de este están determinadas por la potencialidad genotípica de las variedades cultivadas y por las condiciones ambientales, la gran diferencia existente entre el rendimiento máximo y el medio de un cultivo, indica que la variedad de plantas cultivadas poseen ya una potencialidad muy alta, y que muy raras veces logra expresarse de manera plena.

Entre las causas que lo impiden están las enfermedades y plagas, que se desarrollan cuando las condiciones predominantes climáticas les son favorables, en este sentido podemos afirmar que los invernaderos representan la tentativa de acercar o incrementar el rendimiento del cultivo, al máximo consentido por la expresión del genotipo de la variedad, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

### **2.5.1.- Temperatura**

Vázquez, (2004), La temperatura del invernadero viene determinada por la radiación infrarroja corta, que al incidir sobre el terreno y plantas los calienta; la radiación infrarroja larga que calienta la cubierta y por fin, la radiación emitida por la cubierta, terreno y plantas que provoca el aumento de la temperatura.

Durante el desarrollo de la planta, la temperatura juega un papel muy importante, ya que el frío, durante las primeras etapas de crecimiento, puede estimular a las plantas a producir más yemas, tanto vegetativas como florales. Las principales exigencias de temperaturas se enlistan a continuación en el cuadro 1.

**Cuadro 1. Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas.**

<b>Condiciones</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Temperatura mínima de germinación	9-10
Temperatura óptima de germinación	25-30
Temperatura máxima de germinación	35
Temperatura óptima del sustrato	15-20
Temperatura óptima del día	23-26
Temperatura óptima de la noche	13-16
Temperatura mínima letal	-2-0
Temperatura mínima biológica	8-10
Temperatura óptima de floración / fecundación día	23-26
Temperatura óptima de floración / fecundación noche	15-18
Temperatura de maduración a rojo	15-22
Temperatura de maduración a amarillo	Más de 35

### **2.5.2.- Iluminación**

Sánchez, (2001), menciona que la energía solar radiante, es seguramente el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivadas en el interior del invernadero, la luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas, como fuente de energía para la asimilación fotosintética del CO<sub>2</sub> así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo. La concentración óptima de iluminación es de; 10,000 a 15,000 lux.

### **2.5.3.- Humedad relativa (HR)**

Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones; al tomate, pimiento y berenjena les beneficia una HR por arriba de 65-70%. La HR del aire es un factor climático, que puede modificar el

rendimiento final de los cultivos. Cuando esta es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse, además de los comunes problemas de mal cuaje; para que la HR se encuentre lo más cerca posible de lo óptimo, el agricultor debe ayudarse de un higrómetro.

#### **2.5.4.- CO<sub>2</sub>**

Alpine, (1999), define el CO<sub>2</sub> atmosférico como; la fuente de carbono para la planta que la fija y la reduce a carbohidratos tras la expulsión del gas por los estomas, la concentración óptima del gas para la planta de tomate se encuentra entre: 1,000 – 3,000 ppm de CO<sub>2</sub>, pudiendo aplicar este con sistemas de gas presurizados (cintillas y goteros)

#### **2.6.- Sistema de cultivo si suelo**

Este tipo de cultivo se puede clasificar en: técnicas en medio líquido (*No agregado*), dentro de estas se ubican a las técnicas en película nutritiva (NFT), hidroponía en flotación y la aeroponía, en el grupo *Con Agregados* (cultivo en sustrato), se encuentran los cultivos en arena, grava (rocas porosas de origen volcánico como tezontle, perlita y zeolita), otros sustratos como lana de roca, aserrín, turba y espumas sintéticas como el poliestireno.

Vázquez (2004), clasifica los sistemas de cultivo sin suelo en tres grupos 1) cultivos en sustrato; 2) cultivos en agua (hidropónicos) y 3) cultivos en aire (aeropónicos).

Según el manejo al que estén sometidos, pueden funcionar por inundación periódica del sustrato, ya sea por subirrigación, con la recolección del flujo de

retorno en la misma donde se guarda la solución nutritiva, o distribuyendo la solución mediante sistemas de goteo.

Los sustratos se caracterizan por su baja capacidad para retener agua y los nutrientes (grava y perlita), requieren un aporte de agua y soluciones nutritivas casi continuo. Los sistemas más utilizados (lana de roca, perlita, fibra de coco, arena), que se caracterizan por su mayor capacidad de retención de agua, permiten utilizar riegos menos frecuentes. De los tres sistemas descritos, los dos primeros trabajan en circuito cerrado, mientras que el tercero puede trabajar en circuito cerrado o abierto.

En la conducción del cultivo sin suelo al igual que el cultivo en el suelo, se controlan todos los factores que interactúan con el rendimiento, solo que por medio de esta técnica es más eficaz el control de los factores relacionados con la nutrición de la planta, teniendo la ventaja de que se puede modificar más rápidamente el pH, y la C. E. del medio donde se desarrolla la raíz por ende un control total sobre la nutrición de la planta.

Sánchez (1989), propone que el sistema de cultivo sin suelo consta de los siguientes componentes: plantas, solución nutritiva, contenedores (sacos de cultivo), sustratos, sistema de riego, los cuales a continuación se describen:

### **2.6.1.- Plantas**

Técnicamente se puede cultivar cualquier planta en hidroponia, pero en práctica comercial solo se manejan los cultivos de alto valor económico como tomate, pimientos, flores, pepino, etc.

### **2.6.2.- Solución nutritiva**

Es la disolución de agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica necesarios para el desarrollo de la planta.

### **2.6.3.- Contenedores (sacos de cultivo)**

Deben de usarse recipientes que no reaccionen con la solución nutritiva, estos pueden ser de polietileno, pvc, etc. Donde estará contenido el sustrato y la solución nutritiva.

### **2.6.4.- Sustrato**

Todo aquel material sólido diferente del suelo, ya sea de origen natural, de síntesis o residual de composición mineral u orgánica. Si se coloca en un contenedor solo o mezclado tiene la función de anclaje del sistema radicular de las plantas, y que al ser un soporte para la misma, interviene en los procesos de nutrición y de intercambio catiónico.

### **2.6.5.- Sistema de riego**

Debe ser automatizado y de alta frecuencia (riego localizado), mediante esta los nutrimentos son aplicados en forma exacta y uniforme solo al volumen radicular humedecido, lugar donde están concentradas las raíces activas, teniendo de esta manera menos pérdidas.

## **2.7.- Sustratos**

Olimpia (1991), Material sólido que puede ser usado como reemplazo del suelo, y sirve como medio de crecimiento de las plantas. La función principal del sustrato es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. El crecimiento de la raíz en sustrato es más rápido y vigoroso que en suelo.

Pérez (1996), En un principio no existe un sustrato ideal o único, porque se puede utilizar una gran diversidad de estos ya sea puros o en mezclas como: arena fina, media o gruesa, de cuarzo o río, de construcción, etc., gravilla, grava, piedra pómez o purecita, tezontle, cascarilla de arroz, fibra de coco, aserrín, etc. Un sustrato adecuado debe ser químicamente inerte, fácil de conseguir y de bajo costo, retentivo de humedad y que no se degrade o descomponga con facilidad.

La función más importante de un sustrato de cultivo, es la de proporcionar un medio ambiente “ideal” para el crecimiento de las raíces y, constituir una base adecuada para el anclaje y soporte mecánico de la planta. Cada sustrato requiere de su propio plan de riego y fertilización.

## **2.8.- Clasificación de los sustratos**

### **2.8.1.- Propiedades físicas**

Las propiedades físicas necesaria en los medios de cultivo son: elevada retención de agua y disponible, buena aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad y estructura estable que impida contracción del medio.

### **2.8.2.- Propiedades químicas**

En primer lugar se deben utilizar materiales con pH adecuados para las especies a cultivar, esto se consigue en ocasiones haciendo mezclas de sustratos. Como segundo parámetro a considerar es la baja salinidad del producto. Existen plantas que toleran mejor la salinidad pero debemos utilizar sustratos con bajas conductividades eléctricas. En ocasiones, si las sales son suficientemente solubles, es posible reducirlas con aplicación de lavados para igualar la conductividad del sustrato con la del agua de riego.

### **2.8.3.- Químicamente inertes**

Fernández *et. al.*, (1998), menciona que son aquellos que no se descomponen química o bioquímicamente, actúan única y exclusivamente como soporte de la planta, no liberan elementos solubles de forma notable, ni tienen capacidad de absorber elementos añadidos a la solución del sustrato, mencionan que la reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva, que alimenta a las plantas a través de las raíces.

#### 2.8.4.- Químicamente activos

Urrestarazu (2000), refiere que estos reaccionan entre si liberando elementos, debido a su degradación, disolución, reacción de los compuestos que forman el material sólido del sustrato, o bien absorbiendo elementos en su superficie, que se pueden intercambiar con los elementos del sustrato que se encuentran disueltos en la fase líquida del mismo. Este tipo de materiales además de actuar como soporte para las plantas, actúa como depósito de reserva de los nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según las exigencias del vegetal.

**Cuadro 2. Clasificación de los sustratos**

<b>COMPOSICIÓN</b>	<b>PROPIEDADES</b>	<b>ORIGEN</b>
<b>Sustratos inorgánicos</b>	Químicamente inertes: Su capacidad de intercambio cationico es baja, actúan exclusivamente como medio de soporte para el cultivo sin ejercer influencia sobre el intercambio de minerales de los que se alimenta la planta.	<b>Naturales:</b> Arenas, gravas, arena volcánica, tezontle, arena de cuarzo.
		<b>Tratados:</b> Perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, escorias de fundición, polietileno, poliestireno, etc.
<b>Sustratos orgánicos</b>	<b>Químicamente activos:</b> Acumulan los nutrientes y forman una reserva de la cual los va tomando la planta. Actúan como un "colchón" que amortigua variaciones en el suministro de nutrientes de la planta.	<b>Naturales:</b> Fibra de coco, turbas.
		<b>Subproductos de actividades agrícolas:</b> Cascarillas de cereales, café, etc.

#### 2.9.- Sustratos más utilizados en el cultivo sin suelo

Ramírez (2005), menciona que el mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son: el tipo de material vegetal con el que se trabaja



(semillas, plantas, estacas), especies vegetales, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego, fertilización, aspectos agronómicos, etc.

### **2.9.1.- Perlita**

Material silíceo de origen volcánico extraído de los ríos de lava. Las altas temperaturas nos dan un material estéril, en aplicaciones hortícolas el tamaño más utilizado es el de 1/16 a 1/18 de pulgada (1,6 a 3,1 mm). La perlita absorbe tres a cuatro veces su peso en agua, siendo esencialmente neutra con un pH de 6,0 a 8,0, aunque sin capacidad tampón, a diferencia de la vermiculita. No tiene capacidad de intercambio catiónico y no contiene nutrientes minerales. El tipo denominado B-12 presenta buenas propiedades físicas lo que facilita el manejo de riego y minimiza los riegos por asfixia o déficit hídrico. Un estudio comparativo de perlita, lana de roca y arena en la producción y calidad de melón, mostró resultados similares al emplear perlita o lana de roca. No obstante un inconveniente, es la posibilidad de degradación durante el ciclo de cultivo, perdiendo su estabilidad granulométrica, lo que puede favorecer un anegamiento en el interior del recipiente, aún así, su bajo costo hace que en los últimos años se haya incrementado la superficie dedicada al cultivo en sacos de perlita.

### **2.9.2.- Fibra de coco**

Este producto se obtiene de fibras de coco. Tiene una capacidad de retención de agua de hasta 3 o 4 veces su peso, un pH ligeramente ácido (6,3 – 6,5), y una densidad aparente de 200 kg/m<sup>3</sup>, su porosidad es bastante buena y debe ser lavado antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

### **2.9.3.- Turbas**

La turba consiste en vegetación acuática, pantanosa o de ciénaga parcialmente descompuesta. Existen tres tipos de turbas: de musgo, de cañaveral y de humus, la primera es la menos descompuesta, y proviene de *Sphagnum*, *Eriophorum* y otros musgos. Tienen una alta capacidad de retención de humedad (diez veces su peso en seco), con acidez elevada (pH de 3,8 a 4,5), con una

pequeña cantidad de N (1%). Las turbas de cañaveral y otras plantas acuáticas también se descomponen rápidamente. La turba de *Sphagnum* se forma por la deshidratación de residuos recientes o incluso partes vivas de plantas ácidas en pantanos de dicho género, además es el componente orgánico más utilizado en la actualidad para medios de cultivo que crecen en macetas, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas, sin embargo se han ido sustituyendo por materiales inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la solución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, etc.; además las reservas de la turba son limitadas y no renovables por lo que su uso indiscriminado puede originar un impacto grave en el medio ambiente.

#### **2.9.4.- Lana de roca**

Es un material mineral fibroso inerte obtenido por la mezcla de roca volcánica, caliza y cok fundidos de 1500 °C a 2000 °C se estira en finas hebras y se prensa ligeramente tejiendo capas. Consta básicamente de dióxido de silicio (45%), óxido de aluminio (15%), óxido de calcio (15%), óxido de magnesio (10%) y otros óxidos (5%). Se utiliza principalmente en países como Holanda, Francia, Inglaterra y Dinamarca.

Excelente retención de humedad con un 95% de espacio poroso. Su pH oscila entre 7 y 8.5 aunque no tiene capacidad reguladora. El pH se puede reducir fácilmente a niveles óptimos para tomates y pepinos usando una solución nutritiva ligeramente ácida.

El cultivo en lana de roca es un sistema hidropónico abierto, no reciclable generalmente. Químicamente inerte, sin ninguna capacidad tampón, lo que exige un perfecto control de la nutrición hídrica y mineral. En los últimos años se ha extendido el rumor de que puede ser cancerígena y producir irritaciones a la piel.

### **2.9.5.- Tezontle**

Catellanos, (2003), Es uno de los sustratos más utilizados en México en la hidroponía, pero por desgracia es uno de los menos conocidos en cuanto a sus características físicas y químicas. La forma en que se ha venido usando es simplemente tamizado por una malla de media pulgada, y todo lo que pase por ella se usa directamente en el llenado de las bolsas.

La cantidad de sustrato que se usa de tezontle es de: 7.5 a 15 L/planta. Su costo es bajo, del orden de \$100 pesos el m<sup>3</sup>; de forma que en una hectárea se requieren 187.5 m<sup>3</sup> esto equivaldría a \$18,750 pesos; en caso de requerir 7.5 L/planta, es decir una planta por bolsa. Por otro lado si se utilizan 15 L/planta, es decir dos plantas/contenedor el costo asciende a \$37,500 pesos. De acuerdo a lo encontrado por López (2006), al evaluar diferentes genotipos en hidroponía encontró que la producción en bolsa fue superior al contenedor.

En el cuadro 3, se muestra la caracterización preliminar de 4 muestras de tezontle que varían en su granulometría. La muestra fina compuesta de tezontle de menos de 0,58 mm de diámetro, presenta una muy baja capacidad de aireación, aunque presenta una elevada capacidad de retención de agua y la densidad aparente es cercana a la unidad. Por lo contrario, la muestra de granulometría más gruesa con diámetro de partícula de 2 a 5 mm, presenta solo una capacidad de retención de agua de 37%, y una elevada capacidad de aireación. Al parecer la mejor muestra fue en la que se eliminaron los terrones de más de 1,27 mm de diámetro. Este tezontle presentó una capacidad de aireación de 43%, niveles considerados razonables para este tipo de sustratos.

Por su parte Nuez *et. al.*, 1995, enlistan algunas de las características que los sustratos deben cumplir para obtener buenos resultados en el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate.

**Cuadro 3. Caracterización física del tezontle negro usado como sustrato en invernadero.**

<b>Tezontle</b>	<b>Propiedades físicas</b>			
<b>Granulometría (mm)</b>	<b>Dap (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>CA</b>	<b>RH</b>	<b>EPT</b>
< 0,58	0.93	12	50	63
0,58 – 2,00	0,57	31	36	77
2,00 – 5,06	0,49	46	22	64
> 12,7	0,52	43	37	65

#### **2.9.5.1.- Propiedades físicas**

- a) Elevada disponibilidad de agua.
- b) Suficiente suministro de aire.
- c) Distribución del tamaño de las partículas que mantengan las condiciones antes mencionadas.
- d) Baja densidad aparente (Dap).
- e) Elevada porosidad.
- f) Estructura estable que impida la contracción o expansión del medio.

#### **2.9.5.2.- Propiedades químicas**

- a) Baja o moderada capacidad de intercambio cationico, dependiendo de que la fertirrigación se aplique permanentemente, o de modo intermitente respectivamente.
- b) Baja salinidad
- c) Elevada capacidad de tampón y aptitud para mantener constante el pH.
- d) Mínima velocidad de descomposición.

#### **2.9.5.3.- Otras propiedades**

- a) Libre de semillas de malas hierbas.

- b) Libre de bacterias, nematodos y cualquier otra contaminación.
- c) Reproducibilidad y disponibilidad.
- d) Bajo costo.
- e) Fácil de mezclar.
- f) Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- g) Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

### **2.10.- Ficha técnica del producto *Endospor***

Es un inoculante endomicorrízico que se aplican por aspersion a charolas o que se inyecta en el suelo al plantar o sembrar. Contiene varias especies de hongos endomicorrízicos que colonizan rápidamente las raíces de una amplia variedad de especies de plantas, proporcionando las mejores condiciones para que las raíces crezcan y absorban agua y nutrientes. Los hongos endomicorrízicos se combinan con bacterias benéficas, el hongo benéfico *Trichoderma*, ácidos fúlvicos y extracto soluble de algas marinas y yuca para promover el desarrollo rápido del sistema radicular. Los resultados son tasas de sobrevivencia y crecimiento más altas en todo tipo de cultivos que requieran hongos endomicorrízicos: hortalizas, frutales, flores, árboles y arbustos. Las esporas de los hongos son producidas por medio de incubación y no de manera tradicional adentro de raíces de plantas. La incubación ofrece múltiples ventajas: no hay contaminación por microorganismos no deseados. Las esporas se aglomeran lo que permite una dispersión homogénea entre las cavidades de charolas de germinación. El producto se disuelve y aplica fácilmente. El diámetro del 85% de las esporas es menor a 100 micras lo que posibilita su aplicación por sistemas de irrigación. La concentración de las esporas se verifica con facilidad en el microscopio y a primera vista se reconoce su viabilidad. El costo del millar de esporas es menor comparado con productos tradicionales.

### 2.10.1.- Beneficios

Aumenta la sobrevivencia, mejora el desarrollo del sistema radicular, ayuda a optimizar la absorción de agua, mientras mantiene una total disponibilidad de los nutrientes, de esta manera contribuye mejorando la producción aumentando el rendimiento. Reduce la pérdida de plantas después del trasplante, menor riesgo de enfermedades, evita el daño por estrés de calor, por lo que minimiza la pérdida por sequía.

### 2.10.2.- Compatibilidad

*Plantas:* Hortalizas, frutales, ornamentales, árboles, arbustos, vid y césped.

*Fertilizantes:* No aplique más de 40 ppm de fósforo durante 4-6 semanas antes y después de la aplicación.

*Fungicidas:* Los siguientes fungicidas son compatibles y pueden ser aplicados en conjunto con el producto sin mezclarlos en el mismo tanque: Benomilo, Captafol, Carboxin, Clorortalonil, Etridiazol, Folpet, Fosetil de aluminio, Iprodiona, Mancozeb, Metalaxil, Quintozeno, Thiram, y Tifanato metílico. Evite usar otros fungicidas por 2-3 semanas antes y después de la aplicación.

**Cuadro 4. Dosificaciones recomendadas de Endospor para diferentes especies.**

Cultivo	Cavidades / charola	
	200	338
Hortalizas	7g	13g
Papaya	9g	15g
Melón, sandía	7g	11g
Chile, tomate	9g	13g
Flores	7g	13g
Cebolla	11g	15g
Espárrago	9g	13g
Aguacate	0.2gr/kg de sustrato	
Papa	1kg/ha.	

### Cuadro 5. Ingredientes de Endospor

Endomicorriza: mínimo de 178 esporas /gr.	<i>Gigaspora margarita, Glomus mosseae, G. brasilianum, G. deserticola, G. intraradices, G. clarum y G. etunicatum</i>
Bacterias benéficas: aprox. 225,000UFC/gr (UFC: Unidades Formadoras de Colonias)	Bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y promotoras del crecimiento
Inhibidor de hongos patógenos	<i>Trichoderma reesi, T. harzianum</i> : 338,000UFC/g
Vitaminas promotoras de crecimiento	Biotina. Ácido fólico, B, B2, B3, B6, B7, B12, C y K
Extracto soluble de Yuca	<i>Yucca schidigera</i>
Aminoácidos (proteínas)	Proteína vegetal y de animales
Extracto soluble de alga marina	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Ácidos fúlvicos	Derivados de leonardita
Azúcares naturales	<i>Dextrosa</i>

#### 2.11.- Aspectos generales de las micorrizas

Frank (1885), propone por primera vez el termino micorriza, el cual se compone de dos vocablos griegos; *mikes* que significa hongo y *rhiza* que significa raíz, para describir un fenómeno común en la raíces asociadas de ciertos árboles de los bosques templados de Norteamérica. Para Frank las raíces asociadas a los hongos del suelo difieren morfológicamente de aquellas que carecían de estos hongos (Harley y Smith, 1983), y representaban un fenómeno de la naturaleza generalizada resultante de la unión orgánica entre las raíces y el micelio del hongo, en un órgano morfológicamente independiente, con dependencia fisiológica, íntima y recíproca, seguida por el crecimiento de ambas partes y con funciones fisiológicas muy estrechas (Siquiera, 1988).

Las micorrizas se clasifican en dos tipos: micorriza ectótrofa y micorriza endotrofa. Esta terminología ha sufrido nuevas proposiciones como la de Peyronel, *et al.* (1969), quienes introdujeron el término ectomicorriza,

endomycorriza y ectendomycorriza. Actualmente más utilizada (Ferrara-Cerrato *et al.*, 1993).

Siquiera (1988). Las asociaciones micorrícicas vesículo-arbuscular son las de ocurrencia más generalizada, ya que se han detectado en aproximadamente el 97 por ciento de las plantas vasculares (por lo menos 30,000 especies), conociéndose alrededor de 140 especies de hongos.

Castillo (1987). El término micorriza se refiere a la raíz de una planta más un hongo simbiote asociado, y se considera en conjunto como un órgano funcionalmente distinto (en ocasiones también morfológicamente) cuya función es la absorción de nutrimentos del suelo. Es conveniente considerar a las micorrizas dentro del tema del parasitismo vegetal aún cuando son asociaciones mutualistas, ya que el hongo por lo regular depende de la planta hospedera para obtener nutrimentos que contengan carbono.

Silvia (1989). Las micorrizas son las asociaciones simbióticas que se forman entre las raíces de la mayoría de las especies de plantas con los hongos. Esta simbiosis se caracteriza por el movimiento bilateral de los alimentos donde el carbón fluye al hongo y los alimentos inorgánicos se mueven a la planta, de tal modo se forma un acoplamiento crítico entre la raíz de la planta y el suelo. En suelos estériles, los alimentos tomados por los hongos micorrícicos pueden conducir al crecimiento vegetal y a la producción mejorada. Consecuentemente, las plantas micorrizadas pueden ser a menudo más competitivas y tolerar un mayor estrés ambiental que las plantas no micorrizadas.

Velasco (2001). Los hongos micorrícicos son importantes en las plantas, porque penetran y colonizan las células radicales del hospedante, forman un sistema de transferencia bidireccional, llevan nutrimentos minerales y compuestos orgánicos de la planta al suelo. De este modo, la asociación posibilita, mediante mecanismos bioquímicos, mayor absorción de nutrimentos principalmente fósforo,



Janerette (1991). Aparentemente muchos de estos hongos se encuentran distribuidos alrededor del mundo. Sin embargo, la razón de la gran distribución de estos organismos no es del todo clara, puesto que se sabe que las esporas no presentan un mecanismo especial para dispersarse. Por lo que su distribución por el mundo puede deberse a la antigüedad de este grupo de hongos, los cuales pudieron estar asociados a las primeras plantas de la tierra hace más de 300 millones de años. El 90% de las especies vegetales viven asociadas en forma de simbiosis con ciertos hongos del suelo, el 95% de las especies vegetales corresponden al tipo vesículo-arbuscular, distribuidas principalmente en plantas herbáceas, algunas de importancia económica como: cebolla, maíz, trigo, tomate, frijón, pastos, etc., por lo que el estudio y utilización de estos organismos es de gran importancia.

De la Rosa (1999), reporta en muestreos realizados en plantas de papa, manzano y nogal, que en el 91% de estas se presentaron asociaciones micorriza del tipo vesículo-arbuscular.

Las prácticas tales como la labranza, rotación de cultivos y roturación pueden afectar las poblaciones de hongos micorrícicos en el campo. Donde es bajo e ineficaz el potencial nativo del inoculo, las estrategias de la inoculación pueden ser provechosas. Con el estado actual de la tecnología, la inoculación es la más factible para la cosechas de especies trasplantadas y de las áreas donde el disturbio del suelo ha reducido grandemente el potencial nativo del inoculo.

### **2.11.1.- Clasificación**

En la actualidad se conoce muy poco sobre su taxonomía, debido principalmente a que no ha sido posible mantenerlos en cultivos puros aislados, lo que permitiría conocer sus estructuras de reproducción sexual, por lo que se han clasificado principalmente basándose en las características morfológicas de sus esporas.

La morfología de los hongos entre las raíces puede ser también una herramienta útil para su identificación, pero requiere de gran conocimiento de las características morfológicas de esta asociación en plantas cultivadas.

Otras técnicas incluyen identificación sexológica de las esporas, análisis de los conocimientos celulares por cromatografía de gases, así como perfiles de lípidos y ácidos grasos.

Los hongos micorrícicos pertenecen a la clase Zygomycetes, orden Endogonales y a la familia Endogonaceae. Esta familia consta de seis géneros los cuales son *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis* y *Scutellospora*, (Trappe y Schenk, 1982, De la Rosa, 1999). Sin embargo, otros autores incluyen dentro de esta familia al género *Endogone* (Castellano y Molina, 1989). Por otro lado, Morton y Benny (1990), clasifican a los hongos micorrícicos en el orden de los Glomales y la familia Glomaceae con seis géneros: *Acualospora*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Glomus*, *Sclerocystis*, y *Scutellospora*, además del orden de los Endogonales, con el género *Endogone*.

#### **Cuadro 6. Ubicación taxonómica de los hongos micorrícicos**

<b>Orden</b>	<b>Glomales</b>					
<b>Suborden</b>	Glominae				Gigasporinae	
<b>Familia</b>	Acualosporaceae		Glomaceae		Gigasporaceae	
<b>Género</b>	<i>Acualospora</i>	<i>Entrophosphora</i>	<i>Glomus</i>	<i>Sclerocystis</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>Scutellospora</i>

Fuente. INVAM, 1998.

Saucedo (1987), menciona que comúnmente son reconocidos siete grupos de hongos micorrícicos, los ectomicorrícicos (EM), ericoides, arbutoide, monotropoide, orchid y E-strain. La existencia de tipos complica el estudio de la riqueza de los hongos micorrícicos y su relación con las diferentes especies de plantas.

La diversidad de los hongos micorrícicos no sigue el patrón de diversidad de las plantas, si no que el tipo de micorriza podría regular la diversidad de especies de plantas. Por ejemplo, el bosque de coníferas de las latitudes del norte podrían tener más de 100 especies de hongos ectomicorrícicos, donde solamente muy pocas especies de plantas ectomicorrizadas predominan; pero hay poco más de 25 especies de hongos micorrícicos arbusculares (AM) en bosques tropicales en México con 1000 especies de plantas.

## **2.12.- Clasificación de los hongos micorrícicos de acuerdo a su tipo de hifa.**

### **2.12.1.- Ectomicorrizas o micorrizas ectótrofas**

Marín (2000). La característica de las ectomicorrizas (EM) es la presencia de hifas entre las células corticales de la raíz produciendo una estructura reticular llamada red de Karting. La capa puede variar extensamente en espesor, color y textura dependiendo de la combinación determinada entre la planta y el hongo.

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

### **2.12.2.- Ectendomicorrizas**

(Castillo, 1987, De la Rosa, 1999). Son generalmente ectomicorrizas de penetración intracelular. Estos hongos penetran las células hospederas sin causar alteración celular; forman enrollamientos algunos de los cuales al parecer están en proceso de autólisis o están siendo digeridos.

### 2.12.3.- Micorrizas endótrofas, vesículo-arbusculares o Endomicorrizas (VAM)

Las esporas reproductivas se pueden formar en la raíz o más comúnmente en el suelo. Son asociaciones simbióticas formadas por todos los hongos Glomales, pero porque a un suborden importante le falta la capacidad de formar vesículas en raíces. Estas micorrizas no forman un manto, por lo que las raíces infectada no parecen normales; sino 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-arbusculares. Ver figura 1.

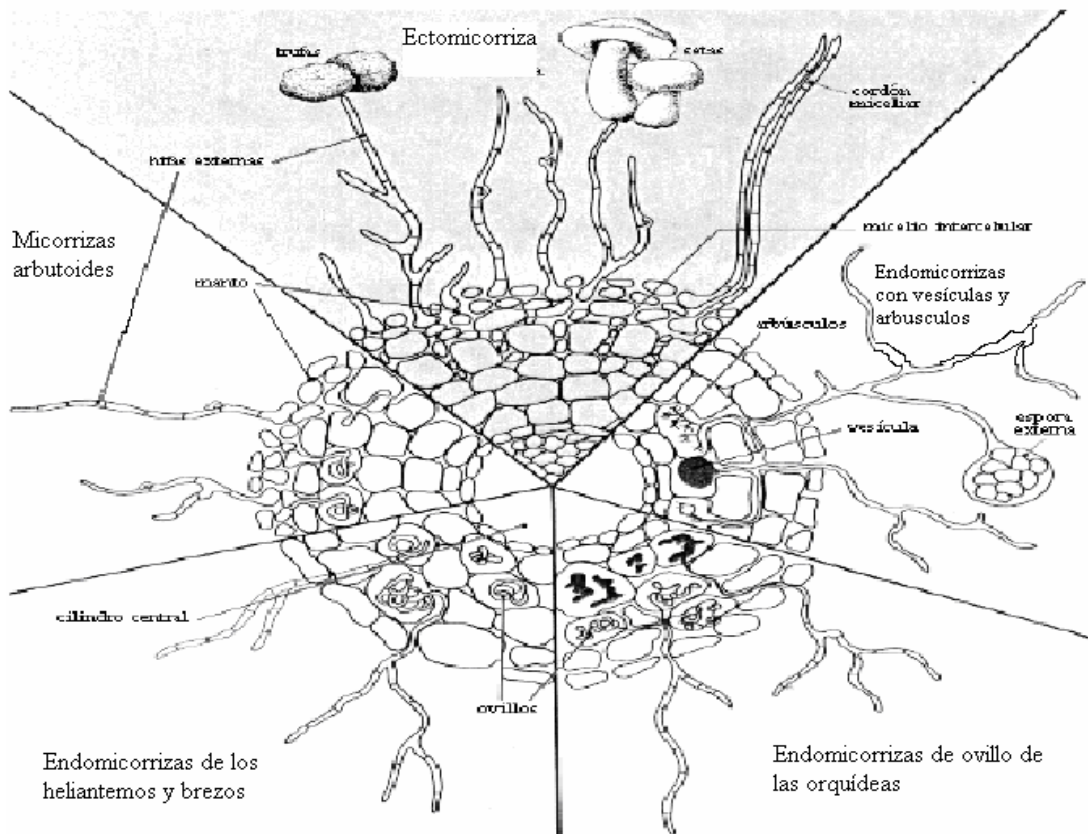


Figura 1. Muestra de la simbiosis del hongo con la raíz de los diferentes tipos de micorrizas.

En el orden Glomales (Morton, 1988). La taxonomía se divide más a fondo en los subórdenes basados en la presencia de:

- a) Vesículas en la raíz y la formación de las clamidosporas (pared gruesa, espora asexual) llevados de la hifas subterráneas para el suborden Glominae, ó...
- b) Ausencia de vesículas en la raíz y la formación de las células y de las azigosporas auxiliares (esporas que asemejan un zigospora pero que se convierten sexualmente de una hifa subterránea dando por resultado una conexión con bulbo distinta) en el suelo para el suborden Gigasporineae.

Estas micorrizas son muy comunes en una amplia gama de plantas herbáceas y también en algunos árboles, tanto en especies cultivadas como en las naturales. Reyes (1993), menciona que los hongos micorrícicos arbusculares, son considerados como biotróficos obligados, ya que obtienen todos sus componentes carbonados de la planta hospedante.

(De la Rosa, 1999). Las endomicorrizas ocurren en las raíces de la mayoría de la especies de plantas, muchas de ellas de gran importancia económica como son los cultivos agronómicos. Se presentan en: algodón, papa, chile, maíz, trigo, fríjol, soya, tabaco, cítricos, cereales, tomate, chícharo, cultivos forrajeros, frutales como; manzano, cerezo, vid, almendro, nogal y otros más.

Estos arbusculos tienen una duración de cuatro a diez días dentro de las células vegetales. Los arbusculos son estructuras fúngicas del tipo de los haustorios, que se generan en el interior de las células corticales y cuya función es contribuir al incremento de la capacidad de exploración y absorción de nutrimentos por ambos participantes en la simbiosis.

En el arbusculo se lleva a cabo la descomposición de los gránulos de polifosfato, las vesículas almacenan reservas (gránulos de polifosfato) para el crecimiento y para situaciones de limitación energética, tanto del hongo como de la planta. Tanto los arbusculos como las vesículas son originados por el micelio intra e intercelular, cuya característica es traslocar los gránulos de polifosfato a los sitios de **P**. La mayor transferencia de **P** del hongo a la planta ocurre en aquellas células de la raíz que contienen arbusculos.

Alarcón *et al.* (1999), mencionan que la actividad del micelio coadyuva en la función de la raíz, sobre todo, cuando están agotados los nutrientes en la zona del suelo adyacente a la raíz. Determinó también que el beneficio de los hongos micorrícicos arbusculares a sus hospedantes, no es sinónimo del grado de colonización de estos en el sistema radical; en otras palabras no siempre a mayor colonización del sistema radical se tiene mayor capacidad de estimular el crecimiento vegetativo. La respuesta es en función del genotipo de la planta y de las condiciones ambientales donde se desarrolla la planta.

Castillo (1987), menciona que las endomicorrizas son muy eficientes en la absorción de los nutrientes, especialmente de fósforo. La extensiva red de micelios del hongo permite explotar un mayor volumen de suelo, lo que no sucede con las plantas no micorrizadas. Las investigaciones sobre micorrizas establecen que los beneficios aportados por las ectomicorrizas pueden también aplicarse al caso de las endomicorrizas; la única excepción es que las endomicorrizas no protegen contra la invasión de fitopatógenos.

Bolan (1991), cita que cuando el hongo penetra en el interior de las células, el huésped, por reacción de defensa sintetiza fibras de polisacáridos en la interfase del arbusculo y la membrana celular. El establecimiento de las HMA tiene tres fases.

a) Latencia, de 16 a 32 días

- b) Logarítmica de 4 a 6 semanas
- c) Estabilización de 4 a 6 semanas

La modificación de las propiedades de absorción nutrimental de las raíces micorrizadas depende de:

- a) El desarrollo de la hifas extramatriciales en el suelo
- b) Absorción de **P** por las hifas
- c) Traslocación de **P** a través de las hifas a distancias considerables
- d) La transferencia de **P** desde el hongo hacia las células radicales

### **2.13.- Etapas de formación de los hongos micorrícicos arbusculares (HMA)**

La colonización de las raíces por HMA se extiende por la epidermis y el parénquima cortical, sin penetrar el endodermo ni tejido vascular y meristemáticos, estableciendo una marcada diferencia con las infecciones radicales de los hongos patógenos que sí penetran los haces conductores y meristemas, (Hernández, 1991).

Sierverding (1991), menciona que la simbiosis comienza con la emisión del tubo germinativo de la espora en el suelo, al encontrar condiciones favorables, Hernández (1991), después el micelio del hongo crece a través del suelo hasta encontrar una raíz hospedadora, donde forma una estructura similar a un apresorio y penetra entre las células epidérmicas o pelos radicales.

Smith y Read (1997), reporta que con la penetración comienza la colonización del tejido parenquimático de la raíz, y se forman los arbusculos. Por cada metro de raíz colonizada se producen entre 7 y 250 m de hifas externas de los hongos MA.

David (1994). La hifa ramificada se encuentra rodeada por una membrana plasmática de las células del parénquima cortical, siendo el espacio apoplástico producido entre la membrana plasmática y el hongo, la zona de intercambio de nutrientes. La vida del arbusculo es muy corta inferior a 15 días. Mediante microscopía electrónica, se determinó que el contenido celular de los arbusculos es el de una "célula" metabólicamente activa, con gran cantidad de mitocondrias, cuerpos protéicos, núcleos, pequeñas vacuolas y cuerpos polivesiculares. La pared celular de los arbusculos, se mantiene excepcionalmente delgada e inmadura a lo largo de las ramas de estas estructuras.

Bago *et al.*, (2000), reporta que el crecimiento en la superficie de contacto entre el hongo y el suelo, llevó a proponer que los arbusculos son sitios en los cuales el hongo lleva a cabo la captación de nutrimentos minerales. Las vesículas se forman generalmente en los extremos de las hifas del hongo y pueden producirse a lo largo de todo el parénquima cortical colonizado; suelen aparecer más tarde que los arbusculos y son considerados órganos de reserva, principalmente lípidos.

Sierverding (1991), menciona que la colonización del hongo puede extenderse por la superficie de la raíz y penetrar en ésta, el grado de infección de las raíces varía con la naturaleza de la planta hospedante, estado nutricional, suelo y condiciones climáticas donde la planta está creciendo. Cuando la infección interna está bien establecida, las hifas del hongo pueden crecer externamente desde la raíz de la planta hacia el suelo (micelio externo) y explorar un volumen de suelo inaccesible a las raíces.

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares producen normalmente esporas a partir del micelio externo, y también en algunos casos, las forman en el interior de la raíz a partir del micelio interno. Los arbusculos desarrollados se mantienen viables durante unas tres semanas, tras las cuales esporulan en sus ramas, finalmente los arbusculos terminan convertidos en un grupo de esporas.



Bolan (1991). Las esporas pueden permanecer inalteradas en el suelo por mucho tiempo, mientras que las hifas del hongo se colapsan tras una permanencia en el suelo de 2 a 4 semanas, si no encuentran una raíz hospedadora.

#### **2.14.- Beneficios de las micorrizas a las plantas**

Se puede afirmar que el principal beneficio que realizan las micorrizas está relacionado con la nutrición de las plantas. Este proceso de nutrición por medio de las micorrizas está, pues, extremadamente difundido entre los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita la toma de los alimentos por parte de las plantas superiores, en competencia con la infinita y mucho más adaptable microflora del suelo.

- a) Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, lo que facilita un aumento de la producción y mayor calidad biológica de esta.
- b) Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía desequilibrios en el pH, altos contenidos de sales, entre otros. Esto se debe a que facilita una adecuada evapotranspiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de estas en sentido general.
- c) Al estar mejor nutridas las plantas, promueven en estas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su sanidad sin aplicación de agroquímicos.
- d) Es sumamente importante para el crecimiento de las plantas. Esto tiene un significado mayor, en zonas o regiones, en las cuales los factores importantes para la producción agrícola se encuentra por debajo del estado óptimo para el desarrollo de las plantas (dunas de arena, suelos pobres, superficies devastadas, etc.). pero también en el cultivo de plantas bajo condiciones controladas en comparación con otras, se obtienen efectos visibles muy positivos después de la inoculación suplementaria con micorriza.

- e) El desarrollo óptimo de los cultivos demanda una elevada aplicación de fertilizantes minerales y pesticidas. El uso de dichos insumos químicos implica no solo un costo y requerimientos elevados, sino que su aporte indiscriminado puede provocar problemas de salinización y contaminación del manto freático. El empleo de las micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.
- f) La inoculación de las plantas con hongos micorrizicos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: **N, P, K, S, Ca, Zn, Mg, Cu, Mo, Fe, Mn**, entre otros.
- g) Un aspecto de gran interés en el empleo de las micorrizas es lo relacionado a la nutrición del fósforo (**P**). Estas desempeñan un importante papel en la toma del **P** presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales, donde las cantidades asimilables de este elemento para las plantas son frecuentemente bajas.
- Generalmente bajo estas condiciones, en la zona de crecimiento radical ocurre un rápido agotamiento del **P**, debido al pobre suministro del mismo provocado por la alta capacidad de fijación del elemento en el propio suelo. Los mecanismos químicos involucrados en la absorción de este elemento por el hongo se desconocen, sin embargo se sabe que toma el **P** en forma de ión ortofosfato y lo transporta a través de las hifas en forma de polifosfato.
  - Se logra una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes fosforados aplicados en suelos deficientes y con elevada capacidad de fijación de fosfatos, predominantes en las zonas tropicales.
  - Además del efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, el favorece la absorción del **P**, aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de **N** en las plantas, el cual es deficiente en la mayoría de estos suelos.
- h) Una mayor resistencia de las plantas a las toxinas

- i) Por su parte, en suelos afectados por los efectos negativos de los metales pesados, se ha comprobado que las plantas micorrizadas poseen mayor resistencia, gracias a la capacidad que obtiene para inmovilizar los metales en la raíz, impidiendo que estos pasen a la parte aérea de la planta.

## **2.15.- Efectos benéficos de las micorrizas para un suelo**

Estos efectos están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar estos (suelo-planta) estrechamente relacionados. Sin embargo, podemos declarar que las micorrizas, realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su potencial productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales.

- a) Las micorrizas aumentan el sistema radical de las plantas, lo que provoca el aumento en la retención física de partículas de este, limitando la erosión causada por el agua.
- b) Son las micorrizas regeneradoras de suelos degradados, ya que al facilitar el mejoramiento de la estructura de este, se incrementan sus posibilidades de retención de agua, aireación, buen drenaje y descomposición de la materia orgánica.
- c) La presencia de micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes y los pone a disposición de las plantas, viéndose incrementada la fertilidad de estos. De aquí que; a mayor degradación del suelo, mayor necesidad existirá de la inoculación con estructuras fúngicas para lograr una mayor eficiencia de las micorrizas.
- d) Los suelos pobres aumentan su capacidad productiva, al ser inoculados con micorrizas, tales como los suelos semidesérticos, con altos niveles de salinización y los afectados por erosión hídrica y eólica.
- e) Las micorrizas contribuyen a mejorar la flora y fauna macrobiótica del suelo, teniendo una relación estrecha con este ecosistema en el cual se

desarrollan, ya que la interacción entre los organismos establece cooperaciones muy provechosas para crear un beneficio y competencia con otros generalmente patógenos, e incluso interactuando con la microfauna de la rizósfera (nematodos, áfidos, ácaros, entres otros).

- f) Las micorrizas prolongan la vida productiva de los suelos agrícolas, contribuyendo a su uso más diverso, económico y biológico.
- g) En zonas áridas y semiáridas las micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotes a captar agua para tolerar el estrés hídrico.
- h) Las micorrizas generan sustancias aglomerantes (glomalina), que actúan como cemento o aglutinantes, promoviendo una mayor capacidad y estabilidad física, química y biológica de los suelos.

## **2.16.- Transporte de nutrientes**

El transporte de nutrimentos en las micorrizas ocurre a través de interfaces especializadas, las cuales son el resultado de la coordinación de organismos desarrollados.

La transferencia bidireccional de los nutrimentos entre la planta y los hongos, es la base para la interacción prolongada de esta simbiosis. La efectividad de la simbiosis con respecto al crecimiento de la planta y rendimiento está limitada por el suministro de fosfatos (y otros nutrimentos) a la planta y de carbohidratos al hongo.

Una modificación muy importante en términos del transporte de nutrimentos, es la actividad de la ATPasa en la membrana hospedera formada alrededor de los arbusculos. La distribución de la actividad alrededor de los arbusculos sugiere que las células de las raíces infectadas han aumentado la habilidad para absorber nutrimentos, en la cual las raíces no micorrizadas están restringidas. Los nutrimentos presentes en el suelo son transferidos desde el hongo a la planta, varía en importancia en los diferentes tipos de asociación. En

las Ericoide y Ectomicorrizas, hay mayor influencia en la nutrición sobre el nitrógeno (**N**) y un menor efecto sobre el fósforo (**P**); mientras que en las micorrizas vesículo-arbusculares hay un mayor efecto en la nutrición de **P** y menor sobre el **N**. Otros nutrientes como azufre (**S**), cobre (**Cu**), zinc (**Zn**), calcio (**Ca**) y sodio (**Na**), son transferidos entre los simbioses en varios tipos de micorrizas y, es probable que éstos se enlacen a la interfase como iones libres en solución.

Smit *et al.*, (1994), mencionan que el movimiento de carbohidratos desde la planta hacia el hongo y el movimiento de los nutrientes minerales desde el hongo hacia la planta, ocurren en todos los niveles de plantas.

Asumiendo que la transferencia de nutrientes ocurre en una interfase simple, ambos simbioses deben poseer membranas de plasma capaces de obtener tales nutrientes desde el apoplasto.

## **2.17.- Nutrición de los hongos micorrícicos arbúsculares**

Pfeffer *et al.*, (1999). La glucosa y la fructosa son tomados por las micorrizas dentro de la raíz y son metabolizados para producir carbohidratos y lípidos; el micelio extra radical no usa azúcares externos para su nutrición, ya que utiliza los azúcares de la raíz en lípidos. El transporte de sacarosa, glucosa y fructosa de la planta al hongo micorrícicos, se debe a la incapacidad del hongo para sintetizarlos, además en muchos hongos micorrícicos, los glucósidos transferidos son transformados en glúcidos específicos como: trehalosa, glucógeno y manitol.

Entre 10 y 30 % de los fotosintatos producidos por la planta se requieren para la formación, mantenimiento y funcionalidad de las estructuras micorrícicas. Los HMA necesitan carbohidratos para producir esporas, y la materia seca de éstas puede variar de 10 a 100 kg ha<sup>-1</sup>. Gil (1995), reporta que dichos hongos se

benefician de asimilados del vegetal, también se ven afectados por factores que afectan la fotosíntesis como: radiación, relación CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>, tensión hídrica, etc.

Alarcón (1995).Las sustancias húmicas favorecen el establecimiento y la funcionalidad de esta simbiosis, en cambio altas cantidades de materia orgánica disminuyen la efectividad de los hongos endomicorrícicos arbusculares.

### **2.18.- Investigaciones realizadas con la aplicación de hongos micorrizicos en diferentes especies.**

Gutiérrez *et al.* (2003), han encontrado y desarrollado con éxito la tecnología para la introducción de micorrizas, a nivel de producción en: tomate, lechuga, melón, césped y diferentes especies de palmeras ornamentales.

En lechuga y escarola, las plantas micorrizadas obtuvieron un 20 % más de peso que las no micorrizadas. Similares resultados son reportados por Ferry (1999-2000), ya que con la inoculación de *Glomus clarum*-*Azotobacter* incremento el peso en un 28 %. En habichuela se incrementa el número de vainas en un 79 %.

En melón, la producción de las plantas micorrizadas aumentó en un 36 % respecto a las no micorrizadas, el ahorro de la fertilización fosfórica fue del 100 %, el de la fertilización nitrogenada y potásica del 20 %, el de agua un 25 % y una reducción del funguicida al 100 %.

En palmeras, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Chamaerops humilis* y *Brahea armata*, se incrementó el crecimiento de todas ellas y se mejoró su nutrición mineral, lo que se traduce en un acortamiento del tiempo de permanencia en vivero. Además, el uso de otros hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* y *Gliocladium catenulatum*. En combinación con los hongos

micorrícicos, obtuvo los mejores resultados para el caso de *Brahea armata*, especie de lento crecimiento.

La aplicación de micorrizas favorece también el ahorro de agua en el cultivo del césped, aunque de manera menos importante que para cultivos hortícolas.

Velasco *et al.*, (2001). En un estudio realizado con la aplicación de Vermicomposta, Micorriza Arbúscular y *Azospirillum brasilense* en tomate de cáscara, encontraron efectos sinérgicos en la combinación de vermicomposta + *G. intraradix* incrementos en el peso seco total en un 120 % y en el rendimiento en un 26 % en comparación con el testigo. Así mismo en la concentración de 1488.3 mg de **N**/planta<sup>-1</sup>. Se observó que el hongo micorrízico incrementó la absorción de **P** por la planta, encontrando valores de 108.8 mg de **P**/planta<sup>-1</sup> contra 44.5 mg de **P**/planta<sup>-1</sup> del testigo.

Espinosa (2004), observó que en la inoculación de micorrizas (*Glomus intradices*), 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. En contraste con las plántulas inoculadas con *P. capsici* las cuales mostraron el valor máximo de 269.5 lesiones y 80% de necrosis radical en los días mencionados. Dicha pre-colonización de *G. intradices* dio como resultado una menor severidad de la enfermedad, así como en 100% de supervivencia de plántulas.

## **2.19.- Aplicación de hongos micorrícicos en tomate**

UACH (2001). En un estudio realizado con la aplicación de *Endospor* sobre el rendimiento de materia seca en tomate, en dosis de (0, 21 y 42 mg), se encontró que con la aplicación se incrementa el peso seco del fruto en 193% en comparación con el testigo. Siendo la mejor dosis 42 mg. De igual manera se

obtuvo mejor fructificación en el cultivo. Lo cual es atribuido a que el producto en estudio mejoró la asimilación de nutrimentos, y asimilación de los mismos por la planta y en consecuencia se obtuvo mejor crecimiento y desarrollo.

Baldaquín (2004), en estudios realizados con la aplicación de micorriza, micorriza + materia orgánica, encontró que se incrementa en el número de frutos por planta. Lo cual se ve reflejado en el rendimiento, siendo el mejor tratamiento la combinación de micorriza + materia orgánica en 16 kg/parcela, en comparación con el testigo 5.7 kg/parcela.

Gutiérrez *et al.*, (2003). Menciona que en tomate, con plantas micorrizadas se ahorró un 25 % de agua, un 40 % de agroquímicos, un 25-30 % en fertilizantes minerales y hubo un incremento en la producción del 10 %, además, las plantas micorrizadas presentaron un crecimiento mucho más vigoroso y homogéneo que las que no lo estaban, y fueron más resistentes a patógenos.

Hernández (1998), reporta incrementos en el rendimiento del cultivo del tomate empleando micorrizas y diferentes niveles de fertilización, incrementándose hasta en un 25 %. De igual manera encontró que con la aplicación de micorrizas proporciona un ahorro de entre 25 y 50 % de fertilizante, lo cual depende de la fertilidad del suelo y tipo de fertilizante utilizado.

Pulido (1996-98). Con la biofertilización con rizobacterias y hongos micorrízicos en tomate y cebollas, obtuvieron aumentos en la altura de la planta de 26.63 y 101.36 %, mientras que para la longitud radical del 41.62 y 119.74% para tomate, y de 26.97 y 65.7%, 62.75 y 146.34% para el caso de cebolla, respectivamente.

Al comparar los incrementos de altura y longitud radicular, comparados con los tratamientos con inoculación simple con sus respectivas coinoculaciones, se encontró que las coinoculaciones solo se tuvo efecto positivo con respecto a la



altura, superando los efectos individuales de las RPCV en valores que oscilan entre 6.58 y 223.93% con respecto a altura. Mientras que comparando los efectos individuales de las HMA con respecto a las coinoculaciones se tuvieron incrementos que oscilaron entre 12.90 y 20.94 %. Para la variable longitud de raíz, solo se tuvo efecto positivo con la coinoculación de *G. claurum* + *A. chroococcum*, incrementando en un 2.21 %.

Por su parte Velasco (2001), en algunos estudios con *A. brasilense* ha demostrado que en ocasiones ocurre depresión o inhibición del crecimiento radical a pesar de incrementarse otros indicadores del crecimiento de la planta. Los resultados indican que este comportamiento no es exclusivo de *A. brasilense*.

La aplicación de biofertilizantes (micorrizas y rizobacterias), en el cultivo de tomate se tienen una respuesta positiva con la inoculación (*Glomus clarum-azotobacter*), siendo más efectiva la co-inoculación de ambos. Proporcionando estímulos sobre el crecimiento de las plantas. Ya que se incrementa la longitud de raíz en un 70 %, altura de planta 64 %, peso seco de planta 50 %, aumento el número frutos por planta de 10 (testigo) a 15.25 por planta y el rendimiento de 3.2 a 7.91 kg m<sup>2</sup> en comparación con el testigo. El mejor tratamiento fue la co-inoculación de ambos, más la aplicación de Víboras-16 al inicio de la floración del cultivo, aumentando el rendimiento agrícola en un 21.83 y 23.76 % respectivamente, en cada año con relación al testigo en producción. De igual manera, la bio-fertilización permite disminuir parte del fertilizante nitrogenado que requiere el cultivo de 150 kg/ha, que es recomendado para dicho genotipo utilizado a tan solo 90 kg/ha.

Terry (2002-2003). En una evaluación realizada con co-inoculación Micorrizas-Rizobacterias (EcoMic, Azofert), más la combinación de diferentes dosis de nitrógeno en tomate, reporta que no encontró diferencias significativas entre los tratamiento con respecto a la variable rendimiento, sin embargo menciona que la co-inoculación de *A. brasilense* + *G. clarum*, pudiera ser una

alternativa para la sustitución del fertilizante nitrogenado que se le aplica al cultivo, sin que haya detrimento alguno en el rendimiento, ya que aún con la disminución de 60 kg **N**/ha, el cual representa un 40 % del fertilizante aplicado, logra un rendimiento similar al obtenido con la dosis óptima. Con rendimientos de 30 ton/h. De igual manera con la co-inoculación más la aplicación de 90 kg de **N**/ha logró incrementar el contenido de **N** entre un 0.66-0.7 %, el **P** entre un 0.06-0.09 % y el contenido de **K** en un 0.85-0.89 % con respecto a las inoculaciones simples generando una eficiencia del 40 % del fertilizante nitrogenado con la inoculación mixta.

Pulido (2002). Con la aplicación de bio-fertilizantes (Rizobacterias y micorrizas HMA) en la producción de tomate, reporta una presencia conjunta de *A. brasilense* y ambas especies de HMA fueron las que hicieron mayores extracciones de **N** y estuvieron entre los que realizaron mayores extracciones de **P** y **K**.

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1.- Descripción del área de estudio

El presente trabajo se realizó en la “Finca Piloto de Plasticultura” del Departamento de Fitotecnia ubicada en el área del Centro de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, que está ubicado en el municipio de Jesús María, Aguascalientes.

##### 3.1.1.- Localización geográfica

El estado de Aguascalientes está localizado entre las coordenadas geográficas: Al Norte 22°27', la Sur 21°38' de latitud norte; al Este 101°53', de longitud Oeste. Colinda al norte noroeste y oeste con Zacatecas, al sureste y sur con Jalisco.



Figura 2. Límites territoriales del municipio de Jesús María, Aguascalientes.

### **3.1.2.- Clima**

La condición climática para el estado de Aguascalientes es semiseco con una temperatura anual de 18.2 °C, el periodo de lluvias corresponde al verano, con una precipitación media de 526 mm. El municipio de Jesús María está ubicado en la región centro del estado con un clima semiseco. En la entidad se distinguen tres tipos principales de climas durante el año.

- Semiseco templado, el más predominante en 70.43% del territorio.
- Semicálido 15.87%.
- Templado – Subhúmedo con lluvias en verano, con 13.70%.

### **3.1.3.- Agricultura**

En el municipio de Jesús María entre sus principales cultivos destacan: el maíz elótero, ajo, chiles. Brócoli, repollo, lechuga, tomate, zanahoria, cilantro, entre otros.

## **3.2.- Establecimiento del experimento**

La presente investigación se estableció en un invernadero tipo BATICENITAL 740 de la marca ACEA ubicado en las coordenadas: 21°58'22" latitud norte y 18°22'43" longitud oeste. Con una superficie de 1000 m<sup>2</sup>, con dimensiones de 36 m de largo x 28 m de ancho, altura al canalón de 3.5 m, altura máxima cenital de 6 m, cubierta de polietileno tratado contra UV calibre 720, equipado con un sistema de calefacción con quemadores de gas "Centinela 250" y la ventilación a base de cortinas enrollables en los laterales manualmente. El sistema de riego consta de emisores "Superfit" autocompensados de 3.1 lph.

El invernadero consta de tres túneles y 16 líneas de plantación en sentido Norte-sur con 156 plantas cada una. Las líneas se plantaron en bolsas negras de polietileno de 8 L de capacidad, con el sustrato tezontle.

### **3.2.1.- Siembra**

La siembra de los semilleros de cada uno de los genotipos se inicio el 22 de febrero de 2006 en charolas de polietileno de 200 cavidades, utilizando como sustrato la mezcla Lambert LM 1.

### **3.2.2.- Trasplante**

El trasplante se realizó en 14 de abril de 2006. En bolsas de polietileno negro se colocó una planta por bolsa. La densidad de plantación fue de 2.5 plantas por metro cuadrado con una población total de 2,500 plantas en los 1000 m<sup>2</sup>.

El sustrato utilizado fue una mezcla de tezontle, perlita y Peat moss, en proporciones de 80%, 10% y 10% respectivamente en base a volumen. El tezontle fue cribado en malla de 2mm y se utilizó la partícula mayor. Una vez realizada la mezcla se desinfecto con un producto orgánico (Phytolex) a razón de 1 L en 100 L de agua aplicando la mezcla en los contenedores a saturación para obtener el mayor efecto del producto.

## **3.3.- Descripción del material vegetativo**

El material vegetativo utilizado en el experimento fueron tres genotipos de hábito indeterminado; un genotipo saladette, 2 genotipos de tomate tipo bola.

### **3.3.1.- Descripción de El Cid**

Tomate saladette tipo indeterminado de la empresa Harris Moran, elevado porcentaje de frutos extra grandes y grandes para el mercado de exportación, frutos color rojo brillante con paredes gruesas y prolongada vida de anaquel, la forma del fruto es elíptica, adaptado a condiciones templadas, planta con excelente vigor. Resistente al Virus del Mosaico del Tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *verticillium dahliae* raza 1, *Fusarium oxysporum* fsp *Lycopersici* razas 1 y 2.

### **3.3.2.- Descripción del TsAN-10003**

Tomate tipo bola indeterminado, material en proceso de liberación, resultado del mejoramiento genético de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño 4x4, 4x5, 5x5 y 5x6, con el carácter extrafirme y pueden permanecer en almacenamiento de 4 a 5 semanas, cosechándolo en color 2, forma del fruto circular, con un peso promedio de 240-280 gr. Este material bajo condiciones de invernadero en hidroponía puede producir de 200 a 220 ton/ha. Presentan resistencia a las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum*, *F. lycopersici* (Sacc) Zinder y Hansen, *Verticillium*, tizón temprano así como a otras enfermedades. Es resistente al Virus del Mosaico del Tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *Verticillium dahliae* raza 1, *Fusarium oxysporum* fsp *Lycopersici* razas 1 y 2.

### **3.3.3.- Descripción de Imperial**

Tomate tipo bola de hábito indeterminado de la empresa Enza Zaden, ofrece una excelente opción para producción en invernaderos y campo abierto, planta muy fuerte con un sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas de temperaturas cálidas, fruta semiredonda aplanada sin hombros verdes, peso de 260 gr, con muy buen cierre apical y firmeza, color rojo intenso y excelente vida de anaquel. Precocidad a cosecha intermedia.

### 3.4.- Descripción del producto aplicado *Endospor*

Es un inoculante endomicorrícico que se usa en la preparación del suelo antes de plantar o sembrar. Contiene cepas seleccionadas de hongos (cuadro 7) de alto rendimiento que colonizan rápidamente las raíces de una amplia variedad de especies de plantas proporcionando las mejores condiciones para que las raíces crezcan y absorban agua y nutrientes. Los hongos se combinan con el efecto benéfico de *Trichoderma*, ácidos fúlvicos, bioestimulantes, bacterias benéficas y extracto soluble de algas marinas y yuca para promover el desarrollo rápido del sistema radicular. Los resultados son tasas de sobrevivencia y crecimiento más altas y una reducción del riego en todo tipo de cultivos que requieran hongos endomicorrícicos: hortalizas, frutales, flores, árboles y arbustos.

**Cuadro 7. Composición del producto *Endospor***

Ingredientes	
Hongos endomicorrícicos: Esporas vivas: un mínimo de 178/gr.	<i>Gigaspora margarita</i> , <i>Glomus mosseae</i> , <i>Glomus brasilianum</i> , <i>Glomus deserticola</i> , <i>Glomus intraradices</i> , <i>Glomus clarum</i> y <i>Glomus etunicatum</i>
Bacterias benéficas: aprox. 225,000UFC (UFC: Unidades Formadoras de Colonias)	Más de 60 cepas de bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y promotoras del crecimiento
Inhibidor de hongos patógenos	<i>Trichoderma reesi</i> , <i>T. harzianum</i> : 338,000UFC/g
Vitaminas promotoras de crecimiento	Biotina. Ácido fólico, B, B2, B3, B6, B7, B12, C y K
Extracto soluble de Yuca	<i>Yucca schidigera</i>
Aminoácidos (proteínas)	Proteína vegetal y de animales
Extracto soluble de alga marina	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Azúcares naturales	<i>Dextrosa</i>

### 3.5.- Descripción de los tratamientos

El total de los tratamientos es de 6 (cuadro 8), los cuales consistieron en la inoculación de la semilla con endomicorrizas *Endospor*. Esto se realizó con la mezcla del sustrato, aplicando 3 gramos del producto por charola de 200 cavidades, aplicando el sustrato requerido para llenarla. Para posteriormente llenar las charolas con el sustrato previamente inoculado.

A los que se considero como testigo no se les inoculó el producto, y el manejo agronómico fue igual que a los que se les aplicó, para poder evaluar la respuesta en las plantas a la inoculación del producto *Endospor*, (hongos endomicorrizicos).

**Cuadro 8. Descripción de los tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dosis de <i>Endospor</i> (gramos/charola)</b>
1	<b>El Cid</b>	Saladette	0
2	<b>El Cid</b>	Saladette	3
3	<b>TsAN-10003</b>	Bola	0
4	<b>TsAN-10003</b>	Bola	3
5	<b>Imperial</b>	Bola	0
6	<b>Imperial</b>	Bola	3

### 3.6.- Diseño y modelo estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3x2, donde el factor A fueron los genotipos (**El Cid**, **TsAN-10003** e **Imperial**) y el factor B con inoculación y sin inoculación de micorrizas, con VI repeticiones cada tratamiento dando un total de 36 unidades de muestreo.



### **3.7.- Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables mediante el paquete de diseños experimentales llamado MINITAB, mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2, para todas las variables de respuesta. La comparación múltiple entre medias (programa estadístico de la UANL), para las variables de respuesta; rendimiento comercial, diámetro ecuatorial, polar, de pedúnculo, tamaño de cierre floral y altura de planta (medición única), fue mediante la prueba de Tukey, según el nivel de significancia que se manifestó en dicho análisis, siendo este 0.05% y 0.01% para algunas variables.

Se realizó una comparación de medias entre los datos de la primera etapa de cosecha (Rivera, 2007) y la segunda, para comparar los rendimientos comerciales obtenidos y observar de mejor manera el comportamiento de los diferentes tratamientos con respecto a los genotipos evaluados.

### **3.8.- Labores de cultivo**

#### **3.8.1.- Poda**

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, con el objetivo de eliminar brotes y/o hojas que no son necesarios para la planta, y evitar el desgaste de la misma.

Las plantas se podaron a un solo tallo eliminando todos los brotes laterales continuamente cuando tenían aproximadamente 5 cm de longitud, la poda se inició el 28 de abril.

#### **3.8.2.- Sistema de conducción**

Es una práctica necesaria para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de manejo en

cuanto a podas, cosecha y bajar la planta para darle una mejor colocación durante la etapa productiva. Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

Se tutoró la planta a la estructura de carga del invernadero utilizando rafia y anillos. Se descolgó la planta en varias ocasiones cuando esta rebasó el cable de la espaldera (3.5 metros de altura) en los cultivares **El Cid**, **Imperial**, mientras que para **Tsan-10003** no se aplicó esta práctica.

### **3.8.3.- Fertirrigación**

La solución correspondiente se aplicó por el sistema de riego monitoreando el volumen aplicado y drenado por día, ajustando los riegos hasta alcanzar un drenaje del 10% llegando a un consumo máximo por planta de 2.2 litros de solución por día en los meses donde se estandarizó la producción repartiéndose en un máximo de 16 riegos por día. Durante el experimento se utilizaron dos soluciones nutritivas como se muestra en el cuadro 9. El pH de la solución se ajustó a 6.0-6.5 y la CE a 2.4 en la primera etapa y de 2.6 para la segunda.

**Cuadro 9. Soluciones nutritivas empleadas bajo hidroponía reportadas en partes por millón (ppm)**

<b>Elemento</b>	<b>De trasplante a primer racimo</b>	<b>De primer racimo a fin de cosecha</b>
<b>N</b>	113	144
<b>P</b>	62	62
<b>K</b>	199	199
<b>Ca</b>	122	165
<b>Mg</b>	50	50
<b>Fe</b>	2.5	2.5

### 3.8.4.- Aplicaciones de productos agroquímicos

Para el manejo de enfermedades fungosas, bacterianas y mantener el cultivo libre de plagas durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo se aplicaron los siguientes productos agroquímicos (cuadro 10).

**Cuadro 10. Fechas de aplicación de productos agroquímicos (manejo fitosanitario).**

<b>Fecha</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Cantidad de agua</b>
14/06/06	25 gr. Rally	100 L
20/07/06	200 ml Talstar 200 ml Indicate 20 ml Ivemectina	400 L
02/09/06	200 ml Talstar 500 ml Delfan	400 L
21/09/06	400 gr. Mancozeb 450 ml Delfín 150 ml Indicate	300 L
23/09/06	200 ml Talstar 200 ml Cheyenne (Clorotalonil) 600 ml Delfín 150 ml Indicate	300 L
06/10/06	30 ml Ivemectina 150 ml Indicate	300 L
13/10/06	150 ml Talstar 1 L Promesol 200 ml Cheyenne 150 ml Indicate	400 L

### 3.9.- Variables evaluadas

#### 3.9.1.- Rendimiento

##### 3.9.1.1.- Gramos por planta

Con una balanza semianalítica se pesaron los frutos de cada planta después de ser cosechados, para las tres evaluaciones, 11 de noviembre, 25 de noviembre y 8 de diciembre de 2006 respectivamente.

El rendimiento total expresado en producto comercial que se clasificó en exportación y nacional, así como por tamaños 4x4, 4x5, 5x5, 5x6, 6x6, 6x7, la producción total de las cosechas se reporto en ton/ha<sup>-1</sup>.

### **3.9.2.- Calidad**

#### **3.9.2.1.- Diámetro ecuatorial**

Dicha medición se hizo en circunferencia ecuatorial del fruto con la ayuda de un vernier metálico graduado después de ser pesados.

#### **3.9.2.2.- Diámetro polar**

Se realizó la medición en los dos puntos opuestos de la parte ecuatorial y se registraron los valores en centímetros.

#### **3.9.2.3.- Diámetro del pedúnculo**

Para esta medición se utilizó un vernier graduado, midiéndose dos polos opuestos del pedúnculo, después de medir el diámetro polar.

#### **3.9.2.4.- Diámetro del cierre floral**

De la misma manera que en las anteriores variables, para tomar esta medida se hizo uso de un vernier graduado, con el cual se tomaron medidas en milímetros.

#### **3.9.2.5.- Altura de planta al final de la cosecha**

Para la medición de esta variable se hizo uso de un flexómetro, con el cual se tomaron las medidas a cada repetición de los diferentes tratamientos. Se realizó una sola medición al final de la cosecha y fueron reportadas en metros.

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1.- PRIMERA ETAPA DE PRODUCCIÓN

#### 4.1.1.- Producción en g/planta

En el cuadro 11 se presenta un resumen de los análisis de varianza realizados a cada una de las variables evaluadas durante las tres fechas de cosecha de la primera etapa de producción. En este cuadro se observa la diferencia significativa que existió en cada variable únicamente para el factor genotipo. No se incluyen las variables diámetro de pedúnculo y diámetro de cierre floral debido a que en estas no se presentó diferencia estadística para ningún factor, sin embargo para la segunda etapa de producción si existió diferencia estadística significativa la cual puede estar marcada por ser la etapa final de la planta y entrada a la senescencia. Para la variable altura de planta solo se hizo una evaluación en el quinto corte, de la segunda etapa de producción por lo tanto tampoco se presenta en el cuadro de resultados.

**Cuadro 11. Análisis general de las variables de calidad de fruto evaluadas para los diferentes genotipos y cortes de tomate, para la primera etapa de producción.**

Variables	1er. Corte			2do. Corte			3er.corte		
	CM	F	CV	CM	F	CV	CM	F	CV
<b>Peso</b>	46664	3.344*	26%	376599	5.048*	35.5%	253292	6.508*	28.2%
<b>Φ Polar</b>	4.6151	42.42*	5.22%	1.8129	12.76*	6.12%	1.7384	8.198*	7.4%
<b>Θ Ecuatorial</b>	17.898	85.34*	6.87%	18.352	98.86*	6.65%	19.288	59.82*	8.93%

\*Significativo al 0.05%

Para la primera etapa de producción (tres cortes), la cual comprendió del día 28 de septiembre al 28 de octubre los resultados obtenidos en cuanto a

rendimiento en gramos por planta, diámetro polar y diámetro ecuatorial en las tres diferentes fechas de corte son los siguientes:

**Cuadro 12. Comparación de medias de rendimiento en gramos por planta para el factor genotipos en las diferentes fechas de corte, bajo condiciones de hidroponía.**

Fecha Genotipos	Primera etapa de producción			Segunda etapa de producción		
	28/09/06 1er. Corte	14/10/06 2do. corte	28/10/06 3er. corte	11/11/06 4to. corte	25/11/06 5to. corte	08/12/06 6to. corte
<b>El Cid</b>	385.254b	484.416b	438.092b	476.76b	318.15b	323.991c
<b>TsAN-10003</b>	538.433a	878.066a	810.550a	875.05a	843.441a	931.316a
<b>Imperial</b>	434.345b	948.233a	844.586a	730.066a	723.400a	764.291b

Tukey 0.05%.

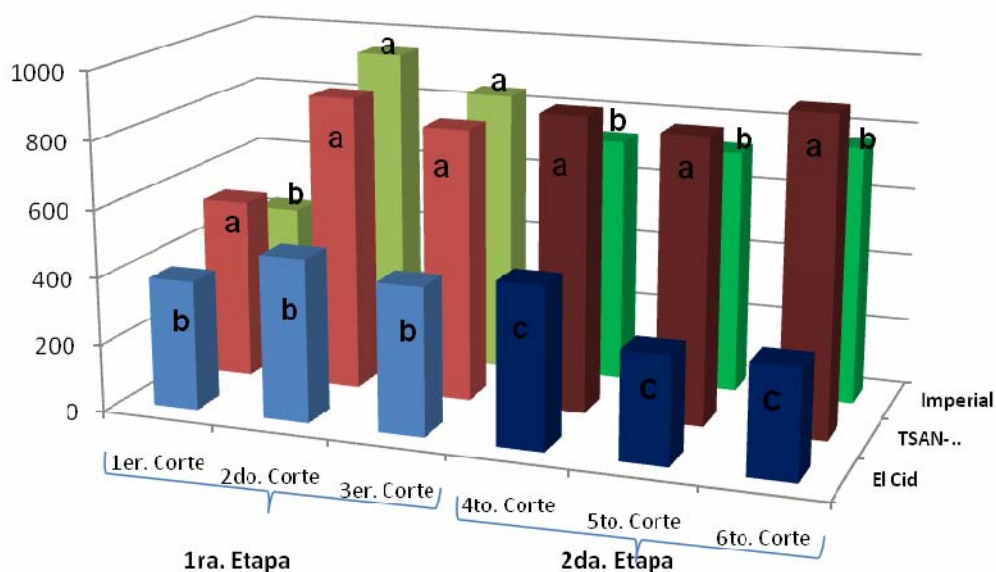
Para el primer corte, de acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa para el factor genotipo, no así para el factor genotipo por micorriza, como se puede ver en el cuadro 13.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable peso, para el primer corte, en los diferentes genotipos.**

FV	GL	SC	CM	F	P
<b>Genotipos</b>	2	146831.5	73415.75	5.2622*	0.011*
<b>Inoculación</b>	1	14144.5	14144.50	1.0138	0.323
<b>Gen × Ino.</b>	2	72345.5	36172.75	2.5827	0.090
<b>Error</b>	30	418546.0	13951.533		
<b>Total</b>	35	651867.5			

CV = 26.09% \* Significativo al 0.05%

De acuerdo a la comparación de medias hecha por el método de Tukey (0.05%) se encontró que el genotipo **TsAN-10003** presentó la mayor calidad de fruto comercial, con un promedio de 538.43 gramos por planta (figura 3), este genotipo se comportó diferente y superando estadísticamente al resto de los genotipos, seguido por **Imperial** con 434.34 gramos y **El Cid** con 385.25 gramos por planta, esto se puede apreciar de mejor manera en la figura 3 y cuadro 12.



**Figura 3. Comparación de medias para rendimiento en gr/planta para los seis cortes en los diferentes genotipos en las dos etapas de cosecha, bajo hidroponia (Tukey 0.05%).**

Para el segundo corte de la primera etapa de producción, en base al análisis de varianza, se encontró diferencias significativas para el factor genotipos, no así para el factor micorrizas, ni para la interacción genotipo contra micorrizas, como se aprecia en el cuadro 14.

**Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable peso, para el segundo corte, en los diferentes genotipos.**

FV	GL	SC	CM	F	P
Genotipos	2	1500038	750019	10.0553	0.001**
Inoculación	1	202350	202350	2.7129	0.106
Gen x Ino.	2	180048	90024	1.2069	0.303
Error	30	2237682	74589.39		
Total	35	4120118			

CV = 35.45%

\*\* Significativo al 0.01 %.



Al realizar la comparación de medias (Cuadro 12), se obtuvo que el genotipo **Imperial**, y el **TsAN-10003** son estadísticamente iguales y superiores al genotipo **El Cid**, teniendo un rendimiento por planta de 948.23 gramos, 878.067 y 484.416 respectivamente, figura 3.

Para el tercer corte, al hacer el análisis de varianza, solo se encontró diferencia significativa para el factor genotipos, no así para la interacción genotipo contra micorriza, tal como se ve en el cuadro 15.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable peso, para el tercer corte, en los diferentes genotipos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Genotipos	2	1220482	610241	15.6822	0.000**
Inoculación	1	25922	25922	0.6662	0.574
Gen x Ino.	2	20546	10273	0.2640	0.773
Error	30	1167390	38913		
Total	35	2434340			

CV = 28.27%    \*\* Significativo al 0.01%

Al realizar la prueba de comparación múltiple de medias por Tukey (0.05%), se obtuvo lo siguiente: los genotipos **Imperial** y **TsAN-10003** son estadísticamente iguales con un rendimiento de 844.58 gramos y 810.55 gramos por planta respectivamente, lo que nos indica que ambos materiales genéticos responden a condiciones similares para esta variable. Siendo ambos superiores al genotipo **El Cid** que presentó un rendimiento de 438.09 gramos por planta. Lo anterior se aprecia de mejor manera en la figura 3.

#### **4.1.2.- Rendimiento promedio en kg/m<sup>2</sup> para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de *Endospor*, bajo condiciones de hidroponia, en la primera etapa.**

Para obtener este dato se sumaron las tres evaluaciones de cada tratamiento, con la cual se hizo la estimación tomándose como referencia las

medias de las interacciones para determinar cual genotipo fue el que presentó mejores rendimientos con y sin la respuesta de las micorrizas.

**Cuadro 16. Comportamiento estimado para los tratamientos en rendimiento para los diferentes genotipos con y sin aplicación de *Endospor*, bajo condiciones de hidroponía e invernadero.**

Tratamientos	Genotipos	Rendimiento		
		Kg/planta	Kg/m <sup>2</sup>	Ton/ha.
T1	<b>El Cid SM</b>	1.310	3.275	32.750
T2	<b>El Cid CM</b>	1.403	3.509	35.092
T3	<b>TsAN-10003 SM</b>	2.006	5.016	50.157
T4	<b>TsAN-10003 CM</b>	2.447	6.119	61.196
T5	<b>Imperial SM</b>	2.241	5.604	56.045
T6	<b>Imperial CM</b>	2.114	5.286	52.858

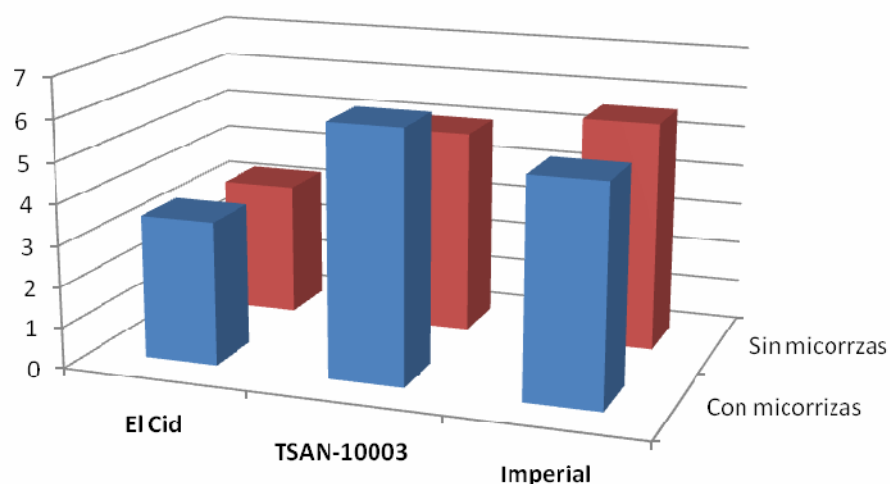
SM = Sin Micorrizas  
CM = Con Micorrizas

La figura 4 manifiesta una respuesta, donde se observa que (aun cuando los análisis de varianza solo presentaron diferencia significativa para el factor genotipos y no para la interacción genotipo contra micorriza), se presentaron diferencias numéricas entre las interacciones, de las cuales fue superior ampliamente el genotipo **TsAN-10003** más la aplicación de micorrizas, del cual se comprueba que el material genético evaluado responde en condiciones diferentes a las aplicaciones de micorriza obteniendo un rendimiento promedio de 6.119 kg/m<sup>2</sup>, superando al testigo absoluto (T3) que presenta un rendimiento de 5.016 kg/m<sup>2</sup>, para el genotipo **Imperial** donde no se aplicó el producto *Endospor* resulta ser mejor, con un rendimiento de 5.6 kg/m<sup>2</sup>, mientras que este mismo con la aplicación no presenta aumento alguno en el rendimiento promediando 5.286 kg/m<sup>2</sup>.

Así mismo el genotipo **El Cid** tipo saladette muestra incrementos numéricamente significativos al aplicar micorrizas con un rendimiento de 3.5

kg/m<sup>2</sup>, mientras que sin la aplicación del producto el rendimiento fue de 3.225 kg/m<sup>2</sup>.

En base a los datos obtenidos en kilogramos por planta se obtuvieron valores estimados de toneladas por hectárea (cuadro 16), cabe mencionar que los rendimientos que se obtienen resultan de sumar únicamente 3 cortes realizados cada quince días (primera etapa de cosecha), y que los genotipos al momento de la evaluación se encontraban a más de la mitad de su periodo de producción.



**Figura 4. Respuesta de los tratamientos para rendimiento en kg/m<sup>2</sup> en los diferentes genotipos con y sin la aplicación de micorrizas, para la primera etapa de producción.**

## **4.2.- SEGUNDA ETAPA DE PRODUCCIÓN**

### **4.2.1.- Producción en gr/planta**

Una vez realizado el análisis de varianza para cada una de las variables de importancia, para determinar el comportamiento de los genotipos en cuanto a las características de calidad de fruto y dadas las condiciones a que fueron sometidas

se observaron diferencias significativas para cada variable en particular, lo que nos indica que los genotipos manifestaron una respuesta diferenciada entre estos. Lo anterior es de esperarse ya que su constitución genética difiere en los resultados obtenidos, cuadro 17.

**Cuadro 17. Análisis general de las diferentes variables de calidad de fruto evaluadas para los diferentes genotipos y cortes de tomate, segunda etapa de producción.**

Variables	4to. Corte			5to. Corte			6to. Corte		
	CM	F	CV	CM	F	CV	CM	F	CV
Peso	208661	17.76*	15.6%	388271	52.89*	13.6	507181	51.19*	15.6%
Φ Polar	1.258	5.594*	7.51%	0.7778	8.53*	5%	1.322	7.28*	7.1%
Θ Ecuatorial	6.231	45.92*	5.9%	8.4725	87.45*	4.9%	10.478	68.7*	6.3%
⊖ Pedúnculo	0.5736	24.76*	14%	0.4292	30.57*	12%	0.00553	0.264*	5.1%
⊖ Cierre floral	0.0168	9.36*	1.8%	0.0125	11.09*	16%	0.00378	3.18*	1.3%
Altura de planta	-	-	-	6.178	26.09*	11%	-	-	-

\*Significativo Tukey (0.05%)

En base al análisis de varianza realizado para la variable de peso (cuadro 18) expresado en gramos por planta para el cuarto corte, se encontró diferencia significativa entre los genotipos evaluados, no así para el factor genotipo por micorrizas. Lo que nos indica que los materiales por su conformación genética responden de manera diferente, bajo las condiciones en que fueron evaluados.

**Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable peso, para el cuarto corte, en los diferentes genotipos.**

FV	GL	SC	CM	F	P
<b>Genotipos</b>	2	975264	487632	41.4926	0.000**
<b>Inoculación</b>	1	23016	23016	1.9584	0.169
<b>Gen × Ino.</b>	2	45216	22608	1.9237	0.162
<b>Error</b>	30	352568	11752.2666		
<b>Total</b>	35	1396064			

CV = 15.62% \*\*Significativo al 0.01%

Al realizar la comparación de medias (cuadro 19) por el método de Tukey (0.05%), se encontró que el genotipo **TsAN-10003** fue el que presentó mayor calidad de fruto con un rendimiento promedio de 875.05 gramos por planta, seguido de **Imperial** con 730,06 gramos y **El Cid** con 476.76 gramos por planta, siendo **TsAN-10003** estadísticamente superiores a los genotipos **Imperial** y **El Cid**. Ver figura 3.

**Cuadro 19. Comparación de medias para la variable peso en gr/planta para el factor genotipo, para la segunda etapa de producción.**

Genotipos	4to. Corte	5to. Corte	6to. Corte
<b>TsAN-10003</b>	<b>875.04a</b>	<b>843.44a</b>	<b>931.31a</b>
<b>Imperial</b>	<b>730.06b</b>	<b>723.39b</b>	<b>764.28b</b>
<b>El Cid</b>	<b>476.76c</b>	<b>318.14c</b>	<b>323.99c</b>

Tukey (0.05%)

Para el quinto corte y con base en el análisis de varianza hecho, se encontró diferencias significativas para el factor genotipos, y para el factor genotipo contra inoculación únicamente en el genotipo **TsAN-10003** (cuadro 20). Observándose que para cada corte la respuesta fue diferente en rendimiento, lo anterior se debe a que los materiales respondieron favorablemente cuando los tratamientos eran estables.

**Cuadro 20. Análisis de varianza para la variable peso, para el quinto corte, en los diferentes genotipos.**

FV	GL	SC	CM	F	P
<b>Genotipos</b>	2	1818277	909138.5	123.8552	0.000*
<b>Inoculación</b>	1	10918	10918.0	1.4874	0.230
<b>Gen × Ino.</b>	2	112103	56051.5	7.6361	0.002*
<b>Error</b>	30	220210	7340.3334		
<b>Total</b>	35	2161508			

CV= 13.6% \* Significativo al 0.05%

Al hacer la comparación de medias (cuadro 19) por el método de Tukey (0.05%), el genotipo **TsAN-10003** fue el mejor en calidad de fruto, con un rendimiento promedio de 843.44 gramos por planta, seguido de **Imperial** que tuvo un rendimiento de 723.4 gramos, siendo este primero estadísticamente superior a los genotipos **Imperial** y **El Cid** que presentó un rendimiento promedio de 318.15 gramos por planta, ver figura 3.

**Cuadro 21. Análisis de varianza para la variable peso, para el sexto corte, en los diferentes genotipos.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Genotipos</b>	2	2362405	1181202.5	119.2162	0.000**
<b>Inoculación</b>	1	45194	45194	4.5613	0.039
<b>Gen × Ino.</b>	2	128306	64153	6.4748	0.005*
<b>Error</b>	30	297242	9908.0664		
<b>Total</b>	35	2833147			

CV=14.79%                      \*\* = 0.01%                      \* = 0.05%

En el cuadro 21 se muestra al análisis de varianza hecho para el sexto corte, en el cual se encontró diferencia significativa para el factor genotipos y, al hacer la comparación de medias (cuadro 19) por el método de Tukey 0.05% una vez más el genotipo **TsAN-10003** presenta la mejor calidad de fruta comercial con un rendimiento promedio de 931.3 gramos por planta, seguido por **Imperial** con un rendimiento de 764.2 gramos por planta y 313.9 gramos por planta del genotipo **El Cid**. Siendo el genotipo **TsAN-10003** estadísticamente superior a los otros dos genotipos evaluados, como se puede apreciar en la figura 3.

**Cuadro 22. Comparación de medias de rendimientos promedio en gramos por planta para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de *Endospor* en las tres fechas de cosecha. Segunda etapa de producción.**

Tratamientos	Fecha		11/11/2006	25/11/2006	08/12/2006
	Genotipos		4to. corte	5to. corte	6to. corte
1	El Cid SM		500.3b	302.8c	323.85c
2	El Cid CM		453.2b	333.5c	324.13c
3	TsAN SM		815.5a	756.6b	811.81b
4	TsAN CM		934.5a	930.2a	1050.81a
5	Imperial SM		690.1ab	773.2b	777.63b
6	Imperial CM		769.9a	673.2b	750.93b

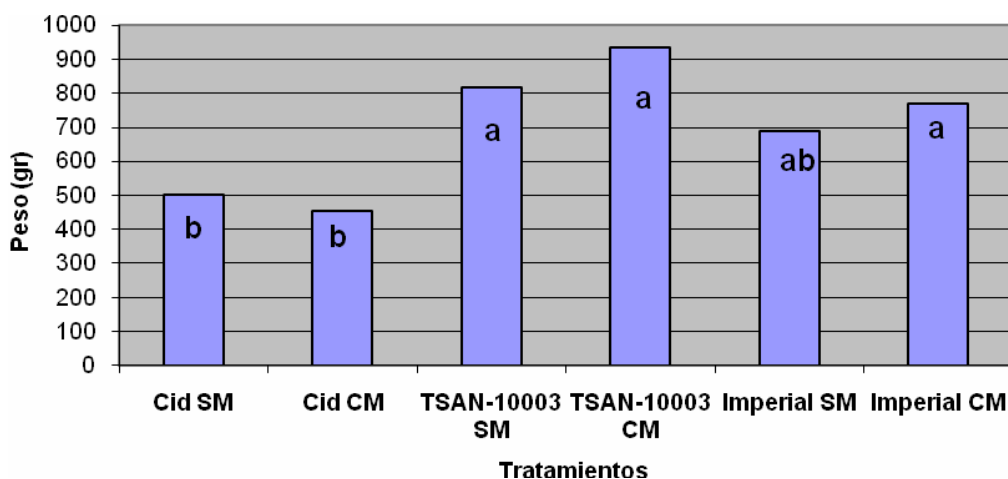
SM = Sin Micorrizas

CM = Con Micorrizas

Tukey (0.05%)

Para el cuarto corte, la interacción genotipo contra micorrizas solo presento diferencia estadística significativa entre los genotipos, siendo **TsAN-10003** e **Imperial** superiores a **El Cid**, sin embargo, para los rendimientos promedios de cada genotipo con y sin la aplicación de *Endospor* al hacer la comparación múltiple de medias por el método de Tukey (0.05%) resultan estadísticamente iguales. El cuadro 22 nos demuestra que aun cuando no se encontró diferencia significativa en la interacción genotipo contra micorriza si se presentan diferencias numéricas considerables, se observa que el genotipo **TsAN-10003** inoculado con el producto *Endospor* (T4), fue superior al testigo absoluto (T3), con un rendimiento promedio de 934.5 gramos y 815.5 gramos por planta respectivamente. El genotipo **Imperial** inoculado con micorrizas (T6) tuvo el mejor rendimiento con 769.9 gramos por planta el cual supera al testigo absoluto (T5), que tuvo un promedio de rendimiento de 690.1 gramos por planta. Para los dos casos anteriores la aplicación del producto *Endospor* estadísticamente no presenta un beneficio positivo, únicamente numérico. Para el genotipo **El Cid** se presentó mayor rendimiento en el testigo absoluto (T1) con 500.3 gramos por planta, que

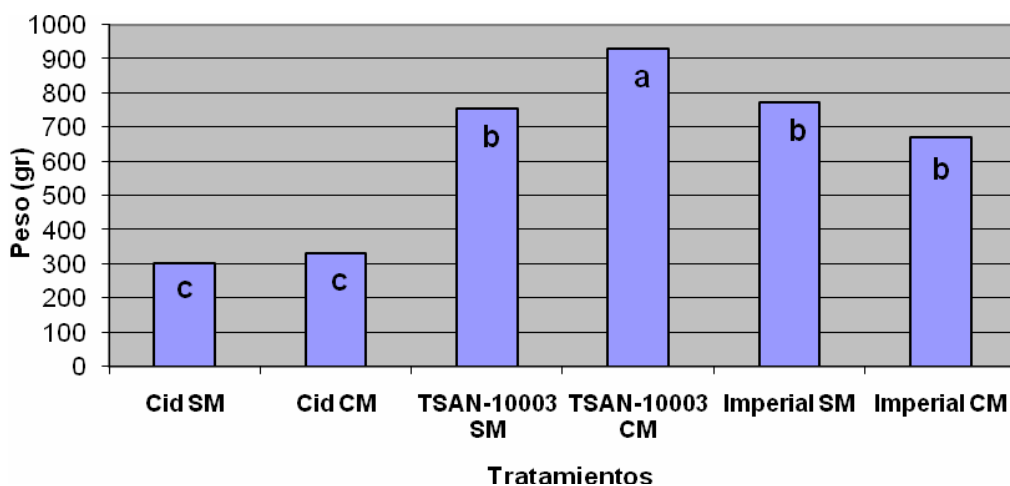
supera al tratamiento 2 (con inoculación), con un rendimiento promedio de 453.2 gramos por planta, lo que nos indica que no existió un efecto benéfico en la interacción. Tal como se aprecia en la figura 5 y cuadro 22.



**Figura 5. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el cuarto corte.**

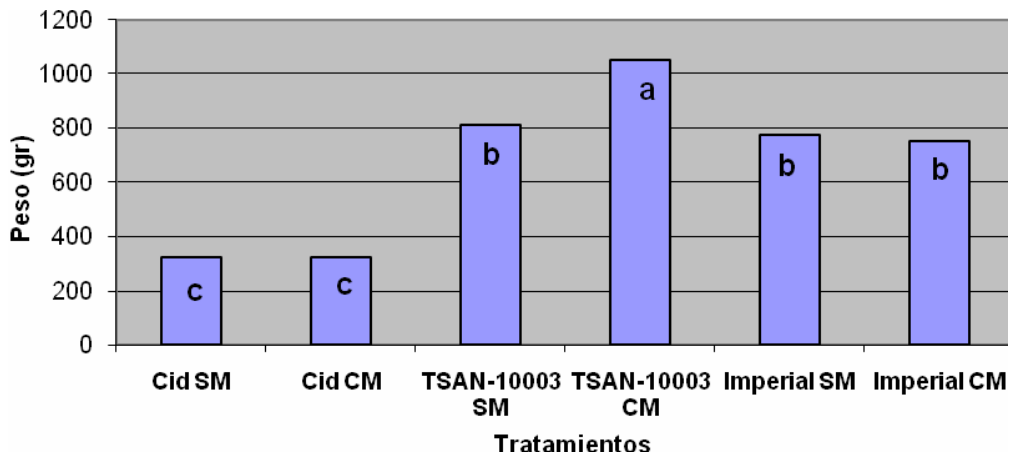
Para la interacción genotipo por micorrizas en el quinto corte se presentó diferencia significativa únicamente para el genotipo **TsAN-10003**, es decir los tratamientos 3 y 4. Los cuales al hacer la comparación de medias (cuadro 22), por el método de Tukey (0.05%), se encontró que el tratamiento 4 (con inoculación) superó estadísticamente al testigo absoluto (T3), con un rendimiento promedio de 930.2 y 756.6 gramos por planta respectivamente. Para el caso de los dos genotipos restantes únicamente se presentó diferencia numérica en la cual el mejor fue **Imperial** sin inoculación (T5), con un rendimiento de 773.2 gramos por planta, mientras que **Imperial** con inoculación (T6) tuvo un rendimiento de 673.2 gramos por planta, por lo que el producto no presenta ningún efecto positivo. Para el genotipo **El Cid**, el tratamiento 2 (inoculado) fue el mejor, el cual superó a **El Cid** sin inoculación (T1), con rendimientos 333.5 y 302.8 respectivamente, como se puede apreciar en la figura 6 y cuadro 22.





**Figura 6. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el quinto corte.**

Para el sexto corte en la interacción genotipo por micorrizas únicamente se encontró diferencia significativa para el genotipo **TsAN-10003**, que corresponde a los tratamientos 3 y 4, los cuales de acuerdo al análisis de varianza y la comparación de medias del cuadro 21 por el método de Tukey (0.05%), se encontró que **TsAN-10003** con micorrizas (T4), superó estadísticamente a **TsAN-10003** sin micorrizas (T3), los cuales presentaron rendimientos de 1050.81 gramos por planta contra 811.81 gramos por planta respectivamente. Para el caso de los dos genotipos restantes únicamente se presentó diferencia numérica en la cual el mejor fue **Imperial** en su tratamiento 5 (sin inoculación), con un rendimiento de 777.63 gramos por planta, mientras que **Imperial** con inoculación (T6) tuvo un rendimiento de 750.93 gramos por planta, con lo que podemos observar que la interacción genotipo por micorriza para este híbrido no presenta ningún beneficio útil. Para el genotipo **El Cid**, tanto el tratamiento con inoculación como el testigo absoluto se comportaron numéricamente similares con un rendimiento promedio de 324.13 y 323.85 gramos por planta respectivamente, por lo que la interacción tampoco representa beneficio alguno. Ver figura 7 y cuadro 22.



**Figura 7. Rendimiento promedio en gramos por planta para la interacción genotipo por inoculación para el sexto corte.**

**4.2.2.- Rendimiento promedio en kg/m<sup>2</sup> para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de *Endospor*.**

Para obtener este dato se sumaron las tres evaluaciones de cada tratamiento, tomándose las medias de las interacciones para observar cual genotipo fue el que presentó mejores rendimientos con la interacción de las micorrizas, ver cuadro 23.

**Cuadro 23. Rendimiento estimado en kg/planta para los genotipos con y sin aplicación de *Endospor*, bajo condiciones de hidroponia.**

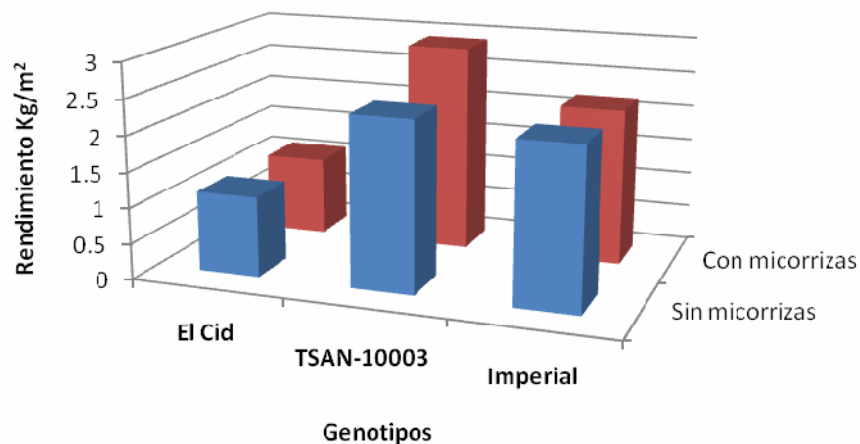
Tratamientos	Genotipos	Rendimiento		
		Kg/planta	Kg/m <sup>2</sup>	Ton/ha.
T1	El Cid SM	1.126	2.815	28.15
T2	El Cid CM	1.110	2.775	27.75
T3	TsAN-10003 SM	2.383	5.957	59.57
T4	TsAN-10003 CM	2.915	7.287	72.87
T5	Imperial SM	2.240	5.600	56
T6	Imperial CM	2.194	5.485	54.85

SM = Sin Micorrizas

CM = Con Micorrizas

En el cuadro 23, observamos que las diferencias significativas que se obtuvieron en los análisis de varianza se representan con rendimientos más elevados, teniendo como mejor al tratamiento 4, que es la interacción genotipo por micorrizas del híbrido **TsAN-10003** con la aplicación del producto *Endospor*, con un rendimiento de 7.28 kg/m<sup>2</sup>, seguido del testigo absoluto (tratamiento 3) con un rendimiento de 5.957 kg/m<sup>2</sup>, caso contrario al genotipo **Imperial** donde el tratamiento sin la aplicación de micorrizas tuvo un mejor rendimiento con un promedio de 5.6 kg/m<sup>2</sup>, mientras que **Imperial** con la aplicación de *Endospor* se redujo a 5.485 kg/m<sup>2</sup> por lo que no existe ningún efecto benéfico del producto sobre el híbrido. Para el genotipo **El Cid** se presenta el mismo caso que en **Imperial** en el cual el mejor rendimiento fue para el testigo absoluto (T1) con 2.815 kg/m<sup>2</sup> y **El Cid** con *Endospor* (T2) presentó un rendimiento de 2.775 kg/m<sup>2</sup>, lo cual nos indica un efecto negativo en la interacción, esto se puede apreciar de mejor manera en la figura 8 y cuadro 23.

La figura 8 nos indica que no se encontró un efecto positivo claramente definido en la aplicación de micorrizas en tomate, para obtener una mayor calidad de fruto comercial, ya que únicamente el genotipo **TsAN-10003** con la aplicación de *Endospor* tuvo un rendimiento mayor, mientras que en los dos genotipos restantes el efecto es negativo. Lo anterior resulta contrario a lo obtenido por Álvarez (1998), quien encontró que en plantas micorrizadas existe un efecto positivo en la producción de frutos de calidad, mientras que en las plantas no micorrizadas ocurre un efecto negativo produciendo frutos de menor calidad.



**Figura 8. Rendimiento promedio expresado en kg/m<sup>2</sup> en los diferentes genotipos de tomate con y sin aplicación la aplicación de *Endospor*.**

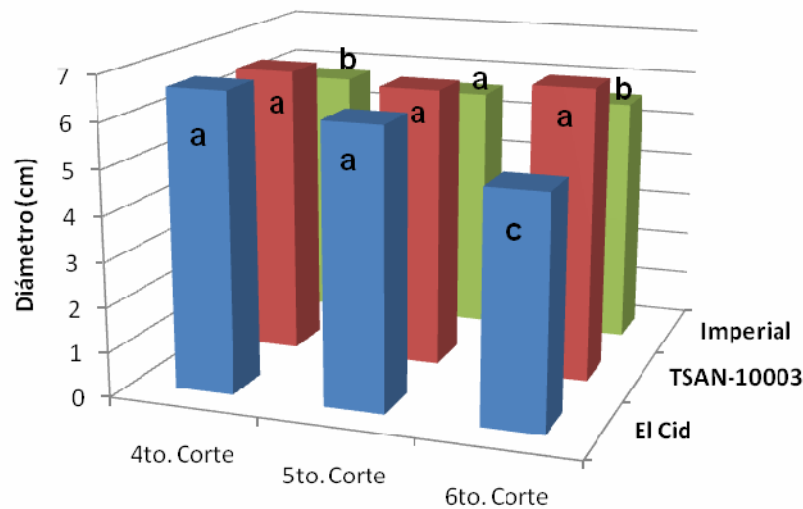
#### 4.2.3.- Diámetro polar

Para la variable diámetro polar los datos obtenidos en las diferentes evaluaciones, durante las dos etapas de producción fueron los siguientes.

**Cuadro 24. Comparación de medias para la variable diámetro polar en centímetros para la segunda etapa de producción en los diferentes genotipos.**

Fecha \ Genotipo	11/11/2006 4to. Corte	25/11/2006 5to. Corte	08/12/2006 6to. Corte
<b>El Cid</b>	6.65 a	6.17 a	5.08 c
<b>TsAN-10003</b>	6.49 a	6.28 a	6.53 a
<b>Imperial</b>	5.75 b	5.59 a	5.57 b

Tukey (0.05%)



**Figura 9. Medias para la variable diámetro polar de los diferentes genotipos en la segunda etapa de producción.**

En base al análisis de varianza hecho para la variable diámetro polar para las tres fechas de evaluación y la comparación de medias por el método de Tukey (0.05%), se obtuvo diferencia significativa únicamente para el factor genotipos para los tres cortes de la segunda etapa de producción. No así para la interacción genotipo por micorriza donde solo hubo diferencia numérica. Para el cuarto corte el genotipo **Imperial**, tuvo un diámetro de 5.75 cm estadísticamente diferente y menor a los obtenidos por **TsAN-10003** y **El Cid** con 6.49 cm y 6.69 cm respectivamente. Ver cuadro 24 y figura 9.

Para el quinto corte al hacer la comparación de medias por el método de (Tukey 0.05%, cuadro 24), no se encontraron diferencias significativas, únicamente numéricas. Siendo el mejor **TsAN-10003** con 6.28 cm de diámetro, seguido de **El Cid** e **Imperial** que presentaron 6.17 cm y 5.59 cm de diámetro respectivamente. Mientras que para el sexto corte se presentó diferencia estadística significativa para los tres genotipos en el cual **El Cid** tuvo un diámetro de 5.08 cm que fue estadísticamente diferente y menor a los genotipos **TsAN-10003** e **Imperial** con 6.53 cm y 5.57 cm de diámetro respectivamente. En la

figura 9 y cuadro 23, nos podemos dar cuenta que el genotipo **TsAN-10003** fue el que presentó diámetros de mayor longitud, seguido por **El Cid** y con menor diámetro el genotipo **Imperial**.

Estos resultados coinciden con lo obtenido por Rivera (2007), en la primera etapa de producción de estos genotipos en la cual encontró diferencia significativa únicamente para el factor genotipos, no así para la interacción genotipo por micorriza, siendo **Imperial** el de menor diámetro seguido de **El Cid** y **TsAN-10003**. Ver cuadro 25.

**Cuadro 25. Comparación de medias para la variable diámetro polar, en los diferentes genotipos, para la primera etapa de producción.**

Diámetro polar en cm.			
Fecha	28/10/2006	14/11/2006	28/11/2006
Genotipos			
<b>El Cid</b>	6.5833 a	6.3625 a	6.5342 a
<b>TsAN-10003</b>	6.7717 a	6.4083 a	6.3350 ab
<b>Imperial</b>	5.6158 b	5.7133 b	5.7983 b

Para el diámetro polar del genotipo **TsAN-10003**, resultados ligeramente mayores pero, similares numéricamente fueron encontrados por Aguilar (2004), en las líneas **TsAN-103** y **TsAN-10003-7-8-9-RC<sub>4</sub>-01-3**, con 7.14 y 7.11 cm de diámetro respectivamente, ambas líneas progenitoras de **TsAN-10003**. La superioridad en tamaño de diámetro polar del genotipo **El Cid**, puede deberse a la forma del fruto, ya que el tipo saladette es de forma ovalada, mientras que los de tipo bola son de polos achatados.

#### 4.2.4.- Diámetro ecuatorial.

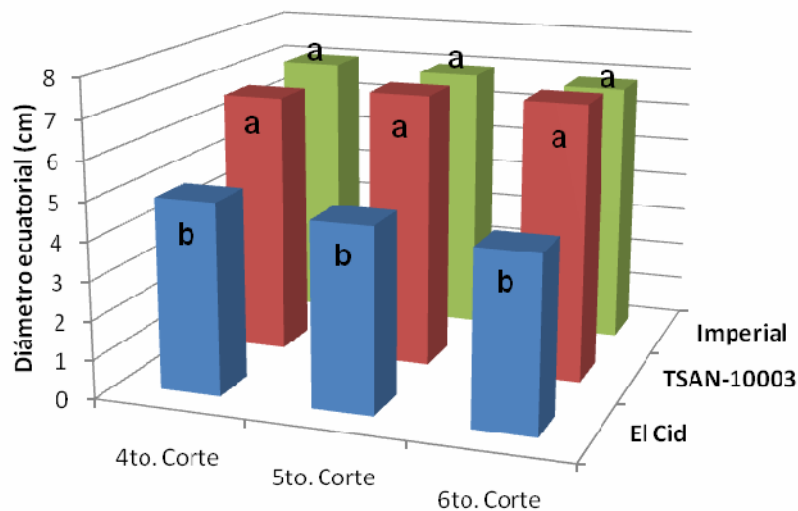
En base a los análisis de varianza hechos para las diferentes fechas de evaluación para la variable diámetro ecuatorial, y al hacer la comparación de medias por el método de Tukey (0.05%), solo se encontró diferencia significativa

para el factor genotipos, no así para la interacción genotipos contra micorrizas. Ver cuadro 26.

**Cuadro 26. Medias de diámetro ecuatorial en centímetros para las tres fechas de corte para ambos genotipos, para la segunda etapa.**

<b>Fecha</b>	<b>11/11/2006</b>	<b>25/11/2006</b>	<b>08/12/2006</b>
<b>Genotipo</b>	<b>4to. Corte</b>	<b>5to. Corte</b>	<b>6to. Corte</b>
<b>El Cid</b>	4.93b	4.71b	4.44b
<b>TsAN-10003</b>	6.75a	7.07a	7.12a
<b>Imperial</b>	7.01a	6.94a	6.8a

Al hacer la comparación múltiple de medias (Tukey 0.05%), se encontró que para la cuarta evaluación el genotipo **Imperial** con 7.01 cm, fue el de mayor diámetro, seguido de **TsAN-10003** con 6.75 cm y **El Cid** con 4.95 cm, siendo los dos primeros estadísticamente superiores al tercero. Para las dos siguientes evaluaciones el genotipo **TsAN-10003** presentó el diámetro más grande, seguido de **Imperial**, sin embargo, ambos estadísticamente iguales, mostrando superioridad hacia el genotipo **El Cid**. Esto se puede apreciar de mejor manera tanto en el cuadro 26 como en la figura 10, que nos muestran las medias de diámetro en la cual **El Cid** presentó la menor longitud, mientras **TsAN-10003** e **Imperial** se comportan numéricamente similares, siendo superiores a **El Cid**, esta variabilidad es debida a la forma que presentan los frutos, ya que los de tipo bola (**TsAN-10003** e **Imperial**), son de forma redondeada, mientras que los tipo saladette (**El Cid**) son de forma oval-cuadrado.



**Figura 10. Medias de diámetro ecuatorial de los diferentes genotipos para la segunda etapa de producción.**

De esta manera se hace lógico que los frutos tipo bola presenten mayor diámetro ecuatorial debido a su forma redondeada, inverso al diámetro polar el cual será más pequeño.

Los resultados obtenidos para el diámetro ecuatorial concuerdan con lo obtenido por Aguilar (2004), que encontró resultados similares para las líneas **TSAN-103** y **TSAN-10003-7-8-9-RC<sub>4</sub>-01-3**, progenitores del genotipo **TSAN-10003**, con 6.41 y 6.55 cm de diámetro respectivamente.

Concuerda también con lo obtenido por Rivera (2007) en la primera etapa de cosecha de estos genotipos, en la cual encontró diferencia significativa únicamente para el factor genotipos, mientras que para la interacción genotipo contra micorrizas ambos se comportaron estadísticamente iguales. Tal como se puede apreciar en el cuadro 27.



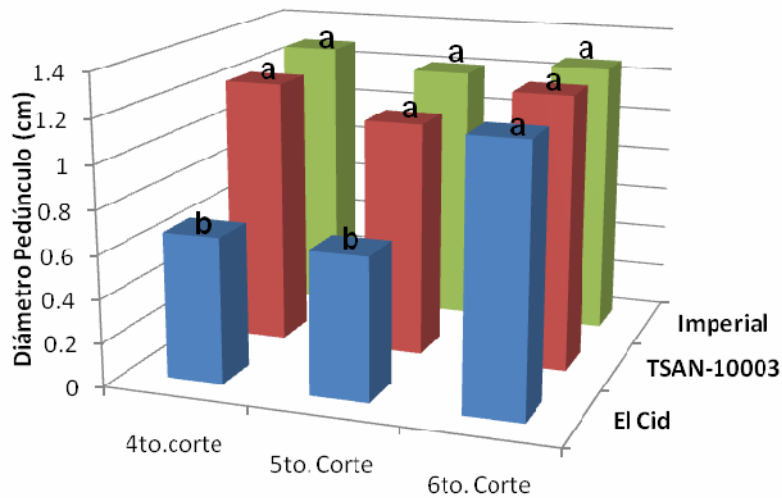
**Cuadro 27. Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro ecuatorial. Primera etapa de producción.**

<b>Diámetro ecuatorial en cm</b>			
<b>Genotipos</b> \ <b>Fecha</b>	<b>28/10/2006</b>	<b>14/11/2006</b>	<b>28/11/2006</b>
<b>El Cid</b>	5.3058 c	5.0575 b	4.8983 b
<b>TsAN-10003</b>	7.6642 a	7.1033 a	6.9717 a
<b>Imperial</b>	7.0358 b	7.2842 a	7.1992 a

#### **4.2.5.- Diámetro del pedúnculo**

Esta variable se evaluó solo para la segunda etapa, por ser esta la final de producción en la que la planta está comenzando a morir. El análisis de varianza que se aplicó para la variable de diámetro del pedúnculo mostro diferencia significativa para el factor genotipos, no así para la interacción genotipo por micorriza.

Al realizar la comparación de medias por el método de Tukey (0.05%), para las diferentes fechas de cosecha se presentaron diferencias significativas únicamente para los cortes cuarto y quinto en los que el mejor fue **El Cid** con los diámetros más pequeños, seguido de **TsAN-10003** e **Imperial** con mayores diámetros. Para el cuarto corte se encontró que **Imperial** y **TsAN-10003**, fueron los genotipos con el mayor tamaño de pedúnculo con 1.285 y 1.225 cm de diámetro, y como el mejor genotipo **El Cid**, con el diámetro de menor tamaño con solo 0.67 cm. Para el quinto corte nuevamente **El Cid** con 0.653 cm de diámetro fue el mejor, mientras que con 1.085 cm y 1.205 cm de diámetro **TsAN-10003** e **Imperial** lo sucedieron.



**Figura 11. Comparación de medias para la variable diámetro del pedúnculo en centímetros para el factor genotipos en la segunda etapa de producción.**

Para el sexto corte ambos genotipos se comportaron estadísticamente iguales, presentando únicamente diferencias numéricas, sin embargo fueron muy pequeñas, **El Cid** tuvo un diámetro de 1.205 cm seguido de **TsAN-10003** con 1.26 y 1.265 de **Imperial**. Esto se puede apreciar de mejor manera tanto en la figura 11 como en el cuadro 28.

**Cuadro 28. Comparación de medias para la variable diámetro del pedúnculo en centímetros, para el factor genotipos en la segunda etapa de producción.**

Fecha \ Genotipo	4to. Corte 11/11/2006	5to. Corte 25/11/2006	6to. Corte 08/12/2006
<b>El Cid</b>	0.67 b	0.653 b	1.205 a
<b>TsAN-10003</b>	1.225 a	1.085 a	1.26 a
<b>Imperial</b>	1.285 a	1.205 a	1.265 a

Lo anterior hace mención a que para un consumidor será más atractivo un fruto de tomate con la cicatriz más pequeña. A menor diámetro del pedúnculo en el fruto este será mejor, de lo contrario al momento de la recolección sufre un mayor trauma y por lo tanto su cicatrización es más lenta. Phan (1963), menciona que la cicatrización de la zona de corte y la respiración ocasionan que se restablezcan las concentraciones de etileno las cuales se vieron afectadas por la acción de la recolección.

El tamaño más pequeño del pedúnculo en el fruto lo hace más atractivo para el consumidor y de acuerdo a la calidad de este, la presentación externa sirve de base para establecer las normas de calidad y esencialmente las transacciones comerciales.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo no coinciden con lo reportado por Aguilar (2004), en un análisis de características para 7 líneas de tomate, 6 de tipo bola (**TsAN**) y una tipo saladette (**Yaqui**), donde encontró diámetros que oscilan entre 1.39 cm y 1.49 cm, para las líneas **TsAN** y 0.97 cm para el tipo saladette, ambos numéricamente mayores a los obtenidos en esta investigación, sin embargo, ambos por su tamaño mayor a 1 cm podrían ocasionar problemas para la comercialización.

El tamaño del diámetro de pedúnculo es una característica que puede provocar problemas para la comercialización de ser estos muy grandes, sin embargo, la mayoría de los híbridos comerciales presentan esta característica lo que puede contradecirse con lo citado por Aguilar (2004).

De acuerdo a lo hecho en esta investigación el tamaño del pedúnculo puede ser una característica estética favorable, además de que implica un mínimo porcentaje de desprendimiento de frutos durante el desarrollo de este lo que se refleja en un incremento en el rendimiento, al momento de la comercialización si el fruto se vende con pedúnculo se hace más fácil su cosecha, si por el contrario su

venta es sin este, puede provocar mayor dificultad en la recolección (manual), causando mayor daño mecánico al fruto lo que disminuye su vida de anaquel.

#### 4.2.6.- Diámetro del cierre floral

Esta variable se evaluó únicamente en la segunda etapa de producción ya que existe mayor posibilidad de presentarse mal formaciones en los frutos por la entrada a la senescencia de la planta.

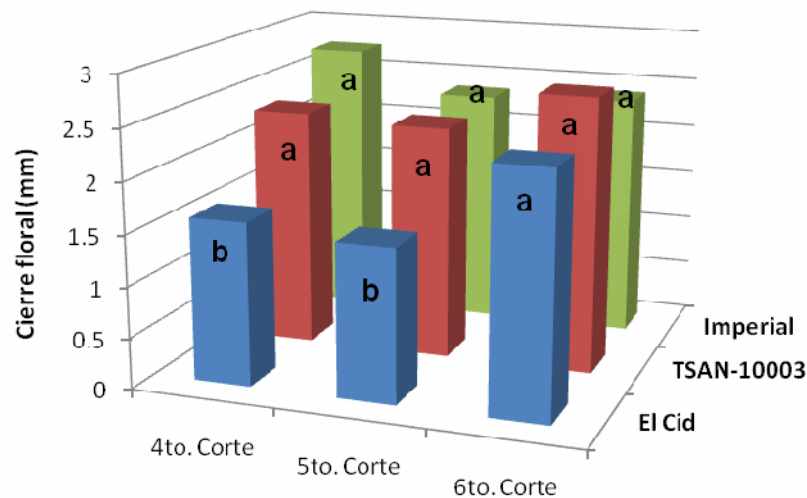
El análisis de varianza hecho para la variable diámetro de cierre floral para las diferentes fechas de corte, mostró diferencia significativa únicamente para el cuarto y quinto corte para el factor genotipo, no así para la interacción genotipo por micorriza, mientras que para la sexta fecha de cosecha, la diferencia únicamente fue numérica.

Al hacer la comparación múltiple de medias por el método de Tukey (0.05%), para el cuarto corte se encontraron diferencias significativas para uno de los genotipos, siendo el mejor **El Cid** estadísticamente superior a los otros dos con 1.6 mm de diámetro, seguido de **TsAN-10003** con 2.35 mm y 2.75 mm de diámetro de **Imperial**. Esto se aprecia de mejor manera en el cuadro 29 y figura 12.

**Cuadro 29. Comparación de medias para la variable diámetro del cierre floral en milímetros para el factor genotipos en la segunda etapa de producción.**

Fecha \ Genotipo	4to. Corte 11/11/2006	5to. Corte 25/11/2006	6to. Corte 08/12/2006
<b>El Cid</b>	1.6 b	1.5 b	2.35 a
<b>TsAN-10003</b>	2.35 a	2.3 a	2.7 a
<b>Imperial</b>	2.75 a	2.35 a	2.4 a

Tukey (0.05%)



**Figura 12. Medias de diámetro de cierre floral en milímetros para el factor genotipos en los tres cortes.**

Para el quinto corte, al hacer el análisis de varianza se encontró diferencia significativa para el factor genotipo. Al hacer la comparación de medias se encontró que **El Cid** es estadísticamente superior a los otros dos genotipos con un diámetro de 1.5 mm, seguido de **TsAN-10003** e **Imperial** con 2.3 y 2.35 mm de diámetro respectivamente. Ver figura 12.

Para el sexto corte al hacer la comparación de medias no se encontró diferencia significativa alguna. Únicamente se presentaron diferencias numéricas donde una vez más el genotipo **El Cid** es el mejor con el menor diámetro de 2.35 mm, seguido de **Imperial** con 2.4 mm y por último con el mayor diámetro **TsAN-10003** con 2.7 mm.

Esta variable se evaluó debido a que sin lugar a dudas afecta de manera importante al aspecto físico del fruto, repercutiendo en gran manera en la calidad y comercialización de la cosecha. Por tal motivo consideramos que el genotipo que presentó el menor diámetro es el mejor, en este trabajo se obtuvo que el genotipo

**El Cid** fue estadísticamente diferente a los dos restantes. Lo que indica que este genotipo es menos propicio a padecer la alteración de fruto llamada “cara de gato”, la cual es uno de los principales parámetros para clasificación del fruto en cuanto a calidad, lo que hace más presentable al fruto ante el consumidor.

Esto varía considerablemente con lo obtenido por Aguilar (2004), para líneas de tipo bola en donde obtuvo el diámetro mínimo en 4.1 mm, hasta 6.6 mm como diámetro mayor, siendo estos datos mucho mayores a los obtenidos en el presente trabajo. Para el caso del genotipo tipo saladette, en ambos trabajos se obtiene datos similares ya que Aguilar en el genotipo **Yaqui** encontró un diámetro de 1.4 mm, mientras que para el presente trabajo las medias oscilaron entre 1.5 mm, 1.6 mm para los cortes cuarto y quinto, existiendo diferencia únicamente en el sexto corte donde se obtuvo un diámetro de 2.35 mm para **El Cid**.

Los resultados obtenidos en esta investigación en cuanto a diámetro de cierre floral para los últimos tres cortes, posiblemente se vieron afectados por el factor temperatura, la cual debido a la época del año (noviembre-diciembre) en que se terminó de cosechar, estas descendieron hasta 4°C. Esto es muy importante ya que el buen cierre floral depende en gran manera de la temperatura en la que se lleve a cabo la polinización. Vázquez (2004), menciona que para una buena polinización y excelente fecundación las temperaturas diurnas deberán mantenerse entre 23-26°C, y por la noche estas deben oscilar entre 15-18°C.

#### **4.2.7.- Altura de planta al final de la cosecha**

Al hacer el análisis de varianza para altura de planta al final de la cosecha solo se encontró diferencia significativa para el factor genotipos, nos así para la interacción genotipo por micorriza. Al hacer la comparación de medias (cuadro 30) por el método de Tukey (0.05%), se encontró que el genotipo **Imperial** tuvo la mayor altura con 5.09 m, seguido de **El Cid** con 4.92 m, mientras que **TsAN-10003** únicamente alcanzo 3.06 m de altura la final de la temporada de producción.

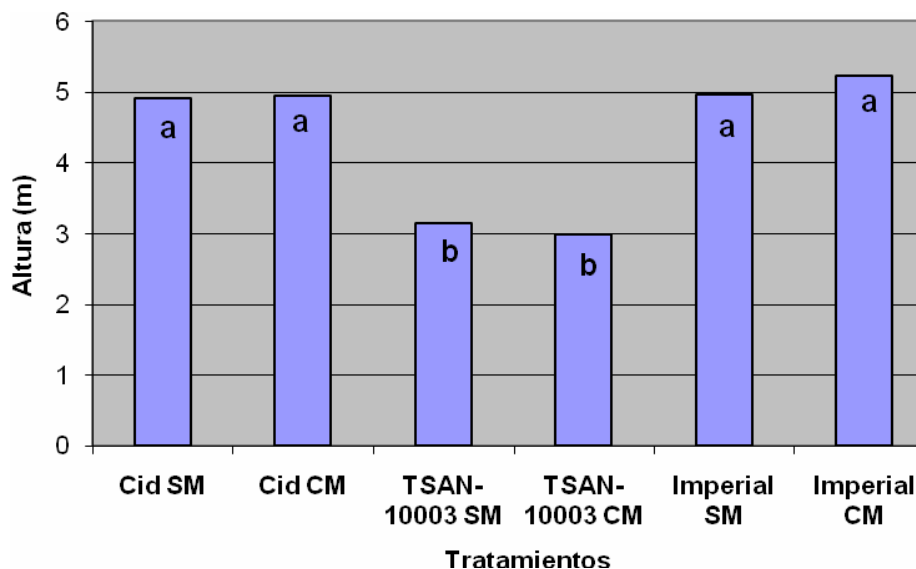
**Cuadro 30. Medias de altura final de plantas en metros para los diferentes genotipos, con y sin la aplicación de *Endospor*.**

Tratamiento	Altura de plantas (m)
<b>El Cid SM</b>	4.9 a
<b>El Cid CM</b>	4.94 a
<b>TsAN-10003 SM</b>	3.14 b
<b>TsAN-10003 CM</b>	2.98 b
<b>Imperial SM</b>	4.95 a
<b>Imperial CM</b>	5.23 a

SM = Sin Micorrizas  
 CM = Con Micorrizas

En cuanto a la interacción genotipo contra micorriza, la diferencia fue únicamente numérica, y al hacer la comparación de medias se encontró que el tratamiento 6 (**Imperial** con micorrizas) fue el mayor altura con 5.23 m, seguido de **Imperial** sin aplicación (T5), con una altura de 4.95 m. Con 4.94 m y 4.9 m de altura le siguió el genotipo **El Cid** en sus tratamientos 2 y 1 respectivamente. Estos dos estadísticamente diferentes a **TsAN-10003** con alturas de 3.14 m para el testigo absoluto, mientras que **TsAN-10003** con aplicación (T4) tuvo una altura de 2.98 m, lo que indica un efecto negativo de la interacción. Como se aprecia en la figura 13.

Ambos genotipos son materiales de crecimiento indeterminado, sin embargo para el genotipo **TsAN-10003**, que tuvo una altura menor a diferencia del resto, implica menos mano de obra en el tutoreo y podas, mayor facilidad para la cosecha, ahorro en fumigaciones ya que presenta menor área foliar, lo anterior se resume en menor costo de producción, aunado a todo lo anterior según los resultados del experimento, este genotipo fue el que presento la mayor producción.

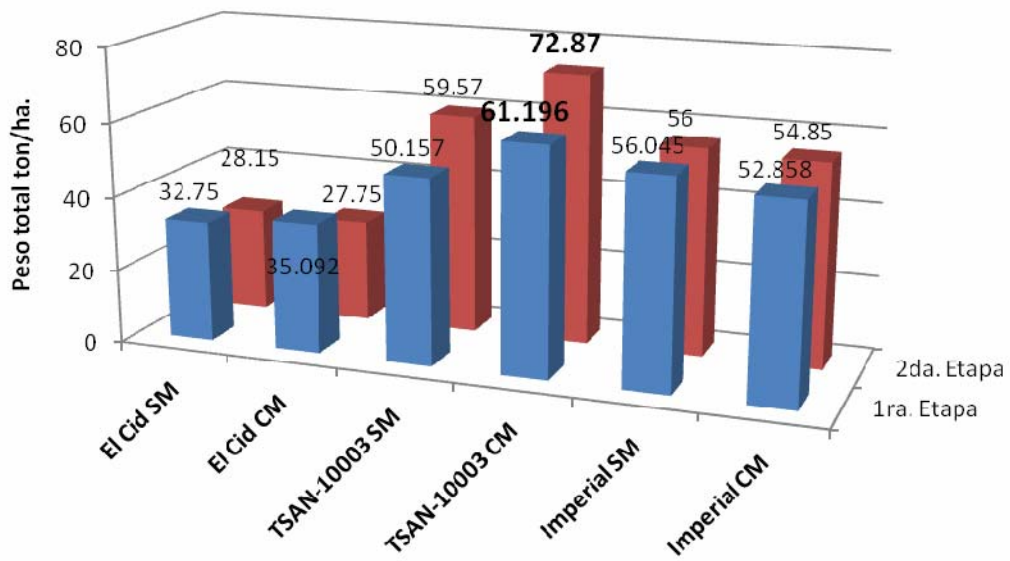


**Figura 13. Altura promedio de plantas en metros, para los diferentes genotipos con y sin la aplicación de *Endospor*.**

#### **4.2.8.- Rendimiento total estimado para las dos etapas de producción, bajo hidroponía e invernadero.**

Para obtener este dato se sumaron los rendimientos estimados obtenidos en cada una de las etapas de producción de los diferentes genotipos con y sin la aplicación de *Endospor*, en el cual el genotipo **TsAN-10003** con micorrizas fue el mejor con un rendimiento de 134.066 ton /ha, seguido por **Imperial** sin micorrizas con 112.045 ton/ha. **TsAN-10003** sin micorrizas 109.727 ton/ha, e **Imperial** con micorrizas con 107.108 ton/ha. Por último el genotipo **El Cid** que presento rendimientos totales de 60.9 y 62.842 ton/ha, para los tratamientos sin micorrizas y con micorrizas respectivamente. Esto se aprecia de mejor manera en la figura 14.





**Figura 14. Rendimiento total estimado de las dos etapas de producción en ton/ha, para los diferentes genotipos con y sin aplicación de micorrizas.**

## V.- CONCLUSIONES

- La respuesta del producto *Endospor* en los diferentes genotipos de tomate evaluados no mostró efecto significativo sobre algunas variables de calidad evaluadas.
- Los genotipos por ser de constitución genética diferente su respuesta se manifestó independiente a la aplicación de *Endospor*, bajo las condiciones establecidas.
- Los genotipos de tomate tipo bola; **TsAN-10003** e **Imperial**, superaron significativamente en rendimiento y calidad al genotipo **Cid** tipo saladette, bajo la modalidad de bolsa.
- Para el factor genotipos durante la segunda etapa de producción **TsAN-10003** presento la mejor respuesta expresando los rendimientos más altos. Este genotipo con la aplicación de micorrizas manifestó una respuesta significativa para la segunda etapa de producción.
- El genotipo **TsAN-10003** presentó un rendimiento estimado para la segunda etapa de 72.87 ton/ha, seguido por **TsAN-10003** e **Imperial** (testigos absolutos) con 59.57 ton/ha y 56 ton/ha, respectivamente.
- En ambas etapas de producción el rendimiento para **TsAN-10003** con micorrizas fue de 134.066 ton/ha. Únicamente en 6 cortes durante la etapa final de producción de la planta.
- Para diámetro polar el genotipo **Imperial** presento los más pequeños, siendo mejores **TsAN-10003** y **El Cid**, con diámetros superiores. Para

la interacción genotipo contra micorriza no hubo diferencia significativa.

- Para los tres genotipos de hábito indeterminado, el híbrido **Imperial** y **El Cid** reportaron medidas de altura mayores a **TsAN-10003**, por lo que este último requiere de menos mano de obra en el manejo agronómico, y por consecuencia menor costo de producción. Además que facilito la cosecha, por considerarse un genotipo más versátil.
- Considerando el potencial de los genotipos, bajo el sistema de hidroponia de acuerdo a investigaciones realizadas se puede concluir que estos materiales pueden alcanzar, con buen manejo agronómico un rendimiento potencial de 240 y 280 ton/ha, para **Imperial** y **TsAN-10003** respectivamente.
- Al no encontrarse diferencias estadísticas significativas en algunas variables evaluadas, entre los testigos y la aplicación de *Endospor*, de acuerdo a un análisis de costo puede ser factible la aplicación del producto si el agricultor así lo determina.

## VI.- BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España.
- Aguilar, A. R. 2004. Comportamiento en características de calidad de líneas extrafirmes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en poscosecha. Tesis de licenciatura. UAAAN.
- Alarcón A. Ferrera C R. (Eds.). Ecología, Fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Mundi-Prensa. México.
- Alarcón A. y Ferrera-C. Manejo de la micorriza arbuscular en sistemas de propagación. Terra 1999. 17:179- 191.
- Alarcón A., M. C. González-Ch, Ferreira C. y Villegas M. Terra 2001. Efecto de *Glomus fasciculatum* y *Glomus etunicatum* en el incremento de plantas de *Vitis viniferas* L. obtenidos por micro propagación. 19:19-35.
- Alpini. A. 1999. Cultivos en invernadero. 3a Edición. Mundi-prensa, Madrid, España.
- Álvarez, R. S. Efecto de *Glomus fasciculatus* sobre la calidad de (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de licenciatura UACH. 1998.
- AMPHI. (2006). Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero. [www.amphimex.com](http://www.amphimex.com).
- Bago B. C. Azcón A. y Schar H y Pteffer, 2000. El micelio externo de la micorriza arbuscular como puente simbiótico entre la raíz y su entorno, pp.78-92. in.

Baldaquín, H. M. Efecto de los hongos micorrizogenos arbusculares en el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Agrícolas de Manzanillo, Bayazo, Granma. [www.udg.co.cu](http://www.udg.co.cu)

Bolan N., S. 1991. A Critical Review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant soil* 134: 189-207.

Calderón. S. F. 2001. Control de variables hidropónicas. <http://www.drcalderonlabas.com>.

Castellanos, *et al.* 2003. El Uso de Sustratos en la Horticultura Bajo en Invernadero. Manual de producción Hortícola en invernaderos INCAPA, México. pp. 130-156.

Castillo, T.J. 1987. *Micología Mexicana General*, Ed. Limusa. México DF.

Cooper K., M. 1984. Physiology of VA mycorrhizal association, pp. 155-186. In:

L. Powel C. y J. Bagyaraj D. (Eds.). *VA Mycorrhiza*. CRC Press, Boca Ratón, FL., USA. Pp. 155-186.

De la Rosa, A. I. *Micorrizas Asociadas a los Cultivos de Papa, Manzano y Nogal en el Área de Influencia Inmediata a la UAAAN*. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre 1999. 56 p.

Espinosa V., González M, Plasencia P, García E. Reducción de la Incidencia de *Phytophthora capsici*, en el Sistema Radical de Plántulas de Chile Premicorrizadas con *Glomus intraradices*. *Terra Latinoamericana*. Enero del 2004, p. 317-326.

- Fernández, M. 1998. Suelo y medio ambiente en invernaderos. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Ferrera C R. Y Pérez M. J. 1995. Agromicrobiología: elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Frank, A. B. 1885. Ubre Die Auf Urselsymbiose Berunde Ernahrung Gewisser Baumedruch Unterirdische Pilze Ver dt Bot. Gas. 3 pp 128-145.
- Gil M., F. 1995. Elementos de fisiología vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. España, pp. 281-282.
- Grimaldo, B. F. 2002. Comportamiento de Líneas Avanzadas de Tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) Tipo Bola, Extra Firmes, de Hábito Indeterminado. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico.
- Gutiérrez, A., Torrente, P., Honrubia, M. (2003). Efectos de la Micorrización con Hongos Arbusculares en Plantas Hortícolas. Libro de Resúmenes del XIV Simposio de Botánica Criptogámica, p. 64. Facultad de Biología, Universidad de Murcia.
- Harley, J. W. y S. E Smith. 1983. Mycorrhizal Simbiosis. Academia. Press. Inc. London. 483 pp.
- Hernández D., A. 1991. Las micorrizas. <http://www.cdeea.com/micorrizas.htm>.
- Hernández, María, I. et al. Complementación de la nutrición mineral del tomate mediante el uso de biofertilizantes. IV Taller de Biofertilizantes en los Trópicos. Programas y Resúmenes. XI Seminario del INCA. Pág. 192 La Habana Cuba. 1998.

<http://www.soil-fertility.com/micorhize/espagnol/index.shtml>

Janarette, C. A. 1991. An introduction to mucorrhizae. The Am. Biol. Teacher 53: 14-19.

L. E. Pulido, N. Medina, A. Cabrera. Biofertilization Using Rhizobacteria and AMF in the Production of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and Onion (*Allium cepa* L.) Seedlings. II. Root Colonization and Nutritional Status. Cultivos Tropicales, 2003, vol. 24, no. 2, p. 5-13.

L. E. Pulido, N. Medina, A. Cabrera. La Biofertilización con Rizobacterias y Hongos Micorrízicos Arbusculares en la Producción de Posturas de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Cebolla (*Allium cepa* L.) y Crecimiento Vegetativo. Cultivos Tropicales, 2003, vol. 24, no. 1, p. 15-24.

López G. Mario A. 2006. Evaluación de 16 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), de hábito indeterminado en condiciones de hidroponía e invernadero. Tesis Maestría en Ciencias Agropecuaria. UAA.

M. Urrestarazu (Ed.). Manual de cultivo sin suelo. Manuales Universidad de Almería, Servicio

Marks, G.C. y T.T. Kozlowski, 1973. Ectimycorrhizae: Their Ecology and Physiology. Academic. Press. London 444 pp.

Márquez, Y. 1978. Guía para el control de los hongos del suelo en el cultivo del tomate utilizado en el sistema de Tectirrigación. División Agropecuaria, Merk Sharp y Dohme de Mexico. Pp. 1 – 5.

Medina Bassó N., Cuevas Pérez F. Efecto de la Biofertilización con Hongos Micorrizogénicos (MA) en el Cultivo de Tomate. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 1999.

- Miranda, I. 1999. Hidroponía. UACH. Preparatoria Agrícola. Editorial Agribot. Chapingo, México. Pp. 1 – 63.
- Mukerji, K.G., R.Japal, M. Bali y R. Rani, 1988. The importante of micorrhizae for Roots and Plant Roots and Their Enviroment.
- Nuez, F. 1994. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- Nuez, F. 1999 El cultivo del tomate. 1a edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. Proceeding of an ISRR, Lupsala Symposium. Agust 21-26 seden. Michael and H. Pearson Amstgerdan Elsevier 249 p.
- Productores de hortalizas, año 13, No. 2. Febrero del 2004).
- Ramírez, V. O. 2005. Evaluación de Tres Sustratos Hidropónicos a Solución Pérdida y Recirculada en la Producción de Tomate Determinado (Cultivar Floradade). Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.
- Rivera, C. P. 2006. Respuesta a la aplicación de *Endospor* en tres genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo condiciones de invernadero e hidroponia. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Rodríguez, R. R., 1997. Cultivo moderno del tomate. Editorial: Mundi-Prensa.
- Sánchez del C. F. y E. Escalante R. 1989 Hidroponía. Un sistema de producción. Tercera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.



- Sánchez Del C. F., 2001. Producción de hortalizas basada en doseles escaleriformes. Sexto Simposium internacional de fertirriego. Morelia, Michoacán.
- Sánchez L. A. 2004. Dos nuevos cultivares extrafirmes de tomate para mercado fresco. Expo Narro 2004. UAAAN.
- Sánchez. C. F. 1989. Hidroponía. Principios y métodos de cultivo. D.R. patronato Universitario de la Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, Estado de México.
- Terry, Núñez, Pino y N. Medina. 2001. Efectividad de la Combinación Biofertilizantes-Análogo de Brasinoesteroides en la Nutrición del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cultivos Tropicales, vol, 22, no. 2, p. 59-65.
- Terry, Z. Terrán, Martínez V y Pino. 2002. Biofertilizantes, una Alternativa Promisoria Para la Producción Hortícola en Organopónicos. Cultivos Tropicales, vol, 23, no. 3, p. 43-46.
- Terry A, Leyva G. 2006. Evaluación de la Coinoculación Micorrizas-Rizobacterias en Tomate. Agronomía Costarricense. 30 (1): 65-73.
- UACH. 2001. Universidad Autónoma Chapingo. Efectividad Biológica del Endospor Sobre el Rendimiento de Materia Seca de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
- Urrustarazu, G. M., 2000. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo. En: de Publicaciones, pp. 51-94.
- Vázquez, P. R. 2004. Producción de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo diferentes sustratos hidropónicos. Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo. Coahuila. México.

Velasco, V. J., R. F. Cerrato., J. J. A. Suárez. 2001. Vermicomposta, Micorrizas Arbuscular y *Azospirillum brasilense* en Tomate de Cáscara. Terra Volumen 19 Numero 3.

Velazco, A. C. 2001. Utilización de *Azospirillum brasilense* en el cultivo de arroz (*O. zativa*) sobre un suelo Hidromórfico. Cultivos Tropicales. No 1. p. 18-22.

Zamarripa, L. J. 2000. Interacción de Líneas Avanzadas e Híbridos de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) Extrafirmes de Hábito Determinado. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

## VII.- APENDICE

Tabla de datos de la variable rendimiento gramos por planta para el CUARTO corte (11/11/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1 - El Cid (SM)	576.0	463.6	534.85	515.3	363.7	548.4
2 - El Cid (CM)	488.7	523.4	358.4	437.7	450.3	460.8
3 - TsAN-10003 (SM)	869.9	815.1	698.9	868.3	765.8	875.4
4 - TsAN-10003 (CM)	930.0	913.3	1031.4	846.8	1072.3	813.4
5 - Imperial (SM)	638.4	605.0	438.8	784.9	1003.0	670.8
6 - Imperial (CM)	891.2	796.5	661.4	839.2	635.7	795.9

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Genotipos	2	975264	487632	41.4926	0.000**
Inoculación	1	23016	23016	1.9584	0.169
Gen × Ino.	2	45216	22608	1.9237	0.162
Error	30	352568	11752.2666		
Total	35	1396064			

CV = 15.6%

\*\* = Significativo al 0.01%

Tabla de datos de la variable rendimiento gramos por planta para el QUINTO corte (25/11/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	301.2	318.6	317.4	258.6	330.0	291.1
2	279.9	252.2	378.4	353.5	356.5	380.4
3	771.9	628.1	823.3	593.9	876.2	846.6
4	1030.4	1047.1	870.8	1011.7	822.5	798.8
5	876.4	693.2	699.2	760.6	703.0	907.2
6	617.9	622.4	728.1	780.7	679.4	612.7

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el quinto corte, 25 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Genotipos</b>	2	1818277	909138.5	123.8552	0.000*
<b>Inoculación</b>	1	10918	10918.0	1.4874	0.230
<b>Gen × Ino.</b>	2	112103	56051.5	7.6361	0.002*
<b>Error</b>	30	220210	7340.3334		
<b>Total</b>	35	2161508			

CV= 13.6% \* = Significativo al 0.05%

Tabla de datos de la variable rendimiento g/planta para el SEXTO corte (08/12/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	359.9	306.7	373.9	235.8	331.6	335.2
<b>2</b>	353.0	395.1	296.5	237.1	325.1	338.0
<b>3</b>	883.1	924.4	537.8	875.1	764.2	886.3
<b>4</b>	950.4	1031.1	1049.3	1150.4	1068.3	1055.4
<b>5</b>	805.4	973.4	698.6	795.7	721.1	671.6
<b>6</b>	772.4	942.4	696.7	686.7	568.3	839.1

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Genotipos</b>	2	2362405	1181202.5	119.2162	0.000**
<b>Inoculación</b>	1	45194	45194	4.5613	0.039
<b>Gen × Ino.</b>	2	128306	64153	6.4748	0.005*
<b>Error</b>	30	297242	9908.0664		
<b>Total</b>	35	2833147			

CV=14.7%

Tabla de datos para la variable diámetro polar para el CUARTO corte (11/11/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	7.728	6.711	6.117	6.012	5.958	6.695
<b>2</b>	6.912	6.976	6.166	6.800	5.663	6.982
<b>3</b>	6.358	5.852	6.205	6.980	6.012	6.668
<b>4</b>	6.106	6.302	7.263	6.714	7.076	6.464
<b>5</b>	5.660	5.522	4.705	6.467	5.902	5.632
<b>6</b>	6.086	5.700	6.347	5.674	5.832	5.560

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamiento</b>	5	6.288	1.258	5.594*	0.0000
<b>Error</b>	30	6.744	0.225		
<b>Total</b>	35	13.032			

CV = 7.51%

Tabla de datos para la variable diámetro polar para el QUINTO corte (25/11/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	6.290	6.275	6.310	5.697	6.512	5.302
<b>2</b>	5.992	6.387	6.220	6.232	5.414	6.744
<b>3</b>	6.222	6.205	6.240	6.000	6.352	6.250
<b>4</b>	6.387	6.200	6.257	7.040	6.124	6.208
<b>5</b>	5.308	5.514	5.274	5.564	5.026	5.962
<b>6</b>	5.547	5.752	5.714	5.622	5.707	6.107

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamientos</b>	5	3.8890	0.7778	8.53*	0.000
<b>Error</b>	30	2.7371	0.0912		
<b>Total</b>	35	6.6262			

CV=5%

Tabla de datos para la variable diámetro polar para el SEXTO corte (08/12/2006).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	6.250	5.646	5.378	5.108	5.762	5.896
2	5.996	6.266	6.250	5.414	5.724	6.016
3	6.068	6.890	6.842	6.912	6.312	7.010
4	6.075	6.855	5.905	6.917	6.098	6.552
5	6.547	5.714	4.982	5.894	5.550	5.465
6	5.112	6.294	5.342	5.454	4.978	5.598

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable diámetro polar para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	5	6.608	1.322	7.28*	0.000
Error	30	5.445	0.181		
Total	35	12.053			

S = 0.4260                      R<sup>2</sup> = 54.82%              CV=7.1%

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial para el CUARTO corte (11/11/2006).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	5.532	4.715	4.931	4.735	4.774	5.081
2	5.184	5.176	4.614	4.772	4.896	4.814
3	6.522	6.462	6.277	7.442	6.330	6.606
4	6.926	7.030	6.538	6.948	7.414	6.572
5	7.112	7.112	6.180	7.502	7.484	6.594
6	7.292	7.016	6.427	7.310	7.192	6.992

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	5	31.155	6.231	45.92*	0.000
Error	30	4.070	0.136		
Total	35	35.225			

CV=5.9%

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial para el QUINTO corte (25/11/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	4.677	4.730	4.697	4.505	4.837	4.328
<b>2</b>	4.780	4.500	5.186	4.726	4.848	4.856
<b>3</b>	7.460	7.070	7.107	6.955	6.920	6.330
<b>4</b>	7.787	7.620	7.205	7.127	6.928	6.408
<b>5</b>	7.346	6.868	6.818	6.852	6.794	7.240
<b>6</b>	6.880	6.917	6.612	6.822	7.352	6.930

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamientos</b>	5	42.3624	8.4725	87.45*	0.000
<b>Error</b>	30	2.9065	0.0969		
<b>Total</b>	35	45.2690			

CV= 4.9%

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial para el SEXTO corte (08/12/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	4.414	4.248	4.441	3.393	4.496	4.466
<b>2</b>	4.590	5.032	4.710	4.340	4.722	4.482
<b>3</b>	7.224	7.202	7.328	7.454	7.060	7.354
<b>4</b>	7.192	7.432	6.350	7.450	6.750	6.742
<b>5</b>	7.197	7.594	6.386	6.590	6.376	7.170
<b>6</b>	7.154	7.080	6.526	6.552	6.000	7.092

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamientos</b>	5	52.389	10.478	68.7*	0.000
<b>Error</b>	30	4.575	0.153		
<b>Total</b>	35	56.964			

CV=6.3%

Tabla de datos para la variable diámetro de pedúnculo del CUARTO corte (11/11/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	0.880	0.740	1.030	1.382	1.100	1.400
2	0.638	0.742	1.360	0.860	1.100	1.330
3	0.687	0.538	1.040	1.196	1.082	1.275
4	0.615	0.670	1.282	1.280	1.397	1.630
5	0.616	0.654	1.357	1.538	1.374	1.300
6	0.688	0.670	1.380	1.032	1.058	1.364

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamiento	5	2.8679	0.5736	24.76*	0.000
Error	30	0.7062	0.0235		
Total	35	3.5742			

CV=14%

Tabla de datos para la variable diámetro del pedúnculo para el QUINTO corte (25/11/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	1.060	0.617	0.832	1.107	1.194	1.112
2	0.635	0.522	1.020	1.042	1.106	1.135
3	0.657	0.546	0.880	1.255	1.338	1.272
4	0.637	0.636	1.115	1.285	1.250	1.216
5	0.630	0.622	1.062	1.228	1.194	1.210
6	0.544	0.728	1.230	1.032	1.316	1.177

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	5	2.1462	0.4292	30.57*	0.000
Error	30	0.4212	0.0140		
Total	35	2.5674			

S = 0.1185 R<sup>2</sup> = 83.59% CV=12%



Tabla de datos para la variable diámetro del pedúnculo para el SEXTO corte (08/12/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	1.232	1.118	1.090	1.320	1.287	1.246
<b>2</b>	1.248	1.240	1.216	1.302	1.344	1.282
<b>3</b>	1.230	1.255	1.316	1.212	1.256	1.282
<b>4</b>	1.247	1.250	1.360	1.280	1.300	1.290
<b>5</b>	1.200	1.168	1.348	1.198	1.242	1.284
<b>6</b>	1.068	1.260	1.292	1.244	1.195	1.232

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable diámetro del pedúnculo para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamientos</b>	5	0.02765	0.00553	0.264*	0.000
<b>Error</b>	30	0.12127	0.00404		
<b>Total</b>	35	0.14891			

CV= 5.1%

Tabla de datos para la variable tamaño de cierre floral del CUARTO corte (11/11/06).

<b>Repetición</b> <b>Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	0.180	0.168	0.236	0.216	0.290	0.330
<b>2</b>	0.200	0.200	0.225	0.224	0.300	0.282
<b>3</b>	0.212	0.132	0.290	0.148	0.222	0.217
<b>4</b>	0.174	0.136	0.267	0.268	0.292	0.330
<b>5</b>	0.166	0.110	0.232	0.234	0.308	0.295
<b>6</b>	0.175	0.108	0.168	0.318	0.260	0.194

Cuadro 13A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el cuarto corte 11 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamiento</b>	5	0.08435	0.01687	9.36*	0.000
<b>Error</b>	30	0.05410	0.00180		
<b>Total</b>	35	0.13844			

CV=1.8%

Tabla de datos para la variable tamaño de cierre floral para el QUINTO corte (25/11/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	0.127	0.175	0.172	0.222	0.228	0.187
2	0.222	0.132	0.172	0.272	0.306	0.217
3	0.200	0.138	0.215	0.212	0.288	0.262
4	0.165	2.712	0.260	0.272	0.218	0.204
5	0.172	0.122	0.237	0.288	0.242	0.237
6	0.136	0.128	0.207	0.268	0.196	0.275

Cuadro 14A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el quinto corte 25 de noviembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	5	0.06276	0.01255	11.09*	0.000
Error	30	0.03395	0.00113		
Total	35	0.09671			

CV=16%

Tabla de datos para variable tamaño de cierre floral para el SEXTO corte (08/12/06).

Repetición Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	0.244	0.236	0.262	0.257	0.295	0.192
2	0.322	0.252	0.312	0.290	0.314	0.220
3	0.288	0.210	0.274	0.222	0.266	0.224
4	0.187	0.252	0.276	0.327	0.218	0.248
5	0.208	0.238	0.296	0.266	0.218	0.226
6	0.218	0.242	0.276	0.252	0.320	0.186

Cuadro 15A. Análisis de varianza para la variable tamaño de cierre floral para el sexto corte 8 de diciembre de 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P
Tratamientos	5	0.01891	0.00378	3.18*	0.020
Error	30	0.03573	0.00119		
Total	35	0.05464			

CV=1.3%

Tabla de datos para la variable altura de planta al FINAL de la cosecha (25/11/2006).

<b>Repetición Tratamiento</b>	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
<b>1</b>	5.85	5.25	4.80	3.65	4.30	5.60
<b>2</b>	5.10	4.45	4.60	5.20	4.40	5.90
<b>3</b>	3.20	3.30	2.45	3.19	3.34	3.37
<b>4</b>	3.36	2.63	2.99	2.95	2.83	3.12
<b>5</b>	4.85	5.30	4.45	5.20	4.80	5.15
<b>6</b>	5.60	5.45	5.30	4.70	4.95	5.40

Cuadro 16A. Análisis de varianza para la variable altura de planta hecha el 25 de noviembre de 2006.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tratamientos</b>	5	30.891	6.178	26.09*	0.000
<b>Error</b>	30	7.105	0.237		
<b>Total</b>	35	37.996			

CV=11%