

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Respuesta a la Aplicación de *Endospor* en Tres Genotipos de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill.), Bajo Condiciones de Invernadero e
Hidroponia.**

POR:

POMPEYO RIVERA CARRETES

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero del 2007.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Respuesta a la Aplicación de *Endospor* en Tres Genotipos de Tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill.), Bajo Condiciones de Invernadero e
Hidroponia.**

TESIS

PRESENTADA POR:

POMPEYO RIVERA CARRETES.

**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**

**Biol. Silvia Pérez Cuellar
Sinodal**

**M.C. Emilio Padrón Corral
Sinodal**

**Dr. Alfonso Reyes López
Suplente**

**M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA
Coordinador de la División de Agronomía**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Enero de 2007

AGRADECIMIENTOS

Al Filántropo saltillense don **Antonio Narro**, quien heredó su valioso legado para la creación de una escuela de Agricultura, para que jóvenes de escasos recursos pudieran capacitarse técnicamente y así obtener un empleo digno en el campo mexicano. Con el fin de contribuir al desarrollo sostenible del medio rural del país.

A la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”**, por permitirme ser parte de ella y por formarme como profesionista con valores personales que adquirí en el transcurso de mi estancia, pero sobre todo por haberme dado las herramientas necesarias para hacer producir sustentablemente a la Madre Tierra.

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 su finca piloto.

Al **M.C. Alfredo Sánchez López**, mi admiración y respeto como investigador, por haber depositado en mí la confianza y darme la oportunidad de participar en su línea de investigación, además de ser un catedrático con excelente ética profesional, pero sobre todo por su trato humano, así como por su apreciable amistad y su valiosa asesoría y supervisión en la ejecución del presente trabajo. Pero sobre todo por haberme compartido sus conocimientos.

A la **Biol. Silvia Pérez Cuellar**, con admiración y respeto por haberme brindado y transmitido sus conocimientos, y por los sabios consejos, y regaños que me dio durante mi estancia en la Universidad, por haberme abierto las puertas de su casa, y haber conocido su apreciable familia, pero sobre todo por haberme dado la oportunidad de tener su valiosa amistad y permitirme ser su amigo.

Al **M.C. Mario A. López Gutiérrez**, por permitir la realización del presente trabajo en la Finca Piloto de Plasticultura del Departamento de Fitotecnia, de la U. A. G; la cual está a su digno cargo. De igual forma por su colaboración y asesoría en la revisión del presente trabajo.

Al **M.C. Emilio Padrón Corral**, por su participación y asesoría en la parte estadística, sin la cual no hubiera sido posible la interpretación de los datos obtenidos en campo, así como por sus valiosas sugerencias del presente trabajo.

Al Dr. **Alfonso Reyes López**, por facilitarnos el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura. Y a la **Mc. Mildred Flores Verastegui** por las facilidades brindadas en el presente trabajo.

A mis compañeros y amigos: Lucía Monrroy, Eduardo Herrera, Ing. Ricardo Sánchez, Ing. Daniel Velásquez, Guillermo S. Abadía, Martín Ballinas; por haber compartido tantos momentos inolvidables durante la carrera, pero sobre todo por brindarme su apoyo.

A Gilberto César Reyes Santiago, por brindarme su apoyo y amistad durante la realización del presente trabajo en mi viaje de estancia.

A mis compañeros con los que compartí un hogar: Ing. Carmelo Alanís, Ing. Adrián Delgadillo, Ing. Gerardo Reyes, Ing. Salvador Rivera, Ricardo Reyes, Guillermo Rodríguez, Jesús E. de los Santos. Por haber pasado momentos inolvidables pero sobre todo por haber convivido durante mucho tiempo.

A los maestros del Departamento de Horticultura, por haberme transmitido sus conocimientos.

DEDICATORIAS

A Dios, por concederme el don de la vida, pero sobre todo por permitirme cada día vivir y estar cerca de mis seres queridos. Por haberme concedido una de las tantas peticiones puestas a tí.

Esté logro representa la primera etapa trascendental de mi vida, y el gran esfuerzo que mis padres y familiares han hecho posible para su culminación.

Con del debido amor que ellos merecen, por haberme dado la vida, mí admiración, respeto y comprensión, por haber depositado en mi su confianza, Quines lucharon incansablemente para que yo fuera alguien en la vida, quienes pusieron el ejemplo para la superación con hechos, quienes sufrieron pero vencieron y me mostraron el camino a seguir, quienes han hecho hasta lo imposible por mí sin esperar nada a cambio; solo me queda decirles que este trabajo representa la respuesta a su esfuerzo y dedicación. Espero no haberlos defraudado.

Por lo anterior y mucho más, dedico con todo mí ser el presente trabajo:

**A *mis padres*: Salvador Rivera López
Natalia Carretes Sánchez**

A ustedes que me han inculcado los valores del trabajo, respeto y honradez, pero sobre todo por su amor incondicional.

**A *mis hermanos*: Roberto, Efraín, Amador, Ambrosio,
Beatriz Adriana, Salvador y Eduardo.**

Por todo el cariño y amor de familia que he recibido de su parte, por apoyarme e inspirarme, por convivir tantos momentos juntos, por demostrarme que aun en los momentos más difíciles que hemos pasado, hemos salido adelante. Los quiero mucho.

A mis cuñadas: Oralia Jiménez y Rosalba Rivera, por formar parte de nuestra hermosa familia.

A mis sobrinos: Diana Lizbet, Efraín, Jazmín Xitlali, Jesús Amador, por llenar de alegría nuestra familia y ser fuente de motivación para no estar triste.

A ti cosita hermosa por haber compartido momentos inolvidables juntos, por tus sabios consejos y regaños, pero sobre todo por tu cariño, comprensión y el apoyo que me brindaste, más allá todo por tu amistad.

A todas aquellas personas que me brindaron su confianza y amistad no encuentro palabras para agradecerles eternamente su gran gesto de humanidad, muy difícil de darse en estos tiempos de incertidumbre social. Que Dios los bendiga.

.....Mil Gracias.....

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
INDICE DE CUADROS	X
INDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos específicos	4
Hipótesis	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Hidroponia	5
Ventajas del cultivo sin suelo	5
Desventajas del cultivo sin suelo	6
Producción de tomate en invernadero	7
Temperatura	8
Iluminación	9
Humedad relativa	9
CO₂	9
Sistema de cultivo sin suelo	10
Los cultivos realizados en un sustrato	10
Plantas	11
Solución nutritiva	11
Contenedores (sacos de cultivo)	11
Sustrato	11
Sistema de riego	11
Sustratos	11
Clasificación de los sustratos	12
Químicamente inertes	12
Químicamente activos	12
Sustratos utilizados en cultivo sin suelo	13
Lana de roca	13
Perlita	13

Fibra de coco	14
Turbas	14
Tezontle	15
Propiedades físicas	16
Propiedades químicas	16
Otras propiedades	17
Aspectos Generales de las Micorrizas	17
Clasificación	18
Ubicación taxonómica	19
Clasificación de los hongos micorrizicos de acuerdo al tipo de hifa	20
Micorrizas Ectótrofas O Ectomicorrizas	20
Ectendomicorrizas	20
Micorrizas Endótrofas, Vesículo-Arbusculares o Endomicorrizas	20
Simbiosis de hongos micorrizicos arbusculares	23
Etapas de la formación de Hongos Micorrizicos Arbusculares	24
Cuáles son los beneficios de las Micorrizas para las plantas	26
Efectos benéficos que producen las micorrizas para los suelos	28
Transporte de nutrimentos	29
Nutricion de los Hongos Micorrizicos Arbusculares	31
Investigaciones realizadas con la aplicación de hongos micorrizicos en diferentes especies	31
Investigaciones realizadas en el cultivo de tomate	33
MATERIALES Y METODOS	37
Localización del Área de Estudio	37
Clima	38
Agricultura	38
Establecimiento del Experimento	38
Siembra	39
Transplante	39
Descripción del Material vegetativo	39
Descripción del Cid	39
Descripción del TSAN-10003	40

Descripción del Imperial	40
Descripción del producto aplicado “Endospor”	40
Descripción de los tratamientos	41
Diseño y modelo estadístico	42
Modelo	42
Análisis estadístico	43
Labores del cultivo	43
Poda	43
Sistema de conducción	44
Fertirrigación	44
Aplicaciones de productos agroquímicos	45
Variables Evaluadas	46
Rendimiento	46
Gramos por planta	46
Calidad	46
Diámetro del fruto	46
Diámetro polar	46
Diámetro ecuatorial	46
Firmeza	47
Grados brix (Sólidos solubles)	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
Producción en gr/planta	48
Rendimiento en kilogramos por metro cuadrado	50
Diámetro ecuatorial	52
Diámetro polar	54
Firmeza	55
Grados brix (Sólidos solubles)	58
CONCLUSIONES	60
LITERATURA CITADA	61
APENDICE	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro	.	Página
1	Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas.....	8
2	Caracterización física del tezontle negro usado como sustrato en invernadero.....	16
3	Ubicación taxonómica de los hongos micorrizicos.....	20
4	Composición del producto Endospor	41
5	Descripción de los tratamientos.....	42
6	Soluciones nutritivas empleadas bajo hidroponía reportadas en Partes por millón.....	45
7	Fechas de aplicación de productos agroquímicos.....	45
8	Rendimientos promedios por planta para el factor genotipos en las tres fechas de cosecha (Prueba de Tukey).....	49
9	Rendimiento promedio en kg.m^{-2} para los diferentes genotipos con y sin aplicación de Endospor.....	51
10	Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro Ecuatorial en tres evaluaciones, en laboratorio bajo condiciones controlas.....	53
11	Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro polar.....	55
12	Firmeza expresada en kilogramos en tres genotipos de tomate de hábito indeterminado a los 15, 20 y 25 días después de cosecha.....	56
13	Comparación de medias para el factor genotipo par ala variable Grados brix en almacén.....	59

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Muestra la simbiosis del hongo con la raíz de los diferentes tipos de micorrizas.....	22
2	Colindancias del municipio de Jesús. María, Aguascalientes.....	37
3	Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los diferentes genotipos para el primer corte.....	48
4	Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los genotipos para el segundo corte.....	49
5	Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los genotipos para el tercer corte.....	50
6	Rendimiento promedio expresado en kg m ⁻² en tres genotipos de tomate con la aplicación, y sin aplicación de de <i>Endospor</i>	52
7	Diámetro ecuatorial de los genotipos en tres evaluaciones, en tres evaluaciones.....	54
8	Diámetro polar de los genotipos en tres evaluaciones.....	57
9	Comportamiento de la firmeza en kg a través del tiempo, de tres genotipos de tomate de hábito indeterminado en diferentes fechas de evaluación.....	57
10	Contenido de sólidos solubles (grados brix) en tres genotipos de tomate de hábito indeterminado a través del tiempo.....	59

RESUMEN

El presente trabajo se realizó 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 que celebran la UAAAN y UAA C. No. C 190/04) En el periodo Septiembre – Noviembre del 2006, en un invernadero tipo BATICENITAL de la marca ACEA, y para la evaluación de almacén estas se realizaron en Laboratorio de Postcosecha ubicado en el Departamento De Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El objetivo de estimar los efectos de las endomicorrizas en su comportamiento en cuanto a rendimiento y calidad de fruto. Para esto se utilizaron plantas de tres genotipos de tomate de hábito Indeterminado (Cid, TSAN-10003 y Imperial), y como endomicorrizas se utilizo el producto “**Endospor**”. Aplicando 3 gramos del producto por charola de 200 cavidades. Se utilizo un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2, con 6 repeticiones donde el factor A fueron los genotipos y el factor B la y no aplicación del producto “**Endospor**”. El manejo agronómico fue uniforme para los tres genotipos. Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que los factores en estudio se comportaron de manera independiente ya que no se encontró interacción alguna entre genotipos y la aplicación de “**Endospor**”. Sin embargo solo se encontró significancia en el factor A. Mostrando el mayor rendimiento los genotipos TSAN-10003 e Imperial con un rendimiento de y 2.227 y 2.178 kg/planta y por ultimo el genotipo Cid con 1.356 kg/planta. El diámetro ecuatorial los valores mas altos los presentan los genotipos TSAN-10003 y Imperial, con 7.24 y 7.17 cm, y por ultimo el genotipo Cid con 5.08 cm. El genotipo TSAN-1003 y Cid presentan el mayor diámetro polar 7.5 cm, mientras que el Imperial 5.7 cm. En cuanto al carácter de firmeza a los 25 días después de cosecha la presenta el genotipo Cid con 1.95 kg/cm² siendo significativamente superior al resto de los genotipos. La mayor concentración de grados Brix la presenta el genotipo Cid 4.4 seguido de TSAN-10003 con 3.76, y por ultimo el genotipo Imperial con 3.233.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del tomate es una de las hortalizas más importantes, no solo para México, sino para una gran parte del mundo, debido a la gran cantidad de divisas que genera a los países donde se cultiva. El tomate es el segundo producto de consumo en el mundo, que junto con la papa aportan el 50 % de la producción mundial de hortalizas (SIAP, 2005).

Las exportaciones para enero-septiembre del 2005 de tomate fresco ascendieron a: 673, 289.000 dólares, mientras que para enero-septiembre del 2006 aumentaron en un 38.4 %, con un valor de: 931, 744.000 dólares (SIAP, Bancomex 2006).

El tomate es la hortaliza de mayor importancia económica para México. Sin embargo, anualmente se tienen grandes pérdidas de cosecha debido a fenómenos meteorológicos perjudiciales a dicho cultivo, aunado a esto, los rendimientos decaen severamente y se obtiene fruta de mala calidad por condiciones de mal manejo y uso de semillas de bajo potencial. Así mismo, en el mercado, también se tienen grandes pérdidas, debido a que la fruta no tiene la calidad requerida para estar en condiciones al consumo humano, posterior a la cosecha.

Siendo el objetivo principal de producir bajo invernaderos, el tener a las plantas de tomate en condiciones favorables para conseguir su óptimo 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 crecimiento de la producción de tomate en invernadero, ya que tan solo en 1990 existían 50 hectáreas de invernadero, para 1999 había (600 Ha), mientras que para el 2001 (950 Ha), para el 2004 (2,545 Ha), para el 2005 (2,700 Ha), mientras que para el 2006 se estima que llegará a 3,000 hectáreas de invernadero (AMPHI, 2006).

Los rendimientos son variables de acuerdo a la tecnología utilizada, teniendo 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 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 rendimiento 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 el suelo. Sin embargo en la actualidad casi el 35 % de la superficie de invernaderos utilizan sustratos hidropónicos, que van desde el 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 productoras 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 éstos 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).

Se han realizado estudios que demuestran que la inoculación con hongos micorrícicos 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 enfermedades, permitiendo mayor absorción de nutrientes, resistencia a condiciones de estrés y mayor germinación de semillas entre otros (Álvarez, 1998).

Por lo tanto, en la presente investigación se evaluó la efectividad de la aplicación del producto **Endospor** (hongos endomicorrícicos), en el cultivo de tomate con respecto al comportamiento en cuanto a rendimiento y calidad de fruto.

Objetivo general

Determinar la respuesta del **Endospor** bajo condiciones de invernadero en un sustrato inerte (tezontle), con tres genotipos de tomate de hábito indeterminado en la región de Jesús Maria, Aguascalientes.

Objetivos específicos

Observar la respuesta del **Endospor**, en la asimilación de nutrimentos en tres genotipos de tomate.

Estimar los efectos del sustrato con la aplicación de **Endospor** para determinar el comportamiento entre genotipos.

Estimar los efectos del **Endospor** en su comportamiento en cuanto a rendimiento y calidad de fruto.

Hipótesis

La aplicación de **Endospor** en los diferentes genotipos de tomate superará al testigo absoluto, bajo condiciones de hidroponía.

El sustrato utilizado influirá para la asimilación de nutrimentos con el efecto del **Endospor**.

La respuesta del **Endospor** aportará algún efecto importante en cuanto a rendimiento y calidad de fruto, en los diferentes genotipos de tomate.

REVISIÓN DE LITERATURA

Hidroponia

Miranda (1999), menciona que se deriva del vocablo griego “Hydro” (agua) y “Ponos” (labor o trabajo). Hidroponía etimológicamente significa “trabajo en agua” o cultivo en agua. Actualmente se considera como el establecimiento de cultivos sin suelo. La Real Academia de la Lengua Española lo define, como sistema de producción en el cual las plantas se riegan con una mezcla de elementos nutritivos disueltos en agua y, en el que se sustituye el suelo por un sustrato (mineral u orgánico) inerte, o por la propia solución nutritiva.

Sánchez y Escalante (1989), definen la hidroponía como un sistema de producción, en el que 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 mas adecuadas para el desarrollo vegetal.

Ventajas del cultivo sin suelo

- a) Posibilidad de aumentar el rendimiento. Ya que se ha comprobado que el promedio de producción de tomate en hidroponía es de: 40 a 50 kg. de frutos/m².
- b) Posibilidad de mejorar las características cualitativas de la producción, lo cual se logra con 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) Mayor facilidad para establecer infraestructuras permanentes y de fácil manejo.

- d) Mayor facilidad y eficiencia del uso de sistemas de calefacción radial, que se colocan junto a los sacos o bolsas de cultivo.
- e) Reducción de los costos de mano de obra, al disminuir las necesidades de labores como la desinfección del suelo y tratamientos fitosanitarios.
- f) La posibilidad de reducir el consumo de agua, sobre todo cuando se utilizan sistemas cerrados, con recirculación de la solución nutritiva.
- g) Posibilidad de reducir los costos de aplicación de agroquímicos, al emplear sistemas de producción integrada.

Desventajas del cultivo sin suelo

- 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 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 del 2004).

AMPHI (2004), Citan que el 85 % de los cultivos en invernaderos utilizaban el 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 el tezontle, turba y perlita, hasta lana de roca, para obtener mayor rendimiento y calidad de los frutos.

Producción de tomate en invernadero

Márquez (1978), Menciona que el objetivo principal de producir bajo invernaderos es tener a las plantas de tomate en condiciones favorables, para conseguir su óptimo desarrollo y productividad.

Alpini (1999), reporta 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 CO₂, para crearle un ambiente agradable a la planta y obtener como respuesta del cultivo una mayor productividad.

Asimismo 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 del tomate, las limitantes de productividad del cultivo están determinadas por la potencialidad genotípica 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 productiva muy alta, y que muy raras veces logra expresarse de manera plena.

Alpini (1999), señala que entre las causas que lo impiden están las enfermedades y parásitos, 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 de tomate, al máximo consentido por la expresión del

genotipo, al eliminar la aleatoriedad del clima y acercar el ambiente a las condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas.

Temperatura

Vázquez (2004), hace referencia a que la temperatura del invernadero viene determinada por la radiación infrarroja corta, que al incidir sobre terreno y plantas los calienta; la radiación infrarroja larga que calienta la cubierta y por fin, la radiación emitida por cubierta, terreno y plantas provoca el aumento de 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 mas yemas, tanto vegetativas como de floración. Las principales exigencias de temperaturas se enlistan a continuación en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Temperaturas para las diferentes etapas fenológicas.

Condiciones	Temperatura (°C)
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 biología	8 - 10
Temperatura floración / fecundación día	23 - 26
Temperatura floración / fecundación noche	15 - 18
Temperatura de maduración a rojo	15 - 22
Temperatura de maduración a amarillo	Mas de 35

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 de un invernadero, la luz actúa sobre el crecimiento y el desarrollo de las plantas, como fuente de energía para la asimilación fotosintética del CO₂, así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo. La concentración óptima de iluminación es de: 10,000 y 15,000 lux.

Humedad relativa

Alpini (1999), menciona que cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones al tomate, pimiento y berenjena les beneficia una HR sobre el 65–70 %. La HR del aire es un factor climático, que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR 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 del mal cuaje; para que la HR se encuentre lo mas cerca posible de lo óptimo, el agricultor debe ayudarse de un higrómetro.

CO₂

Alpine (1999), menciona que el CO₂ atmosférico, es 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 está entre: 1,000 – 3,000 ppm de CO₂, pudiéndose aplicar en sistemas presurizados (cintilla y goteros).

Sistema de cultivo sin suelo

Vázquez (2004), dependiendo del medio en el que se desarrollan las raíces, los sistemas de cultivo sin suelo se pueden clasificar en tres grupos: 1) cultivos en sustrato; 2) cultivos en agua (hidropónicos) y 3) cultivos en aire (aeropónicos).

Los cultivos realizados en un sustrato

Según el manejo al que se ven sometidos, pueden funcionar por inundación periódica del sustrato, ya sea por subirrigación, con recogida del retorno en la misma donde se guarda la solución nutritiva, o distribuyendo la solución nutritiva mediante sistemas de goteo.

Ramírez (2005), los sustratos que se caracterizan por su baja capacidad para retener el agua y los nutrientes (grava, 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 abierto o cerrado.

Vázquez (2004), en la conducción del cultivo sin suelo al igual que el cultivo en 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, C.E. del medio donde se desarrolla la raíz y 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:

Plantas

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

Solución nutritiva

Es la disolución de diversos fertilizantes en el agua, la cual aportará los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo.

Contenedores (sacos de cultivo)

Deben utilizarse contenedores que no reaccionen con la solución nutritiva. De preferencia contenedores de polietileno, pvc, etc.

Sustrato

Existe una gran variedad de sustratos que se pueden utilizar, pero la elección de éste dependerá del tipo de agua de riego, la automatización o el tipo de invernadero. Para cielo abierto se considera el clima de esa región.

Sistema de riego

Para este caso debe ser automatizado y de alta frecuencia (riego localizado), para suministrar de manera oportuna y cuando lo requiera la planta y evitar estrés por déficit.

Sustratos

Rodríguez (1997), menciona que el término sustrato se aplica en horticultura a todo material distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor en forma pura o mezclado permite el anclaje del sistema radicular. El sustrato desempeña, por tanto, un papel de soporte para la planta. Puede intervenir (material químicamente activo), o no (material inerte) en el proceso de nutrición.

Por su parte Abad (1993), lo define como todo material sólido distinto al suelo, natural o de síntesis, mineral u orgánico que colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no, en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Nuez et al., (1995), citan que la función mas 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 o soporte mecánico de las plantas. Cada sustrato requiere de su propio plan de riego y fertilización.

Clasificación de los sustratos

Químicamente inertes

Fernández et al., (1998), especifican 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.

Químicamente activos

Urrestarazu (2000), hace referencia que estos reaccionan entre sí 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.

Sustratos utilizados en cultivo sin suelo

Ramírez (2005), indica 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 económicos, etc.

Lana de roca

Es un producto mineral transformado industrialmente por temperaturas elevadas, se trata de un silicato de Al (aluminio) con presencia de Ca (calcio) y Mg (magnesio) y trazas de hierro (Fe) y manganeso (Mn). Este sustrato se utiliza principalmente en países europeos como: Holanda, Francia, Reino Unido y Dinamarca.

Es un material con una porosidad total elevada (superior al 95%), una alta capacidad de retención de agua fácilmente disponible y gran aireación; sin embargo, desde el punto de vista químico, es prácticamente inerte, sin ninguna capacidad tampón, lo que exige un perfecto control de la nutrición hídrica y mineral, presenta el problema de la eliminación de residuos, una vez finalizada su vida útil. En los últimos años se ha extendido el rumor de que pudiera ser cancerígena y producir irritaciones en la piel.

Perlita

Calderón (2001), reporta que se trata de un silicato de aluminio de origen volcánico, se comercializa bajo distintos tipos que se diferencian en la distribución del tamaño de sus partículas y en su densidad. Presenta buenas propiedades físicas, sobre todo el tipo denominado B-12, lo que facilita el manejo del riego y minimiza los riesgos de asfixia o déficit hídrico. Numerosos artículos muestran los buenos rendimientos de la perlita, empleada como sustrato, en la producción de los cultivos. Un estudio comparativo de perlita, lana de roca y arena en la producción y calidad del melón, mostró resultados

similares al emplear perlita o lana de roca. No obstante, existe un inconveniente, 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.

Fibra de coco

Ramírez (2005), reporta que 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^3 , su porosidad es bastante buena y debe ser lavado antes de su uso debido al alto contenido de sales que posee.

Turbas

Están formadas por restos de musgos y otras plantas superiores que se hallan en proceso de carbonización lenta, fuera del contacto con el oxígeno, a causa de un exceso de agua, por lo que conservan largo tiempo su estructura anatómica. Los residuos vegetales pueden depositarse en diferentes ecosistemas, lo que daría lugar a la formación de dos tipos de turba: Sphagnum u oligotróficas y herbáceas o eutróficas. Las turbas Sphagnum son los componentes orgánicos más utilizados en la actualidad para medios de cultivos que crecen en macetas, debido a sus excelentes propiedades físico-químicas, sin embargo y a pesar de que durante casi 30 años las turbas han sido los materiales más utilizados como sustratos, en los últimos tiempos han sido sustituidas por los inorgánicos debido a alteraciones microbiológicas e interacciones con la disolución nutritiva, rápida descomposición, aireación reducida, etc; además las reservas de turba son limitadas y no renovables, por lo que su uso indiscriminado puede originar un impacto medioambiental de importancia.

Tezontle

Castellanos (2003), es uno de los sustratos mas utilizados en México en los cultivos sin suelo, pero por desdicha 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 a una 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 de adquisición es bajo, del orden de: \$ 100 pesos el m³; de forma que si en una hectárea se requieren 187.5 m³ equivaldrá a \$ 18,750 pesos. En caso de requerir 7.5 L/planta y dos plantas/bolsa; y por otro lado si se utilizan 15 L/planta, es decir una planta/bolsa el costo se eleva a \$ 37,500 pesos, pero esto garantiza que la reserva de agua en el contenedor sea mayor, previniendo el estrés en el cultivo en caso de alguna falla en el programa de riego.

No hay estudios normales en los que se haya evaluado esta variable en México. En el Cuadro 2, 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, el tezontle 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 retención de 37 %, y 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 de los sustratos que deben cumplir, para obtener buenos resultados en el crecimiento y desarrollo de la planta de tomate:

Cuadro 2. Caracterización física del tezontle negro usado como sustrato en invernadero.

Tezontle	Propiedades físicas			
Granulometría (mm)	Da g cm³	CA	RH	EPT
<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

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.
- e) Elevada porosidad.
- f) Estructura estable que impida la contracción o expansión del medio.

Propiedades químicas

- a) Baja o moderada capacidad de intercambio catiónico, 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.

Otras propiedades

- a) Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos.
- b) Reproducibilidad y disponibilidad.
- c) Bajo costo.
- d) Fácil de mezclar.
- e) Fácil de desinfectar y estabilidad frente a la desinfección.
- f) Resistencia a cambios extremos físicos, químicos y ambientales.

Aspectos Generales de las Micorrizas

Frank (1885), propone por primera vez el término micorriza, el cual se compone de dos vocablos griegos "mikes" que significa hongo y "rhiza" que significa raíz; para describir un fenómeno común en las raíces de ciertos árboles de los bosques templados de Norteamérica. Para Frank las raíces asociadas a los hongos del suelo diferían morfológicamente de aquellas que crecían en estos hongos. Por su parte Harley y Smith (1983), mencionan que representaban un fenómeno de naturaleza generalizada resultante de la unión orgánica entre las raíces del 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.

Castillo (1987), menciona que el término se refiere a la raíz de una planta más un hongo simbiote asociado, y se considera en conjunto como un órgano funcionalmente distinto, cuya función es la absorción de nutrientes 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 nutrientes que contengan carbono.

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

Mukerji *et al.*, (1998), encontraron que las asociaciones micorrícicas vesículo-arbuscular son las de ocurrencia más generalizada, ya que se han detectado en aproximadamente el 97 % de las plantas vasculares (por lo menos 300,000 especies), conociéndose alrededor de 140 especies de hongos.

Janerette (1991), menciona que más del 90% de las especies vegetales viven asociadas en forma de simbiosis con ciertos hongos del suelo, el 95 % de las especies corresponden al tipo vesículo-arbuscular, distribuidas principalmente en la plantas herbáceas, algunas de importancia agronómica como: cebolla, maíz, trigo, tomate, frijol, 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, manzana y nogal, encontró que en un 91 % presentaron asociación micorrízica del tipo vesículo-arbuscular.

Clasificación

Saucedo (1987), menciona que comúnmente son reconocidos siete grupos de hongos micorrícicos, los ectomicorrícicos (EM), ericoides, arbutoide, monotrofoide, 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.

Continua citando que 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 (EM), 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.

Ubicación taxonómica

La identificación de los hongos micorrícicos se lleva a cabo por medio de la observación microscópica de la estructura de las 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 la identificación sexológica de las esporas, análisis de los conocimientos celulares por cromatografía de gases, así como perfiles de lípidos y ácidos grasos.

Perotto (1994), menciona que los hongos MVA pertenecen al orden de los *Glomales*, ver Cuadro 3; incluyendo un número limitado de géneros: (*Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora* y *Scutellospora*). 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.

Cuadro 3. Ubicación taxonómica de los hongos micorrizicos

Orden	<i>Glomales</i>					
Suborden	<i>Glominae</i>				<i>Gigasporinae</i>	
Familia	<i>Acaulosporaceae</i>		<i>Glomaceae</i>		<i>Gigasporaceae</i>	
Genero	<i>Acaulospora</i>	<i>Entrophosphora</i>	<i>Glomus</i>	<i>Sclerocyttis</i>	<i>Gigaspora</i>	<i>scutellospora</i>

Fuente. INVAM, 1998.

Clasificación de los hongos micorrizicos de acuerdo al tipo de hifa

Micorrizas Ectótrofas O Ectomicorrizas

Según Marks y Kozlowski (1973), éstas se caracterizan por la penetración intercelular del micelio con modificaciones morfológicas evidentes en las raíces colonizadas. Estas se encuentran en árboles de hoja ancha como el roble y la haya, y en coníferas como el pino, el abeto y el arce, e incluyen a miembros de los Ascomycotina o con mayor frecuencia, de los Basidiomycotina. La penetración entre las células corticales y no a través de ellas, da lugar al termino *ectótrofo* que significa “que se alimenta del exterior”.

Ectendomicorrizas

Castillo (1987), menciona que 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.

Micorrizas Endótrofas, Vesículo-Arbusculares o Endomicorrizas

Sanders *et al.*, (1975), mencionan que se caracterizan por la penetración intra e intercelular y ausencia de modificaciones morfológicas en las raíces. Son

de ocurrencia muy generalizada y se subdividen en: ericoides, orquidoides y vesículo-arbusculares (MVA). Estas micorrizas son muy comunes en una amplia gama de plantas herbáceas y también en algunos árboles, tanto en especies cultivables como en las naturales. Reyes (1993), menciona que los hongos micorrízicos arbusculares, son considerados como biotróficos obligados, ya que obtienen todos sus componentes carbonados de la planta hospedante.

Estas micorrizas no forman un manto, ver Figura 1, por lo que las raíces infectadas 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 los de un árbol), intrincadamente ramificados dentro de las células individuales. Estas estructuras dan origen a su nombre: micorrizas vesículo-arbusculares.

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

En las endomicorrizas las hifas se desarrollan tanto intra como intercelularmente en las células de la raíz, pero no forman un manto fúngico. Este tipo de micorriza se denomina también micorriza vesículo arbuscular (MVA).

Paul y Clark (1989) y Barea (1991), coinciden que el nombre se deriva de las vesículas internas usadas para el almacenamiento, interconectadas con hifas fúngicas que se extienden de 10 a 100 μm entre células, conteniendo lípidos principalmente. Las otras estructuras son los arbusculos, que consisten de hifas finamente ramificadas similares a los haustorios de las plantas parásitas.

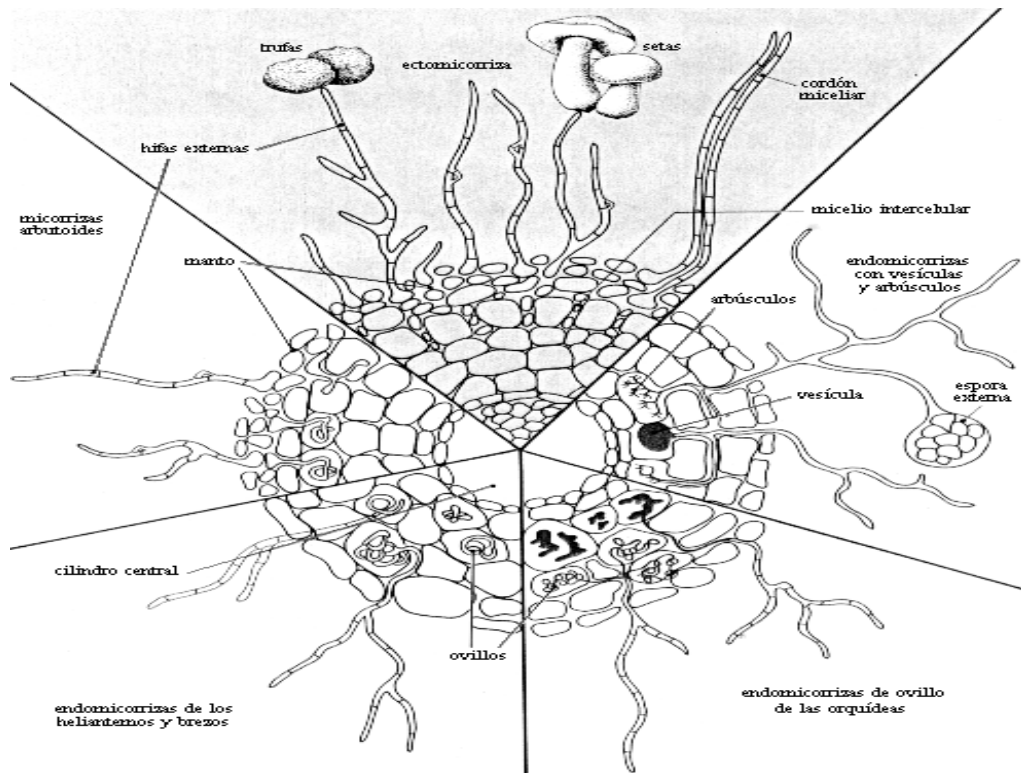


Figura 1. Muestra la simbiosis del hongo con la raíz de los diferentes tipos de micorrizas.

Estos arbuscúlos tienen una duración de cuatro a diez días dentro de las células vegetales. Trappe (1987), estima que cerca del 95 por ciento pertenecen a micorrizas de estas características.

Cooper (1984), describe que los arbuscúlos 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 de la simbiosis.

En el arbuscúlo se lleva a cabo la descomposición de los gránulos de polifosfato. Sieverding (1991), menciona que 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 arbuscúlos como las vesículas son originados por el micelio intra e intercelular, cuya característica es

translocar 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.

Por su parte Alarcón *et al.*, (1999), mencionan que la actividad del micelio coadyuva en la función de la raíz, sobre todo, cuando están agotados los nutrimentos en la zona del suelo adyacente a la raíz.

Alarcón *et al.*, (2001), determinó que el beneficio de los HMA a sus hospedantes, no es sinónimo del grado de colonización de estos endófitos en el sistema radical; en otras palabras no siempre a mayor colonización del sistema radical se tiene mayor capacidad de estimular el crecimiento vegetal. La respuesta es en función del genotipo de la planta y de las condiciones ambientales donde desarrolla la planta

Castillo (1987), menciona que las endomicorrizas son muy eficientes en la absorción de los nutrimentos, especialmente de fósforo. La extensiva red de micelio 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 la endomicorrizas no protegen contra la invasión de fitopatógenos.

Simbiosis de hongos micorrícicos arbusculares

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.

1. Latencia; de 16 a 32 días
2. Logarítmica de 4 a 6 semanas
3. Estabilización de 1 a 2 meses

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

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

Etapas de la formación de los Hongos Micorrizicos Arbusculares

Hernández (1991), menciona que 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.

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), menciona que 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.

Bago *et al.*, (2000), cita que 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), reporta que 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.

Cuáles son los beneficios de las Micorrizas para 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.

Son muchos los beneficios que nos brindan las Micorrizas para la plantas, que las convierten fieles aliadas de productores.

- 1) Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, que facilita un aumento de la producción y mayor calidad biológica de ésta.
- 2) 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 evapo-transpiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de éstas en sentido general.
- 3) Al estar mejor nutridas las plantas, promueve en éstas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su sanidad sin aplicación de agroquímicos.

- 4) Es sumamente importante para el crecimiento de las plantas. Ello tiene una mayor significación, en aquellas zonas o regiones, en las cuales los factores importantes para la producción agrícola, se encuentran 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 buenas condiciones en comparación con otras, se obtienen efectos visibles muy positivos después de una inoculación suplementaria con Micorriza.
- 5) 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 energéticos elevados, sino que su aporte indiscriminado pudiera provocar problemas de salinización y contaminación del manto acuífero. El empleo de las Micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.
- 6) La inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe, Mn, entre otros.
- 7) Un aspecto de gran interés en el empleo de las Micorrizas es lo relacionado a la nutrición del Fósforo (**P**). Éstas desempeñan un importante papel en la toma del **P** presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales, donde las cantidades de **P** asimilables a 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 fosfóricos 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 favorecimiento en la absorción del **P**, aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de **N** en plantas, el cual es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales.
- 8) Una mayor resistencia de las plantas a las toxinas
 - 9) 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 éstos pasen a la parte aérea de la planta <http://www.soil-fertility.com/micorhize/espagnol/index.shtml>.

Efectos benéficos que producen las micorrizas para los suelos

Los efectos benéficos de las Micorrizas en el suelo están muy relacionados con sus efectos sobre las plantas por estar éstos (suelo-planta), estrechamente relacionados. Sin embargo, podemos declarar que las Micorrizas, realizan varias funciones en el suelo que incrementan mucho su potencial agro productivo y sus posibilidades de sostén y mantenimiento de las diferentes especies vegetales. A modo de resumen declaramos los siguientes efectos:

1. Las Micorrizas prolongan el sistema radical de las plantas, y ello facilita una mayor retención física de partículas del suelo, limitando los efectos dañinos de la erosión causada por el agua.
2. Son las Micorrizas regeneradoras de suelos degradados, ya que al facilitar el mejoramiento de la estructura de éste, se incrementa sus

posibilidades de retención de humedad, aireación y descomposición de la materia orgánica.

3. La presencia de Micorrizas en los suelos, moviliza una gran cantidad de nutrientes que antes no estaban a disposición de las plantas, por lo que incrementa la fertilidad de éstos. En la medida que los suelos sean menos fértiles se necesitarán mas estructuras fúngicas para lograr una mayor eficiencia micorrízica.
4. Las Micorrizas mejoran la capacidad productiva de suelos poco productivos, como los afectados por la desertificación, la salinización, la erosión hídrica y eólica.
5. Otro de los efectos mas interesantes de las Micorrizas en el suelo, es su papel en relación con el ecosistema en el que se desarrollan; así interaccionan con diversos microorganismos del suelo, estableciendo provechosas cooperaciones con unos y compitiendo con otros generalmente de tipo patógeno, e incluso interactuando con la microfauna de la rizósfera (Nemátodos, Afidos, Acaros, entre otros).
6. Las Micorrizas, prolongan la vida de los suelos agrícolas productivos, contribuyendo a su uso más diverso, económico y ecológico.
7. En zonas áridas y semiáridas las Micorrizas, pueden ayudar a las plantas simbiotas a captar agua para tolerar el estrés hídrico.
8. 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 <http://www.soil-fertility.com/micorhize/espagnol/index.shtml>.

Transporte de nutrimentos

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 nutrientes 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 limitado por el suministro de fosfatos (y otros nutrientes) a la planta y de carbohidratos al hongo.

Una modificación muy importante en términos del transporte de nutrientes, 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 nutrientes, en la cual las raíces no-micorrizadas están restringidas.

Los nutrientes 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 plasmamembranas capaces de obtener tales nutrientes desde el apoplasto.

Nutrición de los Hongos Micorrízicos Arbusculares

Pfeffer *et al.*, (1999), encontraron que 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 micorrízicos, se debe a la incapacidad del hongo para sintetizarlos, además en muchos hongos micorrízicos, los glucóidos transferidos son transformados en glúcidos específicos como: trehalosa, glucógeno y manitol.

Sieverding (1991), ha encontrado que entre 10 y 30 % de los fotosintatos producidos por la planta se requieren para la formación, mantenimiento y funcionalidad de las estructuras micorrízicas. Los HMA necesitan carbohidratos para producir esporas, y la materia seca de éstas puede variar de 10 a 100 kg ha⁻¹. 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 CO₂/O₂, tensión hídrica, etc.

Alarcón y Ferrera-Cerrato (1995), mencionan que 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 endomicorrízicos arbusculares.

Investigaciones realizadas con la aplicación de hongos micorrízicos en diferentes especies

En ensayos llevados a cabo por 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. Entre los resultados obtenidos cabe destacar:

En lechuga y escarola, las plantas micorrizadas obtuvieron un 20 % más de peso que las no micorrizadas. Similares resultados son reportados por Terry (1999-2000), ya que con la inoculación de *Glomus clarum*-*Azotobacter* incrementando 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 %.

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

Continúa reportando que 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.

Velasco *et al.*, (2001), mencionan 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⁻¹. Se observó que el hongo micorrízico incrementó la absorción de **P** por la planta, encontrando valores de 108.8 mg de **P** planta⁻¹ contra 44.5 mg de **P** planta⁻¹ del testigo.

Espinosa (2004), reporta que con la inoculación de micorrizas (*Glomus intradices*), 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.

Investigaciones realizadas en el cultivo de 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), 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.

Gutiérrez *et al.*, (2003), encontró 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 vigorosas 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.

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.

Por su parte Pulido *et al.*, (1996-98), reportan que 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 co-inoculaciones, se encontró que las co-inoculaciones 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 co-inoculaciones se tuvieron incrementos que oscilaron entre 12.90 y 20.94 %. Para la variable longitud de raíz, solo se tuvo efecto positivo con la co-inoculación de *G. claurum* + *A. chroococcum*, incrementando en un 2.21 %. Por su parte Velasco (2001), en algunos estudios con *A. brasilense* han 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*.

Terry (1999-2000), reporta que con la aplicación de biofertilizantes (micorrizas y rizobacterias), en el cultivo de tomate se tienen una respuesta positiva con la inoculación (*Glomus clarum*-*Azotobacter*), siendo mas 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 m² en comparación con el testigo.

Medina (1999), reporta que con la aplicación de bio-preparados con combinaciones minerales, se incrementan significativamente los rendimientos, siendo el mejor tratamiento la aplicación de *Glomus fasciculatum* + NP en la fase de semillero y relación NP en transplante, superando al testigo en producción comercial en 5 t ha⁻¹ y en más de 10 al control sin tratar.

Terry (1998-1999), menciona que durante dos años de estudio con la aplicación de dos biofertilizantes (Azofert y Ecomic), más la aplicación de nitrógeno en diferentes dosis en el cultivo de tomate, encontró diferencias entre los tratamientos, ya que los 60 kg/ha de nitrógeno que dejaron de aplicarse en dichos tratamientos, lograron ser sustituidos por la bio-fertilización ya que los rendimientos fueron iguales o superiores al no agregar y al agregar.

Reportando que 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), reporta en 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 tratamientos 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 suplementación 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), en estudio realizado 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**.

Gutiérrez *et al.*, (2003), menciona que la utilización de las micorrizas como bio-fertilizantes no necesariamente implica que se pueda dejar de fertilizar, sino que la fertilización se hace más eficiente y puede disminuirse la dosis a aplicar entre un 50 - 80 % y en ocasiones hasta 100 %. Se plantea que de las cantidades de fertilizantes aplicadas, sólo se aprovecha un 20 %, mientras que normalmente el resto se fija o lixivia sin remedio, mientras que con la utilización de las micorrizas, puede ser recuperado por las plantas un porcentaje mucho mayor. Mientras que un pelo radical puede poner a disposición de una raicilla los nutrientes y el agua que se encuentran hasta 2 mm de la epidermis, las hifas del micelio extramático de las micorrizas V-A pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área de Estudio

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

El estado de Aguascalientes está localizado entre las coordenadas geográficas: Al Norte $22^{\circ}27'$, al Sur $21^{\circ}38'$ de la titud norte; al Este $101^{\circ}53'$, de longitud oeste. Colinda al norte, noreste y oeste con Zacatecas, al sureste y sur con Jalisco. El experimento se desarrollo en el municipio de Jesús Maria, Aguascalientes (Figura 2).

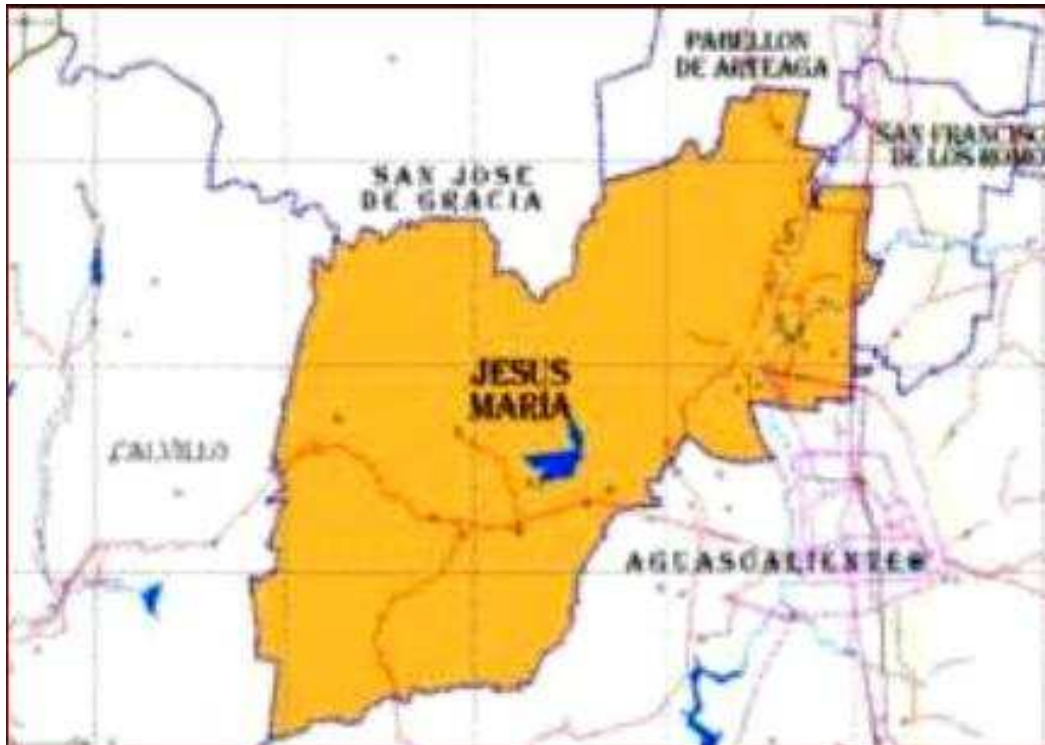


Figura 2. Colindancias del municipio de Jesús María, Aguascalientes.

Clima

El clima en 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. En la entidad se distinguen tres tipos de clima:

- ❖ Semiseco templado, el mas predominante en 70.43% del territorio.
- ❖ Semicalido 15.87%
- ❖ Templado- Subhúmedo con lluvias en verano, con 13.70%.

Agricultura

En el municipio de Jesús María entre sus principales cultivos destaca: el maíz elotero, ajo, chiles, brócoli, repollo, lechuga, tomate, zanahoria, cilantro entre otros.

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 m², con dimensiones de 36 m de largo x 28 m de ancho, altura al canalón de 3.5mts, altura máxima cenital de 6 mts, cubierta de polietileno tratado contra UV calibre 720, equipado con 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 "supertif" auto compensados 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.

Siembra

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

Transplante

El transplante se realizó el 14 Abril del 2006. En bolsas de polietileno negro se colocó una planta por bolsa. La densidad de plantación fue de 2.5 plantas por m² con una población total de 2,500 plantas en los 1000 m².

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 con malla de 2mm y se utilizó la partícula mayor. Una vez realizada la mezcla se desinfectó con un producto orgánico (Phytolex) a razón de 1lt en 100 de agua aplicando la mezcla en los contenedores a saturación.

Descripción del Material vegetativo

El material vegetativo utilizado en el experimento fueron 3 genotipos de habito indeterminado; un genotipo saladette, 2 genotipos de tomate tipo bola.

Descripción del 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 1,2.

Descripción del TSAN-10003

Tomate bola tipo indeterminado, material en proceso de liberación, resultado del mejoramiento genético de la UAAAN. Los frutos son predominantemente del tamaño grande 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 del fruto de 240-280 gr. Este material bajo condiciones de invernadero en hidroponía pueden 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, tizon temprano así como a otras enfermedades, Resistente al Virus del Mosaico del Tomate raza 1, *Verticillium albo-atrum*; *verticillium dahliae* raza, *Fusarium oxysporum* fsp *Lycopersici* razas 1,2

Descripción del Imperial

Tomate tipo bola de habito indeterminado de la empresa Enza Zaden ofrece una excelente opción para producción de invernaderos y campo abierto, planta muy fuerte con un sistema radicular amplio que le permite soportar cosechas sin problemas en temperaturas cálidas, fruta semi-redonda 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.

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 de alto rendimiento que colonizan rápidamente las raíces de una amplia variedad de especies de plantas (Cuadro 4), proporcionando las mejores condiciones para que las raíces crezcan y absorban agua y nutrientes. Los hongos se combinan con el hongo benéfico *Trichoderma*, ácidos húmicos, bioestimulantes, bacterias

benéficas y extracto soluble de algas marinas y yuca para promover el desarrollo rápido del sistema radicular. Horta-Sorb SM controla el suministro paulatino de los ingredientes solubles y evita que las raíces se sequen. 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 4. Composición del producto Endospor.

Ingredientes	
Hongos endomicorrícicos: Esporas vivas: Mínimo de 33/g	<i>Gigaspora margarita, Glomus mosseae, Glomus brasilianum, Glomus deserticola, Glomus intraradices, Glomus clarum y Glomus etunicatum</i>
Bacterias benéficas: Aprox. 225,000UFC/g (<i>UFC: unidades formadoras de colonias</i>)	Más de 60 cepas de bacterias fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y promotoras del crecimiento
Inhibidor de hongos patógenos	<i>Trichoderma reesi, T. harzianum</i> : 338,000 UFC/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 (proteína)	Proteína vegetal y de animales
Extracto soluble de alga marina	<i>Ascophyllum nodosum</i>
Azúcares naturales	Dextrosa

Descripción de los tratamientos

El total de tratamientos son 6 (Cuadro 5), 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 la cantidad de sustrato requerido para llenarla. Para posteriormente llenar las charolas con el sustrato previamente inoculado.

A los que se consideró como testigo no se le inoculó el producto, y el manejo agronómico fue igual que a los que se le aplicó. Para poder evaluar la respuesta de las plantas a la inoculación del producto “**Endospor**”, (endomycorizas)

Cuadro 5. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Cultivar	Tipo	Dosis de Endospor g/charola
1	Cid	saladette	0
2	Cid	Saladette	3
3	TSAN-10003	Bola	0
4	TSAN-10003	Bola	3
5	Imperial	Bola	0
6	Imperial	Bola	3

Diseño y modelo estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3 X 2, donde la el factor A fueron los genotipos (Cid, TSAN-10003, 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. A excepción de las variables firmeza y grados brix, que solo se tomaron III repeticiones por tratamiento teniendo un total de 18 unidades experimentales. Que fueron evaluadas bajo condiciones de cuarto frío a temperaturas de 10 °C, durante 25 días de almacenamiento.

Modelo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$i = 1,2, 3$ Genotipos

$j = 1, 2$Inoculación de Micorrizas

$k = 1, 2, 3,4, 5, 6$Repeticiones

Donde;

Y_{ijk} = Variable aleatoria observable correspondiente a la i-esimo genotipo, la J-esima inoculación y la K-esima repetición

μ = Componente que representa población promedio

α_i = Efecto del i-esimo genotipo

β_j = Efecto de la J-esima inoculación

$\alpha\beta$ = Efecto de conjunto que representa la interacción, genotipo-micorriza

ε_{ijk} = Error experimental

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables mediante el paquete de diseños experimentales, desarrollado por Olivares (1994), de la facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3x2, para todas las variables de respuesta.

La comparación múltiple entre medias, para las variables de respuesta; rendimiento comercial, diámetro ecuatorial y polar, firmeza y grados brix, fue mediante la prueba de Tukey, según el nivel de significancia que se manifestó en el análisis de varianza.

Labores del cultivo**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.

Sistema de conducción

Es una práctica imprescindible 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 tutoro la planta a la estructura de carga del invernadero utilizando rafia y anillos. Se descolgó la planta en varias ocasiones cuando esta rebaso el cable de la espaldera (3.5 metros de altura) en los cultivares el Cid, Imperial, mientras que para TSAN-10003 no se aplico esta práctica.

Fertirrigación

Durante el experimento se utilizaron dos soluciones nutritivas como se muestra en el Cuadro 6.

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.

El pH de la solución se ajustó a 6.0 – 6.5 y la CE a 2 en la primer etapa y de 2.6 en la segunda.

Cuadro 6. Soluciones nutritivas empleadas bajo hidroponía reportadas en Partes por millón.

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

Aplicaciones de productos agroquímicos

Para el manejo fitosanitario durante las diferentes etapas fenológicas del cultivo se aplicaron los siguientes productos agroquímicos (Cuadro 7).

Cuadro 7. Fechas de aplicación de productos agroquímicos

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

Variables Evaluadas

Rendimiento

Gramos por planta

Con una balanza semiánalitica se pesaron los frutos de cada planta después de ser cosechados, para las tres evaluaciones 30 de Septiembre, 14 y 28 de Octubre del 2006.

El rendimiento total expresado en producto comercial que se clasificó en exportación y nacional, así como por tamaños 5x4, 4x4, 4x5, 5x5, 5x6, 6x6, 6x7. la producción total de las cosechas se reporto en $t\ ha^{-1}$.

Calidad

Diámetro del fruto

Para dicha medición se hizo con la ayuda de un vernier metálico graduado después de ser pesados.

Diámetro polar

Se tomó como punto de referencia el pedúnculo y el cierre floral, realizando la medición en los dos puntos opuestos del fruto y registrando el valor en centímetros.

Diámetro ecuatorial

Se realizó la medición en los dos puntos opuestos de la parte ecuatorial y registrando el valor en centímetros.

Firmeza

Para determinar la firmeza se utilizó un método que requirió la ayuda de un penetrómetro manual de la marca EFEGI modelo FT-011, con puntilla de 8 mm de diámetro y una escala de 0.2 a 5 kg, este penetrómetro fue utilizado con un soporte IRS para pruebas manuales, para esto primeramente retiramos con la ayuda de una navaja la piel del fruto en dos puntos opuestos de la parte ecuatorial; verificando que la aguja indicadora de presión se encontrase en cero, se introdujo la puntilla en la parte que se retiró la piel hasta el límite marcado. Se anotó el valor y repetimos el proceso en el punto opuesto a éste.

Grados brix (Sólidos solubles totales)

El porcentaje de sólidos solubles totales fue determinado con un refractómetro. Se utilizó el jugo del tomate recién extraído, colocando una gota en el prisma del refractómetro. La medición se hizo a través del ocular y el valor se registró en °Brix.

El análisis de firmeza y grados brix de los frutos se realizó en el Laboratorio de Postcosecha del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los frutos se transportaron de Jesús María, Aguascalientes, inmediatamente después de haber sido cosechados, en cajas de unicel, para evitar el menor efecto perjudicial de la temperatura durante el transporte.

Una vez estando en el laboratorio, fueron introducidos al cuarto frío a una temperatura de 10 °C, permaneciendo ahí hasta el momento de hacer las evaluaciones correspondientes.

Para dicho estudio se realizaron tres evaluaciones, las cuales se hicieron a los 15, 20 y 25 (13, 18, 23 de Noviembre del 2006) días después de haber sido cosechados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción en g/planta

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento expresado en g/planta para el primer corte, nos detecta que existe diferencia significativa ($p < 0.01$) entre los genotipos, sin embargo para el factor micorrizas y la interacción genotipo por micorriza no se encontraron diferencias significativas como se observa en el Cuadro 1 del Apéndice.

Al realizar la prueba de comparación múltiple entre medias según el método de Tukey ($p < 0.01$). Se encontró que el genotipo **TSAN-10003** es el que presenta los mejores rendimientos de tomate comercial, con un promedio de 538.43 gramos por planta, este genotipo es estadísticamente superior y diferente, al resto de los genotipos, seguido por el genotipo **Imperial** con un rendimiento promedio de 434.34 gramos por planta, y por último el genotipo **Cid** con 385.25 gramos. Como se aprecia en la Figura 3, Cuadro 8.

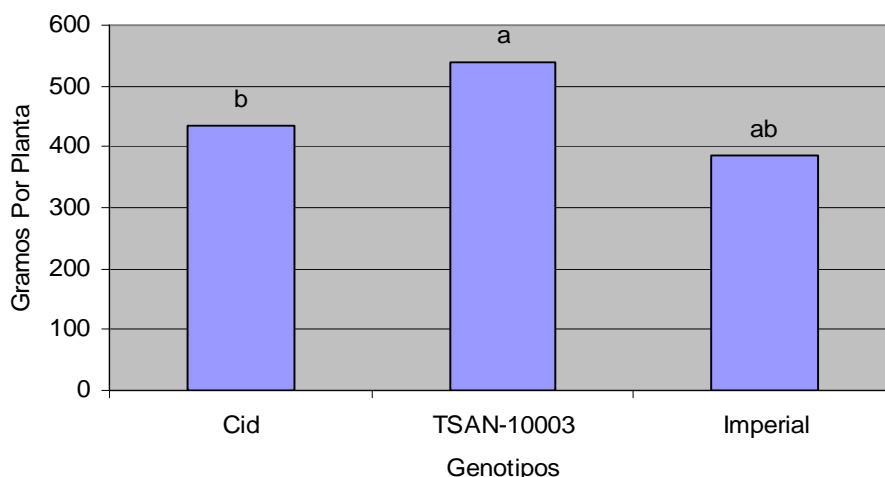


Figura 3. Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los diferentes genotipos para el primer corte.

En lo que respecta al segundo corte, de acuerdo al análisis de varianza, solo nos determina diferencia significativa ($p < 0.01$) para el factor genotipos, no así para el factor micorrizas, ni para la interacción genotipo por micorrizas, como se observa en el Cuadro 2 del Apéndice.

Al realizar la comparación de medias Tukey ($P < 0.01$), se encontró que el genotipo **Imperial**, y el **TSAN-10003** son estadísticamente iguales, y superiores al genotipo **Cid**, teniendo el **imperial** un rendimiento por planta de 948.23 gramos, seguido del **TSAN-10003** con un rendimiento promedio por planta de 878.067. Y por ultimo el genotipo **Cid** con un rendimiento de 484.416. Esto se puede apreciar claramente en la Figura 4.

Cuadro 8. Rendimientos promedios por planta para el factor genotipos en las tres fechas de cosecha (Prueba de Tukey)

Gramos por Planta			
Fecha → Genotipos ↓	28/10/2006	14/11/2006	28/11/2006
Cid	434.3458 ab	484.4167 b	438.0925 b
TSAN-10003	538.4333 a	878.0667 a	810.5500 a
Imperial	385.2542 b	948.2333 a	844.5867 a

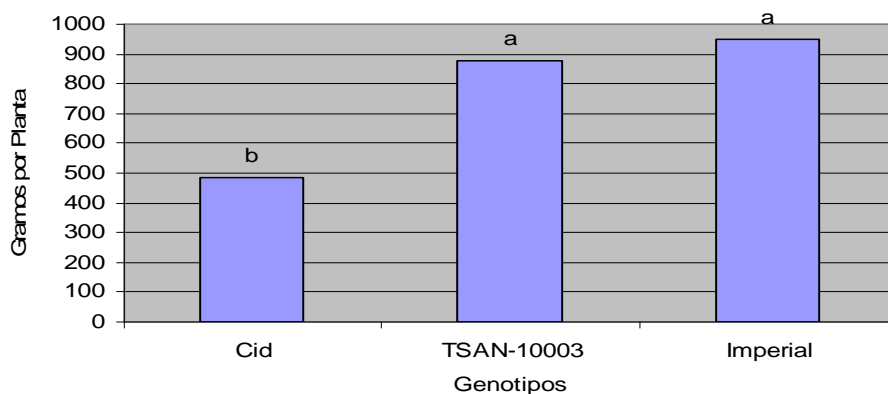


Figura 4. Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los genotipos para el segundo corte.

En lo que respecta al tercer corte, de acuerdo al análisis de varianza para dicho factor, solo se detecta diferencia significativa para el factor genotipos, no así, para el factor micorrizas ni para la interacción genotipo por micorrizas como se aprecia en el Cuadro 3 del Apéndice.

Al realizar la comparación múltiple de medias Tukey ($P < 0.01$), se encontró nuevamente que los genotipos, **Imperial** y **TSAN-10003** son estadísticamente iguales con un rendimiento de 844.58 gramos, 810.55 gramos por planta respectivamente, pero superiores al genotipo **Cid** con un rendimiento promedio de 438.09 gramos por planta. Como se observa en la Figura 5.

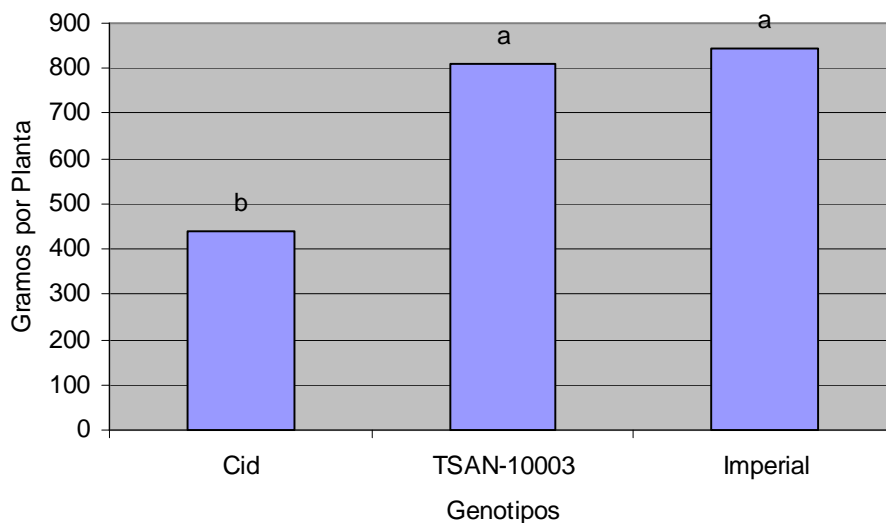


Figura 5. Rendimiento promedio expresado en gramos por planta de los genotipos para el tercer corte.

Rendimiento en kilogramos por metro cuadrado

Independientemente que no encontró diferencia significativa en la interacción genotipo-micorriza, se presentan los tratamientos conjuntos solo para dar una idea de cómo se comportaron dichos genotipos con la aplicación del producto *Endospor* como a continuación se indica.

Para sacar el rendimiento en kilogramos por metro cuadro se sumaron las tres evaluaciones de cada tratamiento, tomándose las medias de las interacciones para observar cual genotipo fue el que presento los mejores rendimientos con la interacción de las micorrizas ver Cuadro 9, Figura 6.

Cuadro 9. Rendimiento promedio en kg/m² para los diferentes genotipos con y sin aplicación de Endospor.

Genotipos		Rendimiento		
		Kg/planta	Kg/m ²	Ton/Hectárea
T1	Cid testigo	1.310	3.275	32.750
T2	Cid con <i>Endospor</i>	1.403	3.509	35.092
T3	TSAN-10003 testigo	2.006	5.016	50.157
T4	TSAN-10003 con <i>Endospor</i>	2.447	6.119	61.196
T5	Imperial testigo	2.241	5.604	56.045
T6	Imperial con <i>Endospor</i>	2.114	5.286	52.858

En la Figura 6, se puede apreciar claramente que aunque no se presentó diferencias estadísticas para la interacción genotipo por micorrizas, si se presentan diferencias numéricamente, presentándose la mejor interacción con el genotipo **TSAN-10003** con la aplicación del producto *Endospor* presentando un rendimiento promedio de 6.119 kg m², superando al testigo absoluto T5 que presenta un rendimiento de 5.016 kg m², sin embargo el genotipo **Imperial** donde no se le aplicó el producto *Endospor* resulta ser mejor con un rendimiento promedio de 5.6 kg m², mientras que este mismo con la aplicación no presenta aumento alguno en el rendimiento. Así mismo el genotipo **Cid** tipo saladette muestra incrementos numéricamente significativos al igual que el genotipo **TSAN-10003**.

Por su parte Alarcón *et al.*, (2001). Determinó que el beneficio de los Hongos Micorrizicos Arbusculares a sus hospedantes, no es sinónimo del grado de colonización de estos endoficós en el sistema radical; en otras palabras no siempre a mayor colonización del sistema radical se tiene mayor capacidad de estimular el crecimiento vegetal. La respuesta es en función del genotipo de la planta y de las condiciones ambientales donde se desarrolla la planta.

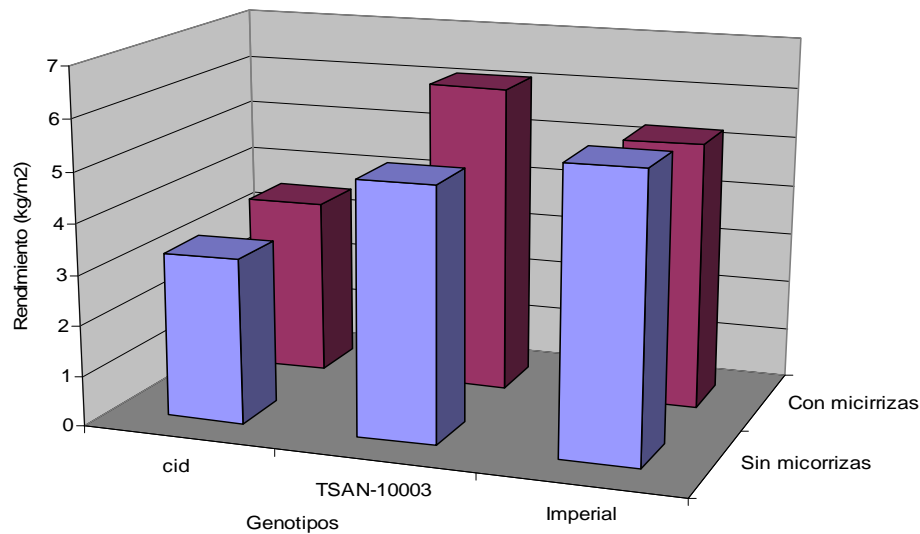


Figura 6. Rendimiento promedio expresado en kg/m² en tres genotipos de tomate con la aplicación, y sin aplicación de de *Endospor*.

Estos resultados difieren por los obtenidos por Álvarez (1998), quien encontró que en plantas micorrizadas tienen un efecto positivo en la producción de fruto calidad del fruto. Mientras que en las plantas no micorrizadas ocurre un efecto contrario ya que las plantas produjeron frutos de menor calidad.

Diámetro ecuatorial

De acuerdo a los análisis de varianza para las diferentes fechas de evaluación para la variable diámetro ecuatorial, solo se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) para el factor genotipos, no así para el factor micorrizas ni

para la interacción genotipos con la aplicación de *Endospor* como se aprecia en los Cuadros 4, 5, 6 del Apéndice.

Al obtener la prueba de comparación múltiple entre medias por el método Tukey ($P < 0.01$), se encontró que el genotipo **TSAN-10003** con 7.664 cm, fue el mejor para la primera evaluación, seguido del genotipo **Imperial** con 7.035, y por ultimo el genotipo **Cid**. Sin embargo para las dos fechas posteriores los genotipos **TSAN-10003** e imperial se comportaron estadísticamente iguales, sin embargo son los mejores superando al genotipo **Cid**. Esto se puede confirmar en la Figura 7, Cuadro 10.

Cuadro 10. Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro Ecuatorial en tres evaluaciones.

Diámetro Ecuatorial expresado en cm			
Fecha → Genotipos ↓	28/10/2006	14/11/2006	28/11/2006
Cid	5.3058 c	5.0575 b	4.8983 b
TSAN-10003	7.6642 a	7.1033 a	6.9717 a
Imperial	7.0358 b	7.2842 a	7.1992 a

Como se puede observar en la figura 7. Hay gran variabilidad en cuanto a los genotipos principalmente los tipo bola **TSAN-10003** e **Imperial**, con respecto al **Cid** aun considerando que este es del tipo saladette. Esto se debe a la forma que presentan ambos, ya que el tipo bola es forma redonda mientras que el tipo saladette los frutos son de forma oval-cuadrado.

Es evidente que los genotipos tipo bola presenten mayor diámetro ecuatorial ya que son de forma redonda y por lo tanto el diámetro ecuatorial es mayor, mientras que el polar es menor.

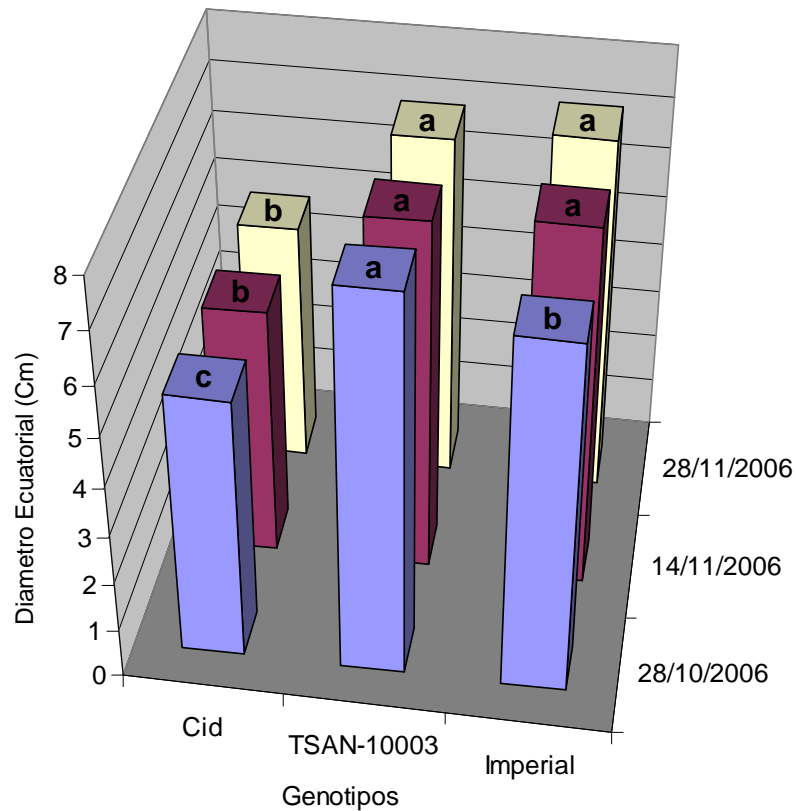


Figura 7. Diámetro ecuatorial de los genotipos de tomate en tres evaluaciones.

Diámetro polar

Al realizar el análisis de varianza para la variable diámetro polar para las diferentes fechas de evaluación, solo se encontró diferencia significativa Tukey ($P < 0.01$) para el factor genotipos Cuadro 7, 8, 9 del Apéndice. No así para el factor micorrizas, ni para la interacción.

Al realizar la comparación múltiple de medias Tukey ($P < 0.01$) Cuadro 3, se encontró que el genotipo **Cid** y **TSAN-10003** son estadísticamente iguales, pero superiores al genotipo **Imperial**. Esto se puede apreciar claramente en el Cuadro 11, Figura 8.

Cuadro 11. Comparación de medias para el factor genotipos para la variable diámetro polar.

Diámetro Polar expresado en cm			
Fecha → Genotipos ↓	28/10/2006	14/11/2006	28/11/2006
Cid	6.5833 a	6.3625 a	6.5342 a
TSAN-103	6.7717 a	6.4083 a	6.3350 ab
Imperial	5.6158 b	5.7133 b	5.7983 b

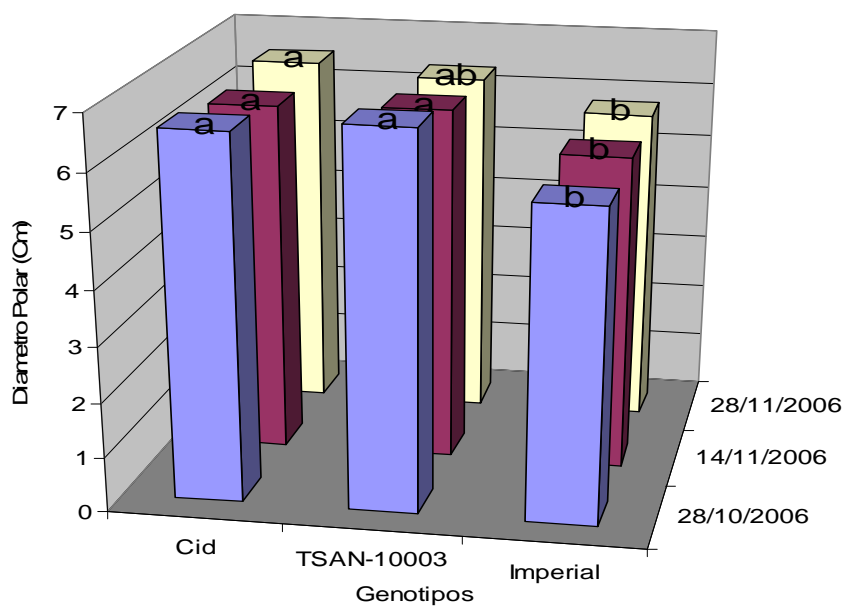


Figura 8. Diámetro polar de los genotipos en tres evaluaciones

Firmeza

Al obtener el análisis de varianza para la variable firmeza, a los 15 días después de la cosecha cuadro 10 del apéndice, no se encontró diferencia estadísticas para ninguno de los factores en estudio, sin embargo para la segunda evaluación, 20 días después de la cosecha cuadro 11 del Apéndice, se

encontró significancia ($P < 0.01$) para el factor genotipos, de igual manera para la tercera evaluación 25 días después de la cosecha en genotipos Cuadro 12 del apéndice. Sin embargo en lo que respecta al factor micorrizas y la interacción micorriza por genotipo no se encontraron diferencias significativas.

Al obtener la prueba de comparación múltiple de medias por el método de Tukey ($P < 0.01$) se encontró que el genotipo **Cid** fue el que presentó una mayor firmeza durante las tres evaluaciones, y presentando el valor más alto 1.959 Kg/cm^2 a los 25 días después de la cosecha, mientras que los genotipos **Imperial** y **TSAN-10003** son estadísticamente iguales con 1.05 , 0.708 Kg./cm^2 respectivamente ver Cuadro 12.

Cuadro 12. Firmeza expresada en kg/cm^2 en tres genotipos de tomate de hábito indeterminado a los 15, 20 y 25 días después de cosecha.

Firmeza (kg/cm^2)			
Fecha → Genotipos ↓	13/11/2006	18/11/2006	23/11/2006
Cid	1.5191	2.0958 a	1.9592 a
TSAN-10003	1.1366	1.2917 b	0.7083 b
Imperial	1.358	1.1458 b	1.05 b

Lo cual se puede observar claramente en la figura 9, hay una gran variabilidad en cuanto a los genotipos que obtienen los valores más altos y más bajos de firmeza, sin embargo las diferencias entre estos son numéricamente muy pequeñas. Sin embargo, considerando que los tomates saldettes por ser de forma alargada, así como sus características genéticas de firmeza

Por otra parte en dicha figura se observa que para el caso del genotipo **Cid**, no presenta una curva directa descendente en las diferentes fechas evaluadas como sería evidente, ya que con el transcurso de los días la firmeza

de los frutos tiende a disminuir por muchos factores internos que ocurren dentro del fruto, como la degradación de los carbohidratos entre otros.

Esto puede ser atribuido a que este genotipo es tipo saladette y es de un tamaño más pequeño en comparación con los demás genotipos que son tipo bola, por otra parte también podría ser a causa de que las evaluaciones se hicieron en diferentes frutos y el grado de madurez pudiera ser menor en las fechas posteriores a la evaluación.

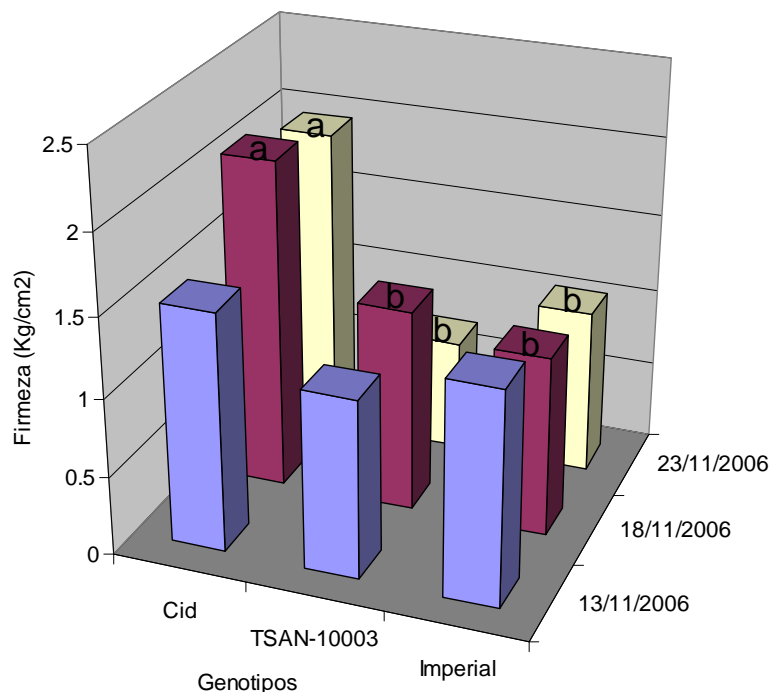


Figura 9. Comportamiento de la firmeza en kg/cm^2 a través del tiempo, de tres genotipos de tomate de hábito indeterminado en diferentes fechas de evaluación.

De igual manera el penetrómetro es analógico, y no muestra valores micrométricos, por lo que el error de la lectura se hace muy grande, esto puede ser tal vez, el que se encuentre a un genotipo con los valores más altos para ciertas fechas y en otras, este mismo genotipo, obtenga los valores más bajos.

Sin embargo podemos observar que en general los frutos se muestrearon por más de 20 días, esto es una ventaja, ya que los frutos realmente están superando a los frutos normales, que no llegan a durar en condiciones óptimas de consumo humano, por más de una semana después de haber sido cosechados.

Esto es de suma importancia ya que el consumidor considera que los frutos mantengan una firmeza durante un mayor tiempo, así como para su comercialización.

Estos resultados difieren con los reportados por Álvarez (1998); quien encontró que con la inoculación de micorrizas pudo incrementar considerablemente la firmeza de los frutos.

Grados brix (Sólidos solubles)

Al realizar el análisis de varianza para la variable grados brix a los 15, 20 y 25 días después de cosecha solo se encontró diferencia significativa ($P < 0.01$) para el factor genotipos, para las tres evaluaciones Cuadros 13, 14 y 15, del Apéndice. No encontrándose diferencias significativas para el factor micorrizas ni para la interacción.

Al realizar la comparación múltiple de medias Tukey ($P < 0.01$), se encontró que el genotipo **Cid** es el que presentó los valores más altos. Seguido por el genotipo **TSAN-10003**, y que dando por último el genotipo **Imperial**. Los resultados presentan un comportamiento diferente entre los genotipos, por lo que se puede considerar que la forma y estructura genética es diferente como se puede confirmar en el Cuadro 13, Figura 10.

Cuadro 13. Comparación de medias para el factor genotipo para la variable Grados brix en almacén.

Grados Brix			
Fecha → Genotipos ↓	13/11/2006	18/11/2006	23/11/2006
Cid	4.5667 a	4.4667 a	4.4000 a
TSAN-10003	4.2667 ab	3.6667 b	3.7667 ab
Imperial	4.0667 b	3.0000 c	3.2333 b

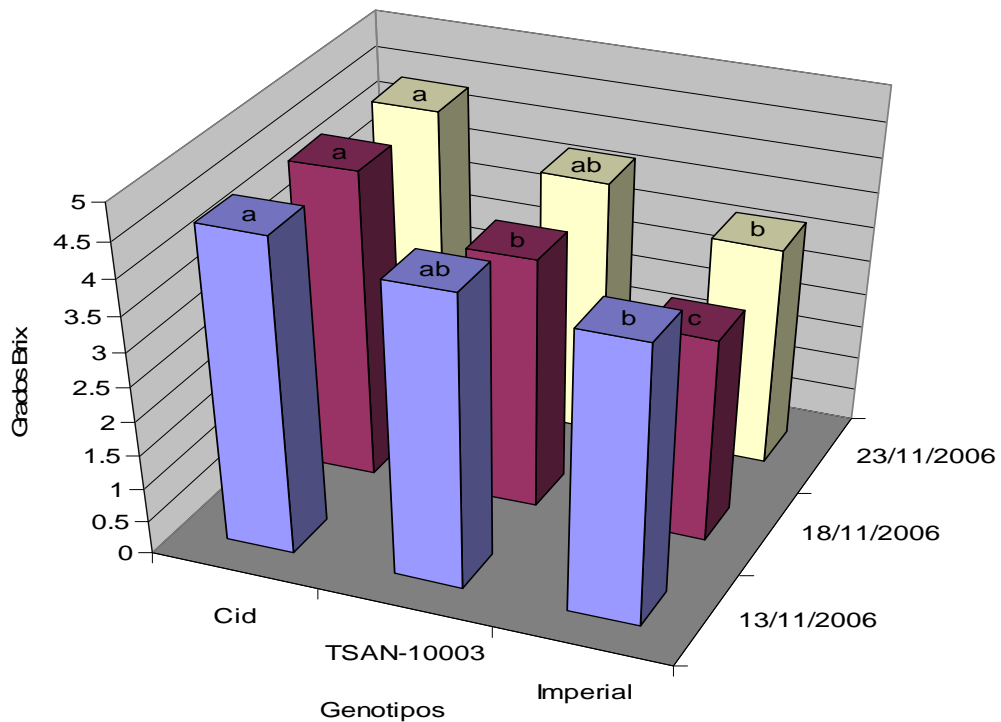


Figura 10. Contenido de sólidos solubles (grados brix) en tres genotipos de tomate de hábito indeterminado a través del tiempo.

Estos resultados coinciden con los reportados por Álvarez (1998) quien mencionan que la concentración de azúcares no se ve afectada por la presencia de micorrizas. Por lo cual el valor nutritivo no se ve alterado.

CONCLUSIONES

La aplicación de *Endospor* en los diferentes genotipos de tomate no mostró efecto alguno sobre las variables evaluadas, ya que los factores en estudio se comportaron de manera independiente.

En cuanto a rendimiento a pesar de que estadísticamente no se encontró efecto en la interacción. El genotipo TSAN-10003 con la aplicación de *Endospor* fue el mejor con un rendimiento de 61.6 t/ha seguido por el Imperial (testigo) con 56.045 t/ha.

Los genotipos de tomate bola TSAN-10003 e Imperial superaron significativamente en rendimiento a el genotipo Cid tipo saladette.

En cuanto a la calidad de fruto expresada en firmeza se encontró que hay gran variabilidad en cuanto a los genotipos. Siendo superior el genotipo Cid.

Aunque no se encontraron diferencias estadísticas entre los testigos y la aplicación de *Endospor*, de acuerdo a un análisis económico pudiera ser factible la aplicación del producto si el agricultor lo determinara.

LITERATURA CITADA

- Abad, B. M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España.
- Alarcón A. Ferrera C R.(Eds.). Ecológia, Fisiológia 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. Efecto de *Glomus fasciculatum* y *Glomus etunicatum* en el incremento de platanos de *Vitis viniferas* L. obtenidos por micropopagación. Terra 2001. 19:19-35.
- Alpini. A. 1999. Cultivos en invernadero. 3ª Edición. Mundi-prensa, Madrid, España
- Alvarez, 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.
- Bago B. C. Azcon 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.
- Baldaqún, 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
- 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 l Horticultura Bajo en Invernadero. Manual de producción Horticola en invernaderos INCAPA, México. pp. 130-156.
- Castillo, T.J. 1987. Micología Mexicana General, Ed. Limusa México.
- Cooper K., M. 1984. Physiology of VA mycorrhizal association, pp. 155-186. In: L. Powel C. y J. Bagyaraj D. (Eds.). VA Mycorrhiza. CRC Pres, Boca Ratón, Fl., USA. Pp. 155-186.
- De la Rosa, A. I . Micorrizas Asociadas a los Cultivos de Papa, Manzano y Nogal en el Area de Influencia Inmediata a la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre 1999. 56 p.
- Espinosa V,. González M, Placecia P, García E. Reducción de la Incidencia de *Phytophthora capsici*, en el Sistema Radical de Plántulas de Chile Premicorrizados 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 Ernahunrg 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.
- Gutiérrez, A., Torrente, P., Honrubia, M. (2003). Efectos de la Micorrización con Hongos Arbusculares en Plantas Horticolas. 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 p.
- 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. Pag 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.

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

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

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

Medina Bassó N., Cuevas Pérez F. Efecto de la Biofertilización con Hongos Micorrizogenos (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 importance of micorrhizae for Roots and Plant Roots and Their Environment.

- Nuez, F. 1999. 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. August 21-26. Michael and H. Pearson Amsterdam Elsevier 249 p.
- Productores de hortalizas, año 13, No. 2. febrero del 2004).
- Ramirez, 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. N. Buenavista, Saltillo. Coah. 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 symposium internacional de fertirriego. Morelia Michoacán.
- Sanchez 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. Efectividad de la Combinación Biofertilizantes-Análogo de Brasinoesteroides en la Nutrición del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cultivos Tropicales, 2001, vol, 22, no. 2, p. 59-65.
- Terry, Z. Terrán, Martínez V y Pino. Biofertilizantes, una Alternativa Promisoria Para la Producción Hortícola en Organopónicos. Cultivos Tropicales, 2002, vol, 23, no. 3, p. 43-46.
- Terry A, Leyva G. Evaluación de la Coinoculación Micorrizas-Rizobacterias en Tomate. Agronomía Costarricense, 2006. 30 (1): 65-73.

- Universidad Autonoma 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 hidroponicos. Tesis de Licenciatura. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo. Coah. 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, 2001.
- Velazco, A. C. Utilización de *Azospirillum brasilense* en el cultivo de arroz (*O. zativa*) sobre un suelo Hidromórfico. Cultivos Tropicales, 2001. No 1. p. 18-22.

Tabla de datos de la variable rendimiento en gr/planta para el primer corte

Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	412.40	563.1	392.15	395.6	329.2	409.7
2	423.5	451.2	529.3	489	369.5	447.5
3	373	395	544	473.5	480	509.5
4	619	742	346.2	433	965.5	580.5
5	324.6	578	305.5	395.15	313	598
6	323.5	394	372.5	260.3	412	346.5

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el primer corte 28 de Septiembre del 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	146831.500000	73415.750000	5.2622	0.011*
Inoculación	1	14144.500000	14144.500000	1.0138	0.323
Gen * Ino	2	72345.500000	36172.750000	2.5927	0.090
Error	30	418546.000000	13951.533203		
Total	35	651867.500000			

C.V. = 26.09%

* Significativo al 5 %

Tabla de datos para la variable rendimiento segundo corte

Tratamiento	I	I	III	IV	V	VI
1	593.5	472.5	391	711	332	253
2	391	480	605	599	630	355
3	1102	724	692	431	630.5	639
4	1383	1313	1096.5	1050	869.5	606.8
5	731.9	474	663.5	1020.9	1155.5	1498.4
6	424	910	919	1567.5	1052	963

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el primer corte 14 de octubre del 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	1500038.000000	750019.000000	10.0553	0.001**
Inoculación	1	202350.000000	202350.000000	2.7129	0.106
Gen * Ino	2	180048.000000	90024.000000	1.2069	0.313
Error	30	2237682.000000	74589.398438		
Total	35	4120118.000000			

C.V. = 35.46%

** Significativo al 1 %.

Tabla de datos para la variable rendimiento segundo corte

tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	599.25	394.25	323.35	386.6	416.45	486.05
2	404.4	356.3	379.7	563.4	394.68	553.68
3	731	787.6	387	690	1099.5	1349
4	453	663	807.5	1084.5	840	834.5
5	906.45	964.8	1061.2	766.8	997.7	696.39
6	823.5	979.5	699.6	1049.2	629	561.1

Cuadro 3 Análisis de varianza para la variable rendimiento en gramos por planta para el tercer corte 28 de octubre del 2006.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	1220482.000000	610241.000000	15.6822	0.000**
Inoculación	1	25922.000000	25922.000000	0.6662	0.574
Gen * Ino	2	20546.000000	10273.000000	0.2640	0.773
Error	30	1167390.000000	38913.000000		
Total	35	2434340.000000			

C.V. = 28.27

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial primer corte

Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	4.8700	5.6400	5.1800	5.0400	5.4700	4.5800
2	5.3900	5.1000	6.0200	5.6800	5.0300	5.6700
3	7.1300	7.2500	8.4000	7.8500	8.3000	8.2600
4	7.5300	7.9700	6.8000	7.9500	7.1100	7.4200
5	7.1500	7.1300	6.9300	6.0500	7.1000	7.3300
6	7.1500	7.4200	7.7500	6.5500	6.5700	7.3000

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	35.797729	17.898865	85.3494	0.000**
Inoculación	1	0.015503	0.015503	0.0739	0.784
Gen * Ino	2	0.931274	0.465637	2.2204	0.124
Error	30	6.291382	0.209713		
Total	35	43.035889			

C.V. = 6.87%

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial.segundo corte

Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	5.5900	5.1200	4.8600	5.0100	4.8000	4.3500
2	4.8700	5.2800	5.3600	5.5800	4.9600	4.9100
3	7.0500	6.5300	7.5300	6.8000	7.6200	6.6000
4	7.1300	7.3900	7.2100	7.3800	6.7700	7.2300
5	8.0000	6.9700	6.9300	6.9500	7.0100	8.1300
6	6.4300	7.8900	7.4200	7.4600	6.8300	7.3900

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	36.704956	18.352478	98.8625	0.000**
Inoculación	1	0.074951	0.074951	0.4038	0.537
Gen * Ino	2	0.158203	0.079102	0.4261	0.662
Error	30	5.569092	0.185636		
Total	35	42.507202			

C.V. = 6.65%

Tabla de datos para la variable diámetro ecuatorial tercer corte

	I	II	III	IV	V	VI
1	5.6000	4.9700	4.5900	4.9300	5.5600	4.7300
2	4.5500	4.6900	4.4700	5.0400	4.7100	4.9400
3	6.7700	7.1200	6.5000	7.2500	7.3800	7.6600
4	5.8000	6.8900	6.6800	6.5100	8.6000	6.5000
5	7.5500	8.1900	7.3400	6.8900	7.0100	6.6400
6	6.6300	8.2000	6.8500	6.9800	6.7600	7.3500

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	38.577271	19.288635	59.8275	0.000**
Inoculación	1	0.569946	0.569946	1.7678	0.191
Gen * Ino	2	0.057739	0.028870	0.0895	0.914
Error	30	9.672119	0.322404		
Total	35	48.877075			

C.V. = 8.93%

Tabla de datos para la variable diámetro polar primer corte

Tratamiento	I	II	III	IV	V	VI
1	6.1200	6.8600	6.5100	6.6700	7.0900	5.8000
2	6.4000	6.5900	6.5100	7.1100	6.3900	6.9500
3	6.6500	6.6000	7.0000	7.1500	7.2000	7.1500
4	6.7000	7.1700	6.4700	6.5900	6.2500	6.3300
5	5.4300	6.2000	5.6400	5.7500	5.2500	5.8500
6	5.6700	5.7300	5.6200	5.1700	5.6300	5.4500

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable diámetro polar

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	9.230347	4.615173	42.4279	0.000**
Inoculación	1	0.133545	0.133545	1.2277	0.276
Gen * Ino	2	0.412109	0.206055	1.8943	0.166
Error	30	3.263306	0.108777		
Total	35	13.039307			

C.V. = 5.22%

Tabla de datos para la variable diámetro polar segundo corte

	I	II	III	IV	V	VI
1	6.8100	6.2800	5.7200	6.4100	6.4300	6.1500
2	5.8400	6.7400	6.7100	6.7200	5.8800	6.6600
3	6.1800	6.5300	6.9000	5.7200	6.1800	6.1300
4	6.3200	6.5200	6.9600	6.3200	6.2400	6.9000
5	6.4700	5.4700	5.7100	5.5700	5.3000	6.2800
6	5.6700	5.7900	5.5600	5.6900	5.2100	5.8400

Cuadro 8. Análisis de varianza para la variable diámetro polar

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	3.625854	1.812927	12.7634	0.000
Inoculación	1	0.049072	0.049072	0.3455	0.568
Gen * Ino	2	0.306763	0.153381	1.0798	0.354
Error	30	4.261230	0.142041		
Total	35	8.242920			

C.V. = 6.12%

Tabla de datos para la variable diámetro polar tercer corte

	I	II	III	IV	V	VI
1	7.4600	6.2800	5.8200	6.3400	7.3000	6.5300
2	7.1600	6.0000	6.6900	6.5500	5.9600	6.3200
3	6.8600	6.8900	5.7300	6.0500	6.1900	6.7200
4	5.7200	6.6500	6.1500	5.7900	6.5700	6.7000
5	5.6500	6.3900	6.1500	5.9200	5.9700	5.7800
6	5.2600	6.1200	5.0200	5.7600	5.8900	5.6700

Cuadro 9. Análisis de varianza para la variable diámetro polar

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	3.476929	1.738464	8.1989	0.002**
Inoculación	1	0.456055	0.456055	2.1508	0.149
Gen * Ino	2	0.079224	0.039612	0.1868	0.832
Error	30	6.361084	0.212036		
Total	35	10.373291			

C.V. = 7.4

Tabla de datos para la variable firmeza a los 15 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	1.52	1.975	1.5
2	1.625	1.25	1.25
3	0.76	1.31	1.26
4	1.05	1.715	0.725
5	1.025	1.225	0.825
6	1.55	1.15	2.3

Cuadro 10. Análisis de varianza para la variable firmeza a los 15 días después de cosecha (primera evaluación).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	0.440201	0.220100	1.5619	0.249 N.S.
Inoculación	1	0.082687	0.082687	0.5868	0.536
Gen * Ino	2	0.663887	0.331944	2.3556	0.136
Error	12	1.691002	0.140917		
Total	17	2.877777			

C.V. = 28.14%

N.S. No significativo

Tabla de datos para la variable firmeza a los 20 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	2.625	1.9	2.275
2	2.1	1.725	1.95
3	0.825	1.475	0.95
4	1.4	1.075	1.15
5	1.425	1.05	2
6	0.7	1.525	1.05

Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable firmeza a los 20 días después de cosecha (segunda evaluación).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	3.140907	1.570454	13.1709	0.001**
Inoculación	1	0.190140	0.190140	1.5946	0.229
Gen * Ino	2	0.248398	0.124199	1.0416	0.384
Error	12	1.430840	0.119237		
Total	17	5.010284			

C.V. = 22.85%

Tabla de datos para la variable firmeza a los 20 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	2.15	2.25	2.175
2	1.8	1.775	1.605
3	0.7	0.8	0.675
4	0.725	0.3	1.05
5	0.55	1.75	1
6	0.825	0.775	1.4

Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable firmeza a los 25 días después de cosecha (tercera evaluación).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	5.015810	2.507905	23.2240	0.000 **
Inoculación	1	0.179007	0.179007	1.6577	0.221
Gen * Ino	2	0.161997	0.080998	0.7501	0.503
Error	12	1.295853	0.107988		
Total	17	6.652666			

C.V. = 26.52 %,

** Altamente significativo al 1 %

Tabla de datos para la variable grados brix a los 15 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	4	4.4	4
2	3.8	4	4.2
3	4.2	4.6	4.6
4	4.2	4	4
5	4.8	4.2	4.4
6	5	4.4	4.6

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable grados brix a los 15 días después de cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	0.760010	0.380005	6.5765	0.012*
Inoculación	1	0.055573	0.055573	0.9618	0.652
Gen * Ino	2	0.271118	0.135559	2.3460	0.137
Error	12	0.693390	0.057782		
Total	17	1.780090			

C.V. = 5.59%

Tabla de datos para la variable grados brix a los 20 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	3	3.2	3
2	3.2	2.4	3.2
3	3.4	3.8	3
4	3.6	4	4.2
5	5	4.4	4.8
6	4.2	4	4.4

Cuadro 14. Análisis de varianza para la variable grados brix a los 20 días después de cosecha.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	6.471085	3.235542	31.6516	0.000**
Inoculación	1	0.008820	0.008820	0.0863	0.770
Gen * Ino	2	0.871170	0.435585	4.2611	0.039
Error	12	1.226685	0.102224		
Total	17	8.577759			

C.V. = 8.62%

Tabla de datos para la variable firmeza a los 20 días después de cosecha

Tratamiento	repeticion		
	I	II	III
1	3.8	2.8	2.8
2	3.4	3	3.6
3	3.6	3.8	3.8
4	3.8	4	3.6
5	4.2	4.2	4.8
6	4.4	3.8	5

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable grados brix a los 25 días después de cosecha

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Genotipos	2	4.093384	2.046692	12.7915	0.001**
Inoculación	1	0.035583	0.035583	0.2224	0.649
Gen * Ino	2	0.031067	0.015533	0.0971	0.908
Error	12	1.920044	0.160004		
Total	17	6.080078			

C.V = 10.53%

APENDICE