



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE POSGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN

PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN
"GONZALO TEVALLOS G."
F. I. M. C. P.

INFLUENCIA DE ENDOMICORRIZAS NATIVAS EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*)

Por
AMALIA MARISOL VERA OYAGUE

Guayaquil, Ecuador
2010





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCION DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y CIENCIAS DE LA
PRODUCCION.**

**PROGRAMA DE MAESTRIA EN EDUCACION E
INVESTIGACION EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE.**

Rectores:

Dr. Carlos Cedeño Navarrete M.Sc U.G.
Dr. Moisés Tagle Galárraga Ph.D ESPOL.

Director Posgrado U.G.

Econ. Washington Aguirre M.Sc.

Decanos:

Dra. Carmita Bonifaz de Elao Ph.D **Facultad CCNN – U.G.**
Ing. Juan Andrade Sánchez M.Sc. **FIMCP- ESPOL.**

Director Maestría (E):

Dr. Luis Muñoz Vidarte.

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra en cualquier forma, sea electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo del autor.

Ing. Agr. Amalia Vera Oyague
avoyague@hotmail.com
Maestría en Ciencias en Agricultura Tropical Sostenible
www.fcnn@ug.edu.ec Telf.: 2253117 - 2253118
Guayaquil.- Ecuador





**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
EN AGRICULTURA TROPICAL SOSTENIBLE**

**INFLUENCIA DE ENDOMICORRIZAS NATIVAS EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum*)**

Por

AMALIA MARISOL VERA OYAGUE

Esta Tesis fue aceptada en su presente forma por el Comité Consejero y el Consejo Asesor del Programa de Educación e Investigación en Agricultura Tropical Sostenible de la Universidad de Guayaquil, como requisito parcial para optar al grado de:

Magíster en Ciencias con énfasis en la Agricultura Tropical Sostenible

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Galo Salcedo Rosales (Dip)

**Guayaquil, Ecuador
2010**



AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme ayudado a encontrar el camino y las personas que han hecho posible la realización del presente trabajo de investigación.

Al Programa PROMSA por haberme extendido una beca de colegiatura para realizar la Maestría.

Al Rector de la Universidad de Guayaquil, Dr. Carlos Cedeño Navarrete, quién aportó con el desembolso económico para el desarrollo de la tesis.

Al ex Decano de la Facultad de Ciencias Naturales Ing. José Cuenca Vargas, por haber permitido que labore en la Facultad por el tiempo que dure la Maestría para que pueda asistir con puntualidad a clases de la misma.

A la Decana de la Facultad de Ciencias Naturales Dra. Carmita Bonifaz de Elao, quién con su efectiva diligencia ha permitido llevar a feliz término la obtención del título de Máster.

Al ex Director de la Maestría Dr. Wilson Pozo Guerrero, por su aporte y apoyo durante el periodo académico.

Al Ing. Galo Salcedo Rosales, Coordinador de la Unidad de Centros de Clases Prácticas Integradas UCCPI) del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, lugar donde se realizó el trabajo de campo y laboratorio de la presente Investigación, y Director de ésta Tesis, por el considerable aporte en el desenvolvimiento del proyecto ejecutado, así como su apoyo, paciencia y acertados consejos.

A la Secretaria de la Maestría Sra. Miriam Vargas, por su cuantiosa generosidad y ayuda, que ha rebasado sus obligaciones.

Al Técnico de la UCCPI, Manuel Gutiérrez Morán por su ayuda incondicional y desinteresada en el arduo trabajo de campo que generó esta investigación.

A mi hijo Carlos Alberto por las horas que no pude estar junto a él por dedicárselas a la investigación.

A mis hermanos Jaime, Alfredo, Grace, Alida y Alex por su apoyo moral, físico y económico.

DEDICATORIA

A la memoria de: mi abuelito Cristóbal Colón Oyague Viera, mi madre Armenia Oyague Plúas, mi padre Genaro Vera Suarez, quienes con su nobleza, espiritualidad y con el ejemplo de la práctica me enseñaron buenos principios y valores que me han servido para desenvolverme en el diario vivir.

A la persona que me ha incitado a esforzarme, luchar y triunfar, mi hijo, Sr. Carlos Alberto Loor Vera.

A mi princesita que me ha colmado de alegría, Loisanita, mi nieta, como un ejemplo para que un futuro no lejano supere mis logros.

A mi nieto Mycol, como incentivo dentro de su formación para que cada día sea mejor.

CONTENIDO	PAGINA
Portada	i
Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Biografía	iv
Contenido	v
Lista de cuadros	vi
Lista de figuras	vii
Resumen	viii
Summary	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
Objetivos	2
1.1.1 General	2
1.1.2 Específico	2
1.3. Hipótesis	3
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Generalidades del cultivo	4
2.2. Fertilidad del Suelo	4
2.3. Los microorganismos del suelo	5
2.3.1. Micorriza: Definición	5
2.3.2. Micorriza: Clasificación	6
2.3.2.1 Basándose en la Anatomía de la planta	6
2.3.2.2 Basándose en la taxonomía	7
2.3.3. Micorrizas: Estructuras	7-9
2.3.4. Micorrizas. Caracterización	10-14
2.3.5. Micorriza: Simbiosis	14-15
2.3.6. Funcionamiento de la simbiosis micorrizica	16
2.3.7. Conducción de elementos por las micorrizas	16-17
2.3.8. Factores que limitan el desarrollo de los hongos micorrizicos vesiculo- arbuscular	18-19
2.3.9. Fundamentos para la aplicación de micorrizas	19-20

3.	MATERIELES Y MÉTODOS	21
3.1.	Localización	21
3.1.2.	Datos Climáticos	21
3.1.3.	Suelo	21
3.2.	Diseño de la Investigación	22
3.2.1.	Fase de colonización	22
3.2.1.1.	Obtención de inóculo	22
3.2.1.2.	Esterilización de suelo	22
3.2.1.3.	Siembra e inoculación	22
3.2.1.4.	Riego	22
3.2.1.5.	Fertilización	23
3.2.1.6.	Monitoreo de colonización	23
3.2.2.	Experimentación de campo	23
3.2.2.1	Unidad Experimental	23
3.2.2.2.	Diseño de experimento	24
3.2.2.3.	Diseño de tratamientos	24
3.2.2.4.	Modelo matemático	24-25
3.3.	Factores estudiados	25
3.4.	Análisis de la información	25
3.4.1.	VARIABLES EVALUADAS	25
3.4.1.1.	Tamaño de planta y número de hojas	25
3.4.1.2.	Diámetro del tallo	25
3.4.1.3.	Numero de flores	26
3.4.1.4.	Peso seco	26
3.4.1.5.	Cosecha	26
3.4.1.6.	Análisis foliar	26
3.4.1.7.	Cantidad de esporas	26
3.4.1.8.	Colonización Micorrizica	26
3.4.1.9.	Densidad de pelos radicales	27
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1.	Respuesta de la eficiencia a la inoculación de micorrizas en la fase de desarrollo del cultivo	28
4.1.1.	Altura	28-29

4.1.2.	Número de hojas	30-31
4.1.3.	Diámetro del tallo	31-32
4.1.4.	Número de flores	32
4.1.5.	Peso fresco	32-33
4.1.6.	Peso seco	33-34
4.2.	Estimación de la eficiencia de absorción de nutrientes con relación a la aplicación de micorrizas	34
4.2.1.	Contenido de nutrientes	34-37
4.3.	Comportamiento de los hongos micorrizicos a través del ciclo productivo del tomate	37
4.3.1.	Número de esporas y sus fluctuaciones	37-39
4.3.2.	Porcentaje de densidad micorrizica y fluctuaciones en el tiempo	39-41
4.3.3.	Porcentaje de raíces colonizadas	42
4.3.4.	Densidad de pelos radicales	43-45
4.4.	Contribución de las micorrizas en la producción de tomate	45
4.4.1.	Producción de frutos	45
4.4.2.	Peso de frutos	45-48
4.5.	Análisis económico de la producción	48
4.5.1.	Producción de frutos	48
4.5.2.	Peso de frutos	49
4.5.3.	Relación beneficio costo	49
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51-52
6.	BIBLIOGRAFÍA	53-58

LISTA DE CUADROS

	PÁGINA
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de hongos formadores de MA (Morton y Redeker, 2001)	7
Cuadro 2. Promedio y desviación estándar de peso fresco y seco de la planta de tomate (g) a los 45 días.	33
Cuadro 3. Media y desviación estándar del contenido de macronutrientes en la hoja de la planta de tomate en la etapa de floración.	35
Cuadro 4. Media y desviación estándar del contenido de micronutrientes en la parte aérea de la planta de tomate en la etapa de floración.	36
Cuadro 5. Resumen financiero del cultivo de tomate bajo un ensayo de cinco tratamientos con endomicorrizas nativas y un testigo absoluto	51

LISTA DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Altura de planta en diferentes ciclos del cultivo	
Figura 2. Número de hojas en las principales etapas vegetativas	29 30
Figura 3. Diámetro del tallo en las etapas de transplante, floración y fructificación	31
Figura 4. Fluctuación poblacional de esporas de micorrizas en el transcurso del cultivo de tomate	37
Figura 5. Densidad de colonización de micorrizas en raíces de plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo	41
Figura 6. Porcentaje de raíces colonizadas en plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo	42
Figura 7. Densidad de pelos radicales en las cuatro etapas fenológicas del cultivo de tomate	44
Figura 8. Gráfico de Tm/ha. Frutos en miles/ha. Peso promedio de fruto. Cantidad de frutos por planta en cada uno de los tratamientos	47

LISTA DE ANEXOS

PÁGINA

- Anexo 1.A. Plan de fertilización para el cultivo de tomate
- Anexo 2.A. Metodología para diagnosticar macroelementos y microelementos minerales de análisis foliares
- Anexo 3.A. Metodología utilizada en el conteo de esporas de micorrizas
- Anexo 4.A. Metodología utilizada para determinar infección micorrizica en el cultivo de tomate
- Anexo 5.A. Metodología utilizada para el conteo de pelos radicales
- Anexo 6.A. Altura de plantas (cm) de tomate registrada en diferentes fechas en cada uno de los tratamientos ensayados
- Anexo 7.A. Número de hojas por planta de tomate registradas en las principales etapas vegetativas, bajo los diferentes tratamientos ensayados
- Anexo 8.A. Diámetro del tallo de las plantas de tomate en las etapas de transplante floración y fructificación, bajo los tratamientos establecidos
- Anexo 9.A. Número de flores por planta de tomate (Híbrido Sigal) a los 45 días después de la siembra, bajo los diferentes tratamientos
- Anexo 10.A. Peso fresco y seco (g) de la planta de tomate a los 45 días en cada uno de los tratamientos
- Anexo 11.A. Matriz de Cálculos para diagnóstico foliar basado en el método de Desviación Óptima Porcentual - DOP, considerando los rangos de Beberly
- Anexo 12.A. Matriz de diagnóstico foliar para microelemento

basado en el método de comparación simple
considerando los rangos de Malavolta

- Anexo 13.A. Media y desviación estándar del contenido de Nutrientes en las hojas de tomate en la etapa de floración, bajo los tratamientos ensayados
- Anexo 14.A. Fluctuación poblacional de esporas de micorrizas en el transcurso del cultivo de tomate en cada uno de los ensayos
- Anexo 15.A. Densidad de colonización de micorrizas en raíces de plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo, en términos de porcentaje, bajo los tratamientos ensayados
- Anexo 16.A. Porcentaje de raíces colonizadas en plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo, bajo los tratamientos establecidos
- Anexo 17.A. Densidad de pelos radicales en plantas de tomate (híbrido Sigal) en cuatro etapas del cultivo, bajo los tratamientos establecidos
- Anexo 18.A. Resumen de Tm/ha, frutos en miles/ha, peso promedio de fruto, cantidad de frutos por planta en cada uno de los tratamientos, en el cultivo de tomate
- Anexo 19.A. Cuadrados medios de los análisis de Variancia de las variables agronómicas
- Anexo 20.A. Cuadrados medios de los análisis de Variancia de los macro y micronutrientes en las hojas de tomate en época de floración
- Anexo 21.A. Cuadrados medios de los análisis de Variancia de las variables biológicas
- Anexo 22.A. Respuesta de las variables agronómicas obtenidas durante el experimento, bajo diferente tratamientos
- Anexo 23.A. Respuesta de las variables agronómicas

obtenidas durante el experimento, bajo diferente tratamientos.

- Anexo 24.A. Respuesta de las variables biológicas obtenidas durante el experimento, bajo diferente tratamientos
- Anexo 25.A. Costo de producción del tratamiento testigo del cultivo de tomate
- Anexo 26.A. Costo de producción del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del agroecosistema soya
- Anexo 27.A. Costo de producción del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del agroecosistema maíz
- Anexo 28.A. Costo de producción del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del agroecosistema soja mas fertilizante mineral NPK
- Anexo 29.A. Costo de producción del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del agroecosistema maíz mas fertilizante mineral NPK

RESUMEN

La gran demanda de alimentos para una creciente población produjo el incremento de la productividad fundamentada en el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas químicos. Estos beneficios de hoy se han transformado en problemas para, el medio ambiente, el hombre y el suelo principalmente, debido al uso incorrecto en su manejo.

Ante este hecho han aparecido investigadores que fundamentan sus trabajos en una agricultura sostenible sobre la que han obtenido resultados positivos en el área de nutrición vegetal, sin embargo, es necesario que se siga conociendo, ampliando y divulgando este campo, ya que se trata de una actividad fisiológica vital y compleja sobre la que se debe obtener fundamentos científicos que potencialicen racionalmente la actividad agrícola; para conseguir beneficios económicos.

Un área importante, es el estudio de la acción de los microorganismos como seres de conexión y tránsito de los elementos nutritivos que la planta necesita, entre estos se encuentran las micorrizas que son hongos que unidos perfecta e íntimamente a la raíz de la planta por intermedio del micelio establecen una dependencia recíproca en la que se intercambian metabolitos que benefician a ambos.

Dentro de la problemática planteada se proyectó y ejecutó este trabajo en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Universidad de Guayaquil en el periodo 2001-2004, que está referido a la nutrición agrícola, en donde se analizó y evaluó las acciones de las micorrizas como biofertilizante en el cultivo de tomate.

Los objetivos que se cumplieron fueron: análisis de la eficiencia de las micorrizas en la etapa de desarrollo del cultivo; estimación de la absorción de nutrientes; evaluación del comportamiento de los hongos micorrizicos en el tomate y contribución de las micorrizas en la producción de tomate.

El inóculo de micorrizas (nativas) que se utilizó para este ensayo fue seleccionado de entre 5 agro-ecosistemas (soja, maíz, tomate, pasto, cacao) y un bosque secundario, escogiéndose los dos mejores de estos por presentar endomicorrizas con buena habilidad de esporulación y colonización. El inóculo (esporas, hifas externas e internas, raíces micorrizadas) fue multiplicado en macetas por cuatro veces consecutivas con la finalidad de incrementarlo. El cultivo anfitrión fue el tomate, este trabajo preliminar bajo invernadero duro 16 meses.

Para la primera fase del ensayo (obtención de inóculo) se utilizó un diseño experimental irrestrictamente al azar. En la segunda fase (experimentación de campo) se usó un diseño de bloques al azar, con 5 tratamientos, de los cuales dos fueron tratados con micorrizas más fertilizantes, dos con micorrizas solas y un testigo absoluto, con 5 repeticiones.

Las variables de respuesta consideradas fueron: Tamaño de planta, número de hojas y flores, diámetro del tallo, peso seco, análisis foliar, cantidad de esporas, colonización micorrizica, densidad de pelos radicales, cosecha.

Las micorrizas evidenciaron su participación sobre el crecimiento, número de hojas, diámetro del tallo, precocidad en la floración, producción del tomate. Los niveles de esporulación y colonización de las micorrizas se vieron afectados por los fertilizantes minerales. Se determinó el aporte de la micorrización en la producción en un 65% sobre la base del potencial del híbrido. La mejor relación beneficio costo fue para los tratamientos con micorrizas solas. Se concluye que el uso de las micorrizas es una buena alternativa para el uso de tecnologías limpias.

Palabras claves: nutrición agrícola, micorrizas, biofertilizante, tomate, colonización, esporulación.

SUMMARY

The great demand of foods for a growing population produced the increment of the productivity based in the use of synthetic fertilizers and chemical pesticides. Today's benefits has become problems for, the environment, the man and the floor mainly, due to the incorrect use in their handling.

Before this fact investigators that base their works in a sustainable agriculture on which have obtained positive results in the area of vegetable nutrition, have appeared however, it is necessary that it is continued knowing, enlarging and disclosing this field, since it is a vital and complex physiologic activity on which should be obtained scientific foundations that potencialicen rationally the agricultural activity; to get economic benefits.

An important area, is the study of the action of the microorganisms like connection beings and traffic of the nutritious elements that the plant needs, among these they are the micorrizas that are mushrooms that united perfect and intimately to the root of the plant through the micelio establish a dependence it reciprocates in the one that metabolitos is exchanged that you/they benefit to both.

Inside the outlined problem he/she was projected and it executed this work in the Agricultural Technological Institute of Vinces, University of Guayaquil in the period 2001-2004 that it is referred to the agricultural nutrition where was analyzed and it evaluated the actions of the micorrizas like biofertilizante in the tomato cultivation.

The objectives that were completed were: analysis of the efficiency of the micorrizas in the stage of development of the cultivation; estimate of the absorption of nutritious; evaluation of the behavior of the mushrooms micorrizicos in the tomato and contribution of the micorrizas in the tomato production.

The micorrizas inóculo (native) that was used for this rehearsal it was selected of among 5 agriculture-ecosystems (soya, corn, tomato, grass, cocoa) and a secondary forest, being chosen both more good of these to present endomicorrizas with good esporulación ability and colonization. The inóculo (spores, external and internal hifas, roots micorrizadas) it was multiplied in gavels by four serial times with the purpose of increasing it. The cultivation host was the tomato, this work preliminary low hothouse hard 16 months.

For the first phase of the rehearsal (inóculo obtaining) a design experimental irrestrictamente was used at random. In the second phase (field experimentation) you use a design of blocks at random, with 5 treatments, of which two were micorrizas more fertilizers, two alone micorrizas and an absolute witness, with 5 repetitions.

The considered answer variables were: Plant size, number of leaves and flowers, diameter of the shaft, dry weight, analysis to foliate, quantity of spores, colonization micorrizica, density of radical hair, harvests.

The micorrizas evidenced their participation about the growth, I number of leaves, diameter of the shaft, precocity in the floración, production of the tomato. The esporulación levels and colonization of the micorrizas were affected by the mineral fertilizers. The contribution of the micorrización was determined in the production in 65% on the base of the potential of the hybrid one. The best relationship benefits cost it was for the treatments with alone micorrizas. You concludes that the use of the micorrizas is a good alternative for the use of clean technologies.

Key words: agricultural nutrition, micorrizas, biofertilizante, tomato, colonization, esporulation.

1. INTRODUCCIÓN

La gran demanda de alimentos que se produce por la explosión demográfica en la década del 50 incentivó que la investigación se orientara al incremento de la productividad mediante el uso de fertilizantes sintéticos y pesticidas químicos. Los logros que se obtuvieron fueron de gran impacto económico que la denominaron revolución verde, más tarde se comprobó que tenía consecuencias destructivas para el medio ambiente, el hombre y el suelo principalmente al haber reducido, en forma alarmante, su fuerza nutritiva haciéndolo cada vez más dependientes de abonos minerales.

Por ser la nutrición vegetal una actividad fisiológica vital y por su gran complejidad interactiva de procesos y fenómenos físicos, químicos y biológicos, que no siempre aportan con una gran cantidad de elementos nutritivos que demanda la planta, hacen que constantemente se esté realizando investigación en este campo, con el fin de obtener fundamentos científicos que potencialicen racionalmente la actividad agrícola; para conseguir beneficios económicos.

Ante este hecho aparecen investigadores que fundamentan sus trabajos en una agricultura sostenible, rentable sin destruir la naturaleza. Hoy se han obtenido resultados positivos en lo que se ha denominado Nutrición Vegetal no dañina, sin embargo, es necesario que se siga conociendo, ampliando y divulgando este campo. Un área importante, es el estudio de la acción de los microorganismos como seres de conexión y tránsito de los elementos nutritivos que la planta necesita.

Consecuentemente estas fueron las razones que me comprometieron a realizar la presente investigación, en la que en forma individual y concomitantemente se analizaron y evaluaron los resultados en la planta, de las acciones de las micorrizas, encargadas de transportar fósforo, principalmente, nitrógeno, potasio y magnesio.

Para este estudio se ha escogido el tomate como cultivo de ensayo, por las siguientes razones: Es un buen indicador de la presencia de los elementos nutritivos. Su consumo permanente le da el carácter de masivo. Lo siembran agricultores de todo nivel económico y, en los últimos años ha producido gran impacto social, debido a los problemas de bajos rendimientos, sobreoferta e incremento en el costo de producción, resurgencia de plagas y enfermedades no comunes que han incidido definitivamente para que los agricultores de la costa no puedan competir con los de la sierra. Situación negativa que se complementa con la industria nacional de pasta de tomate, la misma que actualmente importa la totalidad de los requerimientos industriales

Los problemas anotados menguan la productividad y afectan la economía del agricultor y trabajador tomatero; razón por la que este trabajo, está encaminado a proporcionar una tecnología de alternativa racional que permita dar un valor agregado a la producción de tomate mediante la certificación de "buenas prácticas agrícolas"

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Coadyuvar al fortalecimiento de la investigación en la nutrición orgánica mediante el estudio de las funciones micorrízicas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)

1.1.2. Objetivos específicos

- 1.1.2.1. Analizar la eficiencia de las micorrizas en la etapa de desarrollo del cultivo
- 1.1.2.2. Estimar la eficiencia de absorción de nutrientes por parte de las micorrizas
- 1.1.2.3. Evaluar el comportamiento de los hongos micorrízicos a través del ciclo productivo del tomate
- 1.1.2.4. Determinar la contribución de las micorrizas a la producción de tomate

1.2 Hipótesis.

La interacción de los microorganismos – planta contribuyen significativamente en el aumento de la productividad y sostenibilidad de la producción.

1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo

El tomate es una hortaliza nativa de América. Desde 1850 viene siendo un importante componente de la dieta en el mundo. Es un cultivo que se ha realizado en el ámbito nacional tanto en los valles cálidos de la sierra como en el litoral, en la época de verano en las provincias de Los Ríos y en Manabí. La serranía se ha dedicado a la producción de tomate de mesa y en el litoral más al tomate industrial para la elaboración de pasta.

2.2. Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo se ve menguada por la pérdida de la materia orgánica y con ella la microbiota del suelo; procesos de oxidación; alta tasa de extracción de nutrientes por las plantas cultivadas y por lixiviación o lavado de bases provocada por altas precipitaciones, ocasionando incrementos en la acidez del suelo y en ocasiones efectos tóxicos debido a la alteración o desequilibrio de los componentes químicos del suelo. En este sentido ésta pérdida de la fertilidad puede ser retenida por la adición de la MO o bien por fertilizantes de síntesis química, por eso se dice que el suelo es un recurso natural renovable, en cambio cuando la capa superficial es removida por la acción de la erosión, ya no podrá ser restituida en un corto tiempo, entonces se dice que el suelo es un recurso natural no renovable (Ruiz, 2001).

La fertilización como técnica, debe estar enfocada a mantener o aumentar la fertilidad del suelo agrícola; englobando este concepto, no sólo la capacidad del suelo para aportar nutrientes minerales esenciales a la planta; si no también, la capacidad del mismo para mantener un nivel de producción alto, pero sustentable en el tiempo, sin perder por ello su diversidad biótica ni su complejidad estructural y todo ello dentro de un equilibrio dinámico (Reyes, 1998).

2.3. Los microorganismos del suelo

Kolmans (1996), dice que el fomento de los microorganismos mejora la calidad y cantidad de nutrientes, por la interrelación microorganismo – planta que existe en el suelo en forma natural, pero ésta capacidad que tienen las plantas es desactivada con el uso de fertilizantes minerales. En un modelo alternativo de agricultura, los fertilizantes químicos se los considera un complemento en función de mantener el equilibrio entre los nutrientes que presentan relaciones antagónicas e intensificar interrelaciones entre suelo – planta – microorganismos.

Los fertilizantes nitrogenados son contaminantes del medio, a través de la liberación de amoníaco y óxidos de nitrógeno, en este contexto los biofertilizantes se constituyen en una buena iniciativa, se trata de productos elaborados a partir de diferentes tipos de microorganismos, que una vez aplicados a la planta a través de distintos mecanismos realizan funciones de fertilización (Ribaudó, 1998).

2.3.1. Micorrizas: definición

La palabra micorriza se origina del griego myco, que significa hongo y rhiza, que indica raíz. Etimológicamente se define como una simbiosis mutualista entre algunos hongos del suelo y las raíces de las plantas (Sánchez, 1999) La misma autora cita a Frank (1885) quien indica que micorriza es la unión íntima entre las raíces de la planta y micelios de hongos, los cuales establecen una dependencia fisiológica recíproca. Siquiera & Franco (1988) indican que las micorrizas son simbiosis endofíticas, biotróficas y mutualistas, que se encuentran en la mayoría de plantas nativas y cultivadas; caracterizadas por el contacto íntimo y una perfecta integración morfológica entre el hongo y la planta, por la regulación funcional e intercambio de metabolitos que beneficia a ambos.

2.3.2. Micorrizas: clasificación

2.3.2.1. Basándose en la Anatomía de la planta

- a) Ectomicorrizas, las hifas del hongo envuelven los segmentos de raíces colonizándolas y entretrejiéndolas hasta formar un manto, de la cual se desprenden hifas que colonizan el medio y forman cordones hifales denominados rizomorfos. Dentro de la corteza al penetrar el micelio forma una estructura llamada "red de Hartig". Predominan en gimnospermas y angiospermas, se hospedan en especies de árboles nativos de regiones frías (Sánchez de Prager, 2001).

- b) Endomicorrizas, se diferencian de los anteriores porque las hifas del hongo penetran entre y dentro de las células de las raíces, no forman manto, y poseen modificaciones anatómicas microscópicas, se clasifican en: orquídeomicorrizicas, la simbiosis de este grupo es totalmente diferente, porque el hongo provee de carbono a la planta, contrario a lo que sucede con los otros tipos de micorrizas que los compuestos carbonados los forma la planta y se los proporciona al hongo. Ericoides, poseen hifas septadas que se desarrollan alrededor de la raíz, formando un tejido delicado y rompible que se desplaza en el interior de las célula formando enrollamientos, son comunes en arbustos y árboles que crecen en suelos ácidos y turbosos con materia orgánica alta y compuestos polifenólicos, que son pobres en nitrógeno y fósforo. Arbusculares, Se ha determinado que 97% de las fanerógamas incluidas las de interés económico y agronómico presentan este tipo de micorrizas. Su evolución y propagación se produjo en los trópicos y debido a su alta diversidad se la encuentra en todo el planeta (Sánchez de Prager, 2001).

- c) Ectendomicorrizas, presenta características de las ectomicorrizas con la diferencia que hay penetración intracelular por medio de hifas que son septadas, lo que permite que algunos autores las clasifiquen como endomicorrizas y otros como ectomicorrizas. Se las ubica asociadas con coníferas (Sánchez de Prager, 2001),

2.3.2.2. Basándose en la taxonomía (Micorrizas Arbusculares)

Morton y Redecker, (2001) recientemente han realizado cambios en la taxonomía de los hongos formadores de Micorrizas Arbusculares. Mediante el uso de técnicas en las que intervienen secuencias de ADN, análisis de perfiles de ácidos grasos, reacciones inmunológicas hacia anticuerpos monoclonales específicos, caracterización morfológica de las esporas y sus hábitos de colonización, han permitido tener avances sustanciales en la taxonomía de estos hongos. Con base en el análisis de la información obtenida por las técnicas mencionadas, a continuación se presenta la nueva clasificación de los hongos MA.

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de hongos formadores de MA (Morton y Redecker, 2001)

Clase:	Zygomycetos	Orden:	Glomales
Suborden: Glomineae	Familia:		Género:
	Paraglomaceae		Paraglomus
	Archaeosporaceae		Archaeospora
	Glomaceae		Glomus
	Acaulosporaceae		Entrophospora
			Acaulospora
Gigasporineae	Gigasporaceae		Gigaspora
			Scutellospora

2.3.3. Micorrizas: Estructuras

Hifas: las hifas intra radicales son las encargadas de formar la unidad de infección o colonización, parece ser que su crecimiento es limitado y regulado por las interacciones hongo – hospedero. Las hifas externas se clasifican en: infectivas, de absorción y fértiles (formadoras de esporas) y su crecimiento, senescencia y otras características son pocas conocidas

hasta la presente. Las hifas infectivas son las que ubican nuevos puntos de infección ya sea en varias partes de una misma raíz o en raíces de plantas vecinas. Estudios en macetas han demostrado que las hifas externas son menos infectivas en las familias Glomaceae y Acaulosporaceae que en la familia Gigasporaceae (INVAM, 2002).

Arbúsculos: son estructuras parecidas a un árbol se forman a partir de ramales de las hifas intraradicales una vez que las mismas han penetrado a través de la pared de la célula. Su formación se observa entre la pared celular y la membrana plasmática, tienen poca duración, y se reproducen en gran cuantía cuando el hongo está en activo crecimiento, por lo que pueden observarse por largos periodos. En el suborden Gigasporineae persisten entre 3 – 4 meses, mientras que en el suborden Glomineae es de 2 – 3 meses. Esto se comprueba específicamente en plantas cultivadas en macetas. La morfología difiere entre los hongos de las tres familias endomicorrízicas. Mediante interacciones bioquímicas son los encargados de regular el intercambio de carbono, energía y nutrientes entre los simbioses (INVAM, 2002).

Vesículas: son corpúsculos de pared delgada que tienen lípidos y se producen en la parte media o terminal de una hifa dentro de la corteza radical. Se encuentran en el suborden Glomineae. En la familia Glomaceae las vesículas son ovoides o elipsoides, mientras que en las Acaulosporaceae son generalmente elipsoides e irregulares y/o protuberantes. Las vesículas se observan en los primeros estados del desarrollo de *Glomus*, y proliferan aproximadamente al mismo tiempo que se inicia la esporulación incrementándose de allí en adelante. Hongos micorrízicos tardíos (70–90 días de cultivo en macetas) muestran pocos arbúsculos pero presentan abundantes hifas intraradicales y vesículas, son las encargadas de almacenar y dividir a modo de compartimentos, lípidos ricos en energía durante el desarrollo micorrízico, posiblemente para el mantenimiento y crecimiento del hongo después que han cesado las funciones metabólicas de las raíces (INVAM, 2002).

Células Auxiliares: en el suborden Gigasporineae constituyen racimos de células de paredes delgadas que emergen de una hifa extraradical. En el género *Gigaspora*, la superficie de las células pueden ser espinosas, pero tales espinas pueden estar reducidas a protuberancias o a superficies lisas para el género *Scutellospora*. Se diferencian de las esporas por el tubo germinativo que se observa en estas últimas previo al establecimiento de cualquier colonización micorrízica (incluyendo esporas germinadas en medios de agar). En cultivos de macetas al principio se observan en gran cantidad pero al cabo de cuatro meses son pocas o casi ausentes. Al igual que las vesículas, estas células frágiles almacenan lípidos a manera de compartimentos y proveen de una fuente de micromoléculas de carbono independiente del hospedero durante la formación de las esporas (INVAM, 2002).

Esporas: aunque todos los miembros del orden Glomales se clasifican dentro de la división Zygomycota, ninguno de ellos produce Zygosporas y sus esporas asexuales tienen poca o ninguna afinidad morfológica con las esporangiosporas asexuales o las clamidosporas. Las esporas se pueden observar tanto en el suelo como en las raíces, con excepción del género *Gigaspora*. En la especie de *Glomus* la esporulación intra radical es más abundante que en otras. El inicio de la esporulación varía con la especie y las condiciones fisiológicas del anfitrión, ocurre comúnmente entre tres y cuatro semanas posteriores a la colonización, bajo cualquier condición (excepto alto contenido de fósforo en el suelo, el cual inhibe todas las fases). Se ha comprobado experimentalmente que la esporulación ocurre una vez que se ha alcanzado cierto nivel de biomasa del hongo en las raíces. Cultivos en macetas han demostrado que la esporulación cesa cuando deja de crecer la raíz para el caso de especies de las familias Glomaceae y Acaulosporaceae, pero puede continuar a bajos niveles en especies de la familia Gigasporaceae. Finalmente todas las esporas de los hongos endomicorrízicos son infectivas cuando han formado uno o más tubos germinativos (INVAM, 2002).

2.3.4. Micorrizas: caracterización

Orden Glomales, según Morton y Benny (1990) son hongos del suelo que establecen una simbiosis mutualista obligada con muchas especies de planta. Los arbusculos dicotómicos transitorios se forman en el interior de las células a partir de una hifa intraradical. Las esporas son asexuales se forman extra radicalmente y con menos frecuencia intra radicalmente y se reproducen algunas veces en esporocarpos altamente organizados.

Sudorden Glominea, según Morton y Benny (1990), los arbusculos se hacen visible gracias a la tinción con azul de tripano, el diámetro del tronco de los arbusculos tienen un diámetro de dos a seis μm , y sus ramificaciones son más finas. El tronco hifal se hincha en ocasiones, la red arbuscular no se encuentra en cultivos viejos en macetas o en raíces viejas en el campo. Sin embargo, esta situación es sustituida por una gran red hifal que puede estar acompañada de vesículas o esporas. Las vesículas se forman generalmente en la parte terminal de las hifas ya sea dentro o entre las células; son de paredes delgadas, varían en tamaño, forma y cantidad; para ser observadas tienen que ser teñidas excepto si se observan con luz UV. Las esporas se encuentran solas o en pequeños o grandes grupos con y sin peridium o esporocarpos altamente organizados; se forman generalmente en el suelo, pero cierta especie de Glomaceae también pueden formarse dentro de la raíz; generalmente en estado adulto tienen un diámetro de 200 μm ; los colores varían entre blanco, rojo y negro. Las hifas intraradicales tienen diámetro variable debido a su plasticidad, las hifas colonizan en forma recta y ramificada siguiendo una dirección paralela al eje de las raíces. Las hifas extraradicales, son variables en su diámetro.

Familia Glomaceae, los arbusculos de esta familia se observan bastante oscuros con el azul de tripano en la mayoría de las especies y se ven bastantes claros para el caso de *Glomus tortuosum*. Las vesículas se presentan dependiendo del hongo y del anfitrión y se las localiza cerca

de los puntos de entrada; son generalmente oblongas o elípticas que se oscurecen con el azul de tripano. Las hifas intraradicales se pueden ramificar en ángulos agudos u oblicuos a partir del punto de entrada y siguen paralelas a las raíces en grupos de dos en dos que se interconectan mediante ángulos rectos; es necesario realizar tinciones para su observación. Las hifas extraradicales son muy abundantes, su diámetro es muy variado. Las esporas pueden presentarse solas o agregadas en una matriz; la pared de la espora sigue para constituirse en pared de la hifa; se pueden formar dentro de raíces al final o en cualquier otro lugar de la hifa (INVAM, 2002).

Género *Glomus*, forma clamidosporas aisladas o en esporocarpos, normalmente hipogeos. Las clamidosporas se forman en el extremo de una hifa de sustentación y pueden tener una o varias paredes. Forman vesículas (INVAM, 2002).

Especie *tortuosum*, las esporas generalmente de color anaranjado-marrón (0-10-60-0) amarillo-marrón (0-40-100-10) pero en su gran mayoría son anaranjado-marrón pálidas (0-20-40-0). Tienen forma globosa, sub globosa y a veces irregular. El tamaño varía entre 120 - 220 μm . Cada esporocarpo contiene entre dos y seis esporas con un diámetro de 290-540 μm . Poseen dos capas que pueden separarse en varias posiciones. Para el caso de las hifas, estas tienen forma cilíndrica, con un diámetro de 12,5 - 15 μm , de los cuales 1.5 μm pertenecen al grosor de la pared (INVAM, 2002).

Especie *clarum*, presenta esporas que van de blanco a amarillo-marrón (0-10-60-0) otras amarillo pálido (0-0-20-0) y hasta marrón-amarillo claro (0-10-20-0). Son de forma globosa, subglobosa, elípticas, oblongas, o irregulares cuando se trata posiblemente de esporas formadas en raíces. Abarcan un tamaño entre 100-260 μm . Posee tres capas, la primera se separa a menudo en el caso de esporas adultas cuando se aplica presión, es hialina y mucilaginosa, la segunda capa es más

resistente con una consistencia granular que hace que se produzcan agrietamientos, es más gruesa que la primera, la tercera capa está compuesta por tres subcapas que generalmente permanecen inseparables, en pocos casos se separan. Las hifas son cilíndricas con un diámetro entre 18–24 μm ; se distinguen tres capas, la primera es mucilaginosa y solo se encuentra en hifas juveniles, la segunda capa es muy densa en la madurez de la espora, la tercera capa es amarilla y muy delgada, cuando las esporas son de color blanco no se la considera. Las vesículas son oblongas o elípticas y se forman a menudo cerca del punto de entrada de la hifa. Los arbúsculos colonizan tempranamente (INVAM, 2002).

Especie *intraradices*, tienen esporas de color cremoso pálido (0-0-10-0) y amarilla marrón con tintes verdes (0-10-40-0). Tienen forma globosa, subglobosa, irregular y algunas elípticas que se encuentran en las raíces. El tamaño varía entre 40–140 μm . Poseen tres capas, la primera solo se encuentra en esporas juveniles es hialina y mucilaginosa con diámetro de 0.6–3.2 μm . La segunda capa es densa y hialina se mantiene en las esporas jóvenes, en las adultas se degrada igual que la primera, mostrando una apariencia de remiendos. La tercera capa es consistente y solo se separa de la espora por medio de presión. Las hifas de forma cilíndrica, con diámetro de 11–18 μm , las forman tres capas que son las mismas que forman las esporas (INVAM, 2002).

Especie *fasiculatum*, tienen esporas de color amarillo claro a amarillo marrón; forma globosa y subglobosa; el tamaño fluctúa entre 60 y 110 μm . Las constituyen tres capas, la primera es hialina, la segunda es consistente y está formada por subcapas muy finas de color rojo levemente púrpura, la tercera capa es delgada y flexible. Las hifas son cilíndricas, con diámetros de 8–10,2 μm , de los cuales 1.2 μm pertenece a la pared; se denotan dos capas que son una continuación de la pared una y dos de las espora (INVAM, 2002).

Familia *Acaulosporaceae*, los arbusculos después de la tinción con azul de tripano tienen un color que va de azul marino a casi invisible. Las vesículas son abundantes y se localizan en las entradas de infección, se forman antes de que ocurra la formación de arbusculos, tienen forma circular y oblonga, al teñirlas se ven bastantes claras, pero si más oscuras que los arbusculos. Las hifas intraradicales se presentan en forma de espiral en el punto de entrada y con un diámetro de 4-6 μm ; crecen paralelamente a la raíz e interconectas con hifas vecinas por medio de ángulos rectos o agudos; al teñirlas son más oscuras en los sitios de entrada. Las hifas extraradicales, son generalmente finas miden entre 2-3 μm (INVAM, 2002).

Género *Acaulospora*, forman azigósporas hipógeas aisladas, la esporogénesis se inicia con la formación de un saco esporógeno de pared delgada al final de una hifa gruesa. El contenido de este saco emigra hacia su parte basal y se condensa en una espora sétil. Las azigósporas tienen dos o más paredes, a menudo con ornamentación externa. Forman micorrizas arbusculares con vesículas y a veces con morfologías muy características (INVAM, 2002).

Género *Entrophospora*, se diferencia del anterior porque forma las esporas dentro de la hifa parental, en la parte basal del saco esporífero. Las esporas tienen una pared gruesa y ornamentada y otra interna membranosa. Forman micorrizas con vesículas (INVAM, 2002).

Suborden *Gigasporineae*, son hongos arbusculares que también forman células auxiliares extraradicales sencillas o en grupos. Los miembros de este grupo no forman vesículas de ahí que se los conoce como hongos micorrízicos arbusculares (INVAM, 2002).

Género *Gigaspora* forman azigósporas ectocárpicas sobre una hifa de sustentación engrosada. La pared de azigóspora puede tener de 1 - 20 capas en un solo grupo, siendo la más externa a menudo ornamentada.

La germinación se produce mediante uno o más tubos germinativos. Forman micorrizas arbusculares no desarrollan vesículas intraradicales; sin embargo, se han observado la presencia de estructuras vesiculares en el suelo, formadas a partir de las hifas del hongo (INVAM, 2002).

Género *Scutellospora* es muy próximo a *gigaspora*, del que se distingue por la presencia en las azigospora de una estructura especial llamada escutelo o placa de germinación, por donde se produce ésta a partir de una o varios tubos germinativos. Las azigósporas presentan dos o más grupos de paredes, con una o más paredes flexibles, membranosas o coriáceas en el interior (INVAM, 2002).

2.3.5. Micorrizas: simbiosis

Para que se dé la simbiosis debe haber una buena interacción entre los tres componentes del sistema: el hongo, la planta y las condiciones ambientales. Involucra el reconocimiento entre los simbiosites, compatibilidad y especificidad, permitiendo de esta manera la integración morfológica y funcional de los asociados. En la fase de establecimiento de la simbiosis se pueden distinguir tres tiempos: precolonización, penetración inicial del hongo, colonización intraradical y desarrollo del micelio externo y de estructuras reproductivas. (Sánchez, 1999).

Precolonización: en el suelo se encuentran esporas, células auxiliares, vesículas, hifas fuera y dentro de raíces, que se consideran inóculo para formar nuevos hongos, los que son incitados por las condiciones bióticas, abióticas, exudados, procesos físicos químicos del suelo, logrando germinen y se reproduzcan en gran cantidad, creando la condición para que exista contacto con la raíz y ocurra una infección (Azcón-Aguilar et al., 1991).

Penetración: la primera condición para el ingreso del hongo es que el sitio de entrada sea sano. La hifa colonizadora al ponerse en contacto con la raíz lo primero que hace es producir un abultamiento en su parte terminal, que se lo reconoce como apresorio; el cual permite fijarse a su hospedero, desarrollándose y penetrando a través de las células epidérmicas dándose paso en los espacios intercelulares primeramente. Aunque hay autores que sostienen que el punto de entrada del hongo es facilitado por procesos enzimáticos (Mosse, 1981) ya que se han realizado experimentos con aplicaciones de enzimas hidrolíticas que logran que se produzca una pequeña porosidad en las raíces sin que cause daño alguno en su estructura; no obstante (Harley y Smith, 1983) las micorrizas al penetrar si registran un ligero cambio en la zona de penetración.

Colonización Intraradical: se realiza mediante el desarrollo ramificado de las hifas entre y dentro de las células del sistema radicular. Las formas de colonizar van a tener sus diferencias producida por las distintas especies de los simbioses (Bonfante y Bianciotto, 1995); Sin embargo, se considera en forma general que la hifa una vez que penetra avanza a la corteza media se ramifica y crece longitudinalmente dilatando los espacios intercelulares y penetrando, algunas veces, en el interior de la célula en donde se ramifican en forma dicotómica y dan origen a los arbusculos. Éste a medida que se desplaza tiene más contacto con el fluido citoplasmático (Alexander et al., 1988) formando una interfase que le facilita la transferencia de nutrientes entre los simbioses, con lo que se demuestra la compatibilidad anatómica y fisiológica del hongo - planta. Al respecto Barea et al. (1991) y Harley y Smith (1983) aclaran que la colonización del hongo se extiende por la epidermis y el parénquima cortical, nunca penetra en la endodermis ni en los tejidos vasculares y meristemáticos, creando una marcada diferencia con las infecciones radicales de hongos patógenos que si lo hacen.

2.3.6. Funcionamiento de la simbiosis micorrízica

La simbiosis está estrechamente ligada con el intercambio bidireccional de C y P. Experimentos con $^{14}\text{CO}_2$ han demostrado la transferencia de carbono y de nutrimentos radioactivos entre los simbiosistas. Se presume que por flujo pasivo o condicionado la sacarosa, especialmente, se descarga desde el floema de la planta a la interfase apoplástica de la célula, en donde es hidrolizada por la enzima invertasa que la transforma en hexosa, que es como el hongo la aprovecha para fabricar compuestos carbonados específicos, como lípidos y glucógeno, que la planta no puede utilizar directamente (Sánchez 1.999).

Análisis recientes de distribución e incidencia de H^+ -ATPasas en el plasmolema de las estructuras intraradicales del hongo permiten aludir que las hifas intercelulares también pueden absorber C, sin necesidad de la existencia de arbusculos (Gianinazzi et al., 1991).

Las raíces micorrizadas presentan mayor actividad respiratoria que las no colonizadas, lo que puede ser debido a la respiración del hongo o a la misma raíz por acción de la micorrización. Se estima que del 4 a 20 % del carbono que se fija por fotosíntesis es aprovechado por las raíces infectadas, este aporte que hace la planta lo reemplaza con elevadas concentraciones de P foliar, buena conducción de flujos y turgencia de las hojas (Jakobsen, 1995).

2.3.7. Conducción de elementos por las micorrizas

Debe tenerse en claro que las micorrizas no solubilizan fósforo, ellas lo toman de la parte lábil de donde lo captan las plantas no micorrizadas. Lo extraordinario es que tienen la capacidad de llegar y captar fosfatos en suelos en que a bajas concentraciones se tornan inaccesible para plantas no micorrizadas; esta captación se dice que se ve influenciada por una zona especial formada sobre las hifas denominada hifosfera

constituida por flora microbiana que podrían inducir cambios en el pH de la zona haciendo factible atrapar fuentes inorgánicas de P (Jakobsen, 1995).

En los iones que se difunden con lentitud y existen en bajas concentraciones en la solución del suelo como son fósforo, amonio, potasio, zin y cobre, entre otros; es donde hacen su mayor participación las micorrizas vésiculo-arbuscular. Aunque ésta misma autora sostiene que el elemento nitrógeno ha evidenciado aumento en las plantas micorrizadas, la respuesta a este acontecimiento está en el efecto sinérgico entre MA y microorganismos fijadores de N₂. En otros casos la micorriza capta directamente el nitrógeno a través de sus hifas externas en forma de ion amonio, el cual es poco móvil y constituye la forma de N más importante en suelos con una ligera acidez (Sánchez, 1999).

El P ayuda a la absorción de K y Mg, razón que explica la existencia de estos elementos en plantas micorrizadas (Sieverding, 1988). Las vacuolas de los hongos micorrízicos llevan consigo gránulos de poli fosfatos, los mismos que pueden estar asociados con el Ca, lo que permite concluir que haya alguna movilidad de este elemento en plantas micorrizadas (Barea y Jeffriers, 1995).

El mecanismo de tolerancia al estrés hídrico se ve sustentado en el aumento de P y K que registran las plantas infectadas con MVA, debido a que estos elementos juegan un rol substancial en la regulación del agua en la planta (Sieverding, 1991).

Las micorrizas originan un balance nutricional en términos de macro y micronutrientes que permiten que la planta tolere condiciones de pH extremadamente bajos; así como, alcalinidad, salinidad y altas concentraciones de elementos tóxicos como Fe, Al y Mn, dejando en claro que no por eso la planta va alcanzar una buena productividad (Gianinazzi et al., 1991).

El micelio de las micorrizas podría aportar entre 4-32 kg N/ha, 0,6-5 kg P/ha, 0,2-1,7 kg K/ha, 1-7,5 kg Ca/ha y 0,2-1,7 kg Mg/ha; a parte de su contribución directa, es una buena forma de reciclar los nutrientes porque los absorbe en forma eficiente y evita su fijación o lavado (Sieverding, 1991).

2.3.8. Factores que limitan el desarrollo de los hongos micorrizicos vesiculo-arbuscular

El P en el suelo con fácil disponibilidad, causa efectos depresivos en la colonización del hongo; de la misma manera altos niveles de nitrógeno en forma amoniacal, aunque algunos autores consideran que no debe generalizarse, ya que esto varía de un sitio a otro y está ligado a la disponibilidad de P con relación al K (Sieverding, 1991).

El aluminio es un factor limitante en la asociación hongo-planta. A pesar de esto hay especies que soportan esta condición limitante. El encalamiento recomendado para saturar el Al y suplir necesidades del Ca y Mg en los cultivos, reducen la diversidad de poblaciones. Los HMA no desarrollan bien su micelio en suelos muy compactados y arenosos, no obstante, en estos últimos se ha encontrado especies de gigasporas que se han visto favorecida por esta condición (Sánchez, 1999).

Uno de los efectos más negativos por haber destruido endotipos de MVA ha sido el uso de biocidas, tales como el bromuro de metilo, cloropicrin formaldehído, vapan, y vorlex (Sieverding, 1991).

La luz y temperaturas, cuando afecta la fotosíntesis, por ende hay menos formación de carbohidratos y menos disponibilidad de carbono para el hospedante (Silveira, 1992) este mismo autor dice que la presencia de nemátodos micofagos reduce poblaciones de esporas y micelio. (Siquiera y Franco, 1988) consideran que otro aspecto negativo para los

HMV es el hiperparasitismo de esporas del HMA por hongos como el *Rhizidiomycopsis* y *Humicola*.

Las semillas tratadas con fungicidas han afectado más las poblaciones de micorrizas que cuando se aplica al follaje. En sí todos los fungicidas sistémicos impiden la colonización, pero los que más han afectado son el tiabendazol, benomil, triadimefon (Silveira, 1992).

2.3.9. Fundamentos para la aplicación de micorrizas

El cultivo de las hortalizas tiene como característica común un alto uso de insumos químicos lo cual además de elevar los costos de producción, incide negativamente en el manejo del ambiente en general y en la salud humana en particular (Guerrero et al., 1996).

Los mismos autores consideran que las ventajas de manejar micorrizas no se restringen al ámbito de productividad vegetal inmediata, sino que deben considerarse los beneficios ambientales, en corto plazo, el potencial real de la inoculación y manejo de hongos micorrízicos está en la siguiente actividad: producción de árboles frutales en viveros y campo; horticultura de alta productividad, pero apoyada en criterios de sostenibilidad y reducción de sustancias contaminantes; agricultura en suelos fumigados; regeneración de suelos degradados por erosión; restauración de áreas degradadas por minería; aclimatación de plantas micropropagadas. Otras consideraciones para su uso son: bajos valores de fósforo edáfico, que dificultan la toma de fósforo insoluble, bajas poblaciones de propágulos infectivos y efectivos en el suelo, alta micotrofia del cultivo a ser manejado.

Los agentes biológicos micorrízicos son fundamentales para asegurar un mejor y mayor uso del fósforo en el suelo; particularmente cuando estos son tropicales y están sometidos a una gran explotación con la consecuente disminución de pH, por lo que tienen deficiencia en fósforo (P) asimilable (Sieverding, 1991).

La inoculación de plantas con hongos micorrizógenos provoca de manera general un incremento en los procesos de absorción y traslocación de nutrientes, éstos en orden de importancia son: Fósforo, Nitrógeno, Potasio, Magnesio, Zinc, Cobre, Molibdeno, Boro (Koide, 1991).

Las micorrizas como biofertilizantes no necesariamente implica que se pueda dejar de fertilizar (Herrera, 1993), sino que la fertilización se hace más eficiente y puede disminuirse la dosis del abonado inorgánico hasta en un 50 - 80 %; y en ocasiones hasta 100 % (Ferruzi, 1994).

Manifiesta, además, Herrera (1993) que de la cantidad de fertilizantes aplicadas sólo se aprovecha un 20 %, mientras que normalmente el resto se fija o lixivia; en cambio, con la utilización de las micorrizas, puede ser recuperado por las plantas un porcentaje mucho mayor; porque un pelo radical, puede poner a disposición de una raicilla los nutrientes y el agua que se encuentran hasta dos milímetros de la epidermis; mientras, que las hifas del micelio extramático de las micorrizas MA pueden hacerlo hasta 80 mm, lo que representa para la misma raicilla la posibilidad de explorar un volumen de suelo hasta 40 veces mayor.

Otros trabajos realizados en la Habana, han demostrado que aplicaciones de micorrizas arbusculares en semilleros con una dosis de 1,5 Kg/m² y, con una carga por unidad de 25 esporas/g de suelo han dado magníficos resultados (INCA, 2001).

Medina (1992) al evaluar diferentes especies de bacterias, hongos MA y sus combinaciones en diferentes cultivares, concluyó que era factible la sustitución de la fertilización nitrogenada en un 80 %, mediante la inoculación en semilleros con hongos micorrízicos (*Glomus musseae*) suplementada con una baja dosis de N (30 Kg/ha).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización

Este trabajo de investigación se lo realizó en la Provincia de Los Ríos cantón Vinces, en la Unidad de Centros de Clases Prácticas Integradas del Instituto Tecnológico Agropecuario de Vinces, Universidad de Guayaquil, a 1 km de la población del mismo nombre, en el periodo 2002 - 2004

3.1.2. Datos Climáticos

Según el INAMHI¹, Vinces se encuentra a 79° 39" longitud oeste y 01° 33" latitud sur, a una altura de 41 msnm. Presenta las siguientes características climatológicas promedias: Precipitación 1492 mm/año, considerando las dos estaciones, invierno (enero – mayo) verano (junio – diciembre). Humedad relativa 83 %. Evaporación cerca a los 1000 mm/año, el periodo de mayor evaporación es de septiembre a diciembre. Nubosidad 6/8, con modificaciones diversas durante el día. Velocidad del viento 1,3 m/s, en meses de verano llega hasta 1.5 m/s sopla de sur a este. Temperatura 25°C y heliofanía 1943 horas/año.

3.1.3. Suelo

El terreno donde se desarrolló el trabajo experimental es aluvial, de topografía plana, con una coloración café claro, buena permeabilidad y de textura franca limosa. El porcentaje de materia orgánica fue de 3 % y el pH de 6,2.

¹ Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2000

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Fase de colonización

3.2.1.1. Obtención de inóculo

El inóculo de micorrizas (nativas) fue seleccionado de entre 5 agroecosistemas (soja, maíz, tomate, pasto, cacao) y un bosque secundario, escogiéndose los dos mejores de estos por presentar endomicorrizas con buena habilidad de esporulación y colonización. El inóculo (esporas, hifas externas e internas, raíces micorrizadas) fue multiplicado en macetas por cuatro veces consecutivas con la finalidad de incrementarlo. El cultivo anfitrión fue el tomate, este trabajo preliminar bajo invernadero duro 16 meses.

3.2.1.2. Esterilización de suelo

Con la intención de evitar la interferencia de endomicorrizas en los semilleros, fue necesario esterizar el suelo destinado para este fin, por espacio de una hora a 121°C y 20 PSI.

3.2.1.3. Siembra e inoculación

Se usaron macetas con capacidad de un kilogramo, que fueron llenadas con suelo estéril, en la parte media de éstas se dejaron espacios para depositar el inóculo (1000 esporas por planta) excepto en el testigo, al que se agregó un filtrado de suelo (libre de micorrizas). Seguidamente se sembraron dos semillas de tomate por maceta y se dio un riego a capacidad de campo. A los diez días se seleccionó una planta por sitio. Las plantas permanecieron en este sustrato 30 días.

3.2.1.4. Riego

Se determinó de acuerdo a una programación (Fuentes, 1996) en la que el ETo (evaporación del cultivo de referencia, expresado en milímetros por día) recomendado para la zona fue de 4 y el Kc (coeficiente del cultivo)

de 0,45 que multiplicado por 30 días que duro ésta etapa, determinó un gasto de 540 m³ y considerando que era un riego localizado, se bajo el 50 % y se distribuyó de la siguiente manera: Durante la primera semana 50 cc y la segunda 100 cc por maceta dos veces al día; en la tercera 200 cc y en la cuarta 300 cc por maceta tres veces al día.

3.2.1.5. Fertilización

La fertilización sólo se hizo en los tratamientos escogidos para éste objetivo. A partir de los quince días se hicieron fertilizaciones de NPK, en una relación 1:1:1 durante la fase de semillero. Posteriormente la distribución y aplicación se basó en las necesidades del cultivo y la cantidad de elementos mayores presentes en el suelo (Anexo 1). Los fertilizantes utilizados fueron: Nitrato de potasio, con una riqueza del 13 % N y 44 % K; Urea, con el 46 % de N; Súper fosfato triple, con el 46 % P₂O₅; Cloruro de potasio con el 60 % K₂O.

3.2.1.6. Monitoreo de colonización

Desde los 15 días se hicieron evaluaciones para detectar el nivel de colonización. A los treinta días se comprobó una densidad visual de colonización promedia de más del 12 % y un porcentaje de colonización del 70 % de acuerdo al número de raíces infectadas.

3.2.2. Experimentación de campo

A los 30 días, comprobada la colonización, se pasaron las plantas al terreno definitivo, en donde se aplicaron acciones en control de plagas, manejo de enfermedades y malezas y otras actividades como riego, fertilización, poda, tutoro y cosecha.

3.2.2.1. Unidad experimental

Estuvo constituida por 36 plantas de tomate del híbrido "SIGAL" de procedencia israelita de la casa comercial "HAZERA", que estuvieron distribuidas en tres hileras con 12 plantas cada una, con una distancia de siembra de 0,4 por 1,1 m. La forma de la parcela fue rectangular, 3,3 de ancho por 4,8 de largo, dando un área total de 15,84 m². De la hilera central se escogieron 10 que fueron consideradas como área útil y destinadas para evaluación de los objetivos del trabajo.

3.2.2.2 Diseño de experimento

Se usó un diseño de bloques al azar, en donde los tratamientos fueron dispuestos en bloques y distribuidos aleatoriamente, con cinco tratamientos y cinco repeticiones cada uno, totalizando 25 parcelas, con 16 grados de libertad.

3.2.2.3. Diseño de tratamientos

A continuación se detalla la codificación utilizada en este ensayo.

- T Sin ningún tratamiento
- MS Micorrizas aisladas de agro ecosistema *Glicine max*
- MM Micorrizas aisladas de agro ecosistema *Zea mays*
- MSF Micorrizas aisladas de agro ecosistemas *Glicine max* + N, P, K
- MMF Micorrizas aisladas de agro ecosistemas *Zea mays* + N, P, K

El arreglo de tratamientos fue el siguiente: 1) micorrizas nativas aisladas del agro-ecosistema maíz (*Zea mays*) en una dosis de 1000 esporas por planta. 2) micorrizas nativas aisladas del agro-ecosistema soja (*Glicine max*) en una dosis de 1000 esporas por planta. 3) micorrizas nativas aisladas del agro-ecosistema maíz (*Zea mays*) en la dosis antes mencionada más una fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio. 4) micorrizas nativas aisladas del agro-ecosistema soja (*Glicine max*) en la dosis anterior más nitrógeno, fósforo y potasio. 5) testigo absoluto.

3.2.2.4 Modelo de ANDEVA

a) básico de bloques al azar

Fuente Variación	Grados Libertad
Total	24
Repeticiones	4
Tratamientos	4
E. experimental	16

b) Parcelas divididas en el tiempo

Fuente Variación	Grados Libertad
Total	99
Repeticiones	4
Factor A (tiempo)	3
Error de "a"	12
Factor B (tratamientos)	4
Tiempo (A) x (tratamiento) (B)	12
Error de "b"	64

3.3. Factores estudiados

- ✓ El comportamiento del cultivo de tomate con cada uno de los tratamientos nombrados.
- ✓ La dinámica y eficiencia de las endomicorrizas en la rizosfera del cultivo.
- ✓ La incidencia de los fertilizantes minerales en el cultivo y en los hongos endomicorrizógenos.

3.4. Análisis de la información

3.4.1. Variables de respuesta

3.4.1.1. Tamaño de planta y número de hojas

Se registraron un día antes del trasplante, en floración, fructificación y al finalizar la cosecha.

3.4.1.2. Diámetro del tallo

El diámetro se determinó a la altura de las hojas cotiledonales, se realizaron cuatro evaluaciones: antes del trasplante, en floración, fructificación y al finalizar la cosecha.

3.4.1.3. Número de flores

El número de flores, solo se consideró al inicio de floración, porque después de esta fase se incrementó la masa foliar, impidiendo hacer más evaluaciones fácilmente, de haberlas realizado se pudo haber causado estrés en la planta con la consecuente caída de flores.

3.4.1.4. Peso seco

Se efectuó en floración, cuando el cultivo tenía 45 días de sembrado, se escogieron 10 plantas por tratamiento, las mismas que se secaron a 60°C por 48 horas.

3.4.1.5. Cosecha

Se realizó dos veces por semana, a partir de los 75 días de haber sembrado. Se cumplieron 9 cosechas. Se evaluó el número de frutos y peso por tratamiento.

3.4.1.6. Análisis foliar

Se realizó al momento de la primera floración, es decir, a los 45 días. Para los macronutrientes se empleó el método de Desviación Óptima Porcentual-DOP, (Cadaña, 1998), los rangos de elementos minerales que se escogieron fueron los de Beberly (1991). En el análisis de los

micronutrientes se usó un método tradicional de comparación simple de acuerdo a los niveles sugeridos por Malavolta, 2001 (Anexo 2).

3.4.1.7. Cantidad de Esporas

Se valoraron en el transplante, floración, fructificación y terminada la cosecha, utilizando la metodología cuantitativa de tamizado y centrifugado con sacarosa de Herrera et al. (1986) (Anexo 3).

3.4.1.8. Colonización Micorrízica

Se evaluó en: transplante, floración, fructificación y al final de cosecha, usando la técnica de tinción de raíces con azul de tripano de Herrera et al. (1986) (Anexo 4).

3.4.1.9. Densidad de pelos radicales

Se evaluó en: transplante, floración, fructificación y al final de cosecha, usando la técnica de conteo de raíces de Herrera et al. (1986) (Anexo 5).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Respuesta de la eficiencia a la inoculación de micorrizas en la fase de desarrollo del cultivo.

4.1.1. Altura

La Figura 1 representa la altura de plantas, después de realizado los diferentes tratamientos. En los primeros 30 días sólo se observó diferencia estadística del testigo (T) con los demás tratamientos, habiendo alcanzado un 57 % menos que en las plantas tratadas con MSF que alcanzaron una altura de 28,42 cm. y en MMF 28,41 cm., seguido de MM con 25,8 y MS 25,5 cm.; el de menor tamaño fue para T (sin ningún tratamiento) con 12,3 cm. (Anexo 6), habiéndolo superado el MSF en un 57 %. Resultado que se sustenta con lo afirmado por Barrera (1995) que determina que los periodos iniciales de desarrollo de la planta están dados por el establecimiento de la simbiosis hongo - raíz, en la que atraviesa por una etapa parasítica, en la cual no hay intercambio de metabolitos hacia la planta.

Hay que acotar que los tratamientos MSF y MMF, estuvieron influenciados por la aplicación de fertilizantes químicos a partir de los quince días de sembrado.

Desde los 45 días en adelante las plantas tratadas con MS y MM se vieron beneficiados por las micorrizas al registrar mayor tamaño (Anexo 6), con una tasa de crecimiento, a partir de los 30 días hasta finalizar la cosecha, de 1,12 cm/día promedio. En cambio en los tratamientos con aplicaciones de fertilizantes se registró un crecimiento de 0,84 cm./día, seguido del testigo con 0,67. Habiéndose determinado diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los tratamientos (Anexo 19) se puede observar en el anexo 22 que la diferencia se presentó entre grupos tratados con micorrizas mas fertilizante y con los que solo se les aplicó micorrizas al igual que con el testigo.

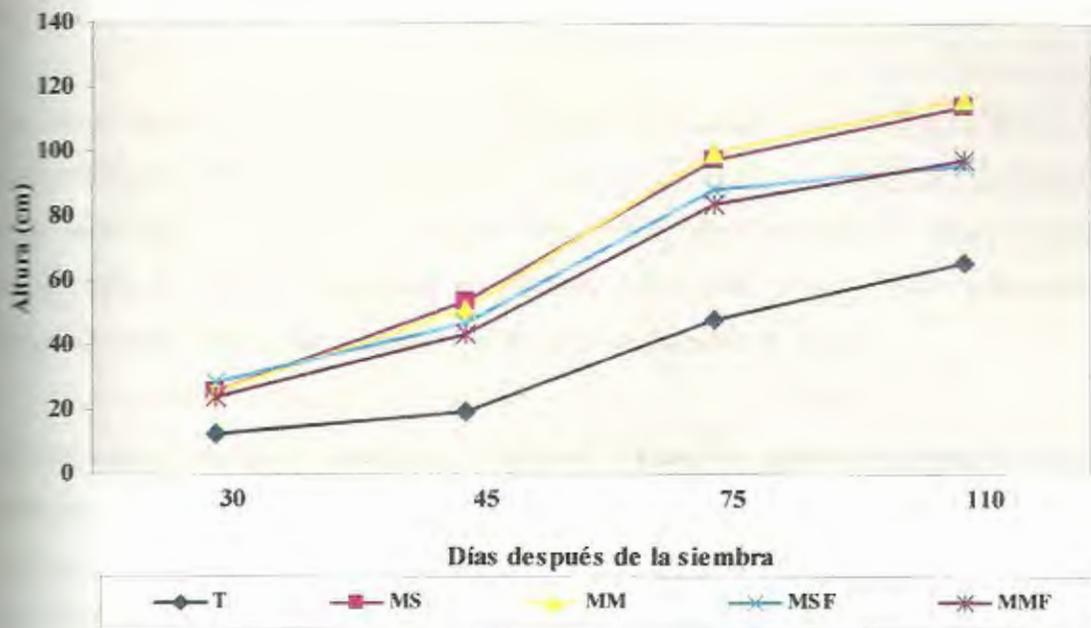


Figura 1. Altura de planta en diferentes ciclos del cultivo. UCCPI. ITAV. UG. Vinces, 2004.

El acoplamiento de los simbioses se realizó en los primeros 30 días del ciclo de la planta. A partir de esta etapa la planta recibió el beneficio de las micorrizas, lo que se hace notorio por la elongación de las células. Respuesta que se sustenta con lo expresado por Bonfante y Perotto (1995), Collings y Pflieger, (1992). Establecido el mutualismo se produce un rápido desarrollo del vegetal, puesto que los hongos MA se constituyen en un intermediario entre la planta y el suelo, facilitándole a estas la absorción eficiente de agua y nutrientes.

La afirmación de Sánchez (1999) es válida para confirmar el proceso químico en esta investigación, cuando dice que, el suministro de carbohidratos y de nutrimentos minerales entre ambos, contribuyen a mejorar el crecimiento de la planta.

4.1.2. Número de hojas

En esta variable no se presentó diferencia estadística ($p < 0.05$) entre las parcelas tratadas, pero sí de éstas con el testigo (anexo 22). La mayor intervención de las micorrizas se observó entre los 45 y 75 días (Anexo 7), donde se registró una activa producción foliar (Fig. 2) En promedio, durante esta etapa, la planta emitió una hoja cada 2,7 días.

Desde el inicio, el testigo presentó retardos en su germinación y crecimiento. En las hojas se detectó un problema de *Alternaria* y para su control se emplearon fungicidas botánicos. Por ser un hongo ascomiceto se pudo haber hecho aplicaciones de fungicidas específicos como los benomilos, pero se los descartó porque impiden la colonización de micorrizas (Silveira, 1992) es decir, se corría el riesgo de influir en la investigación.

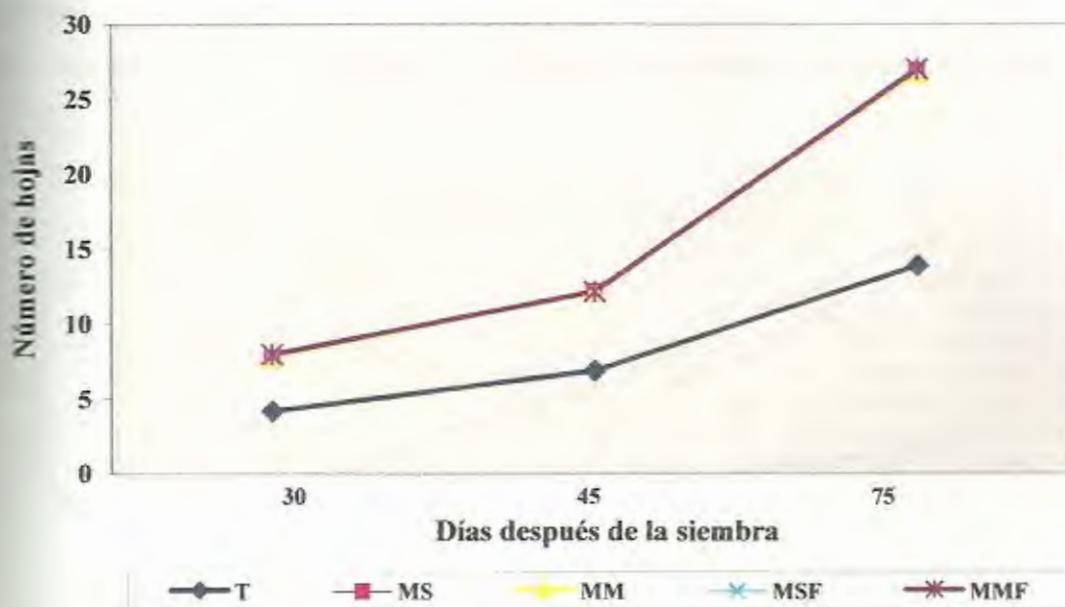


Figura 2. Número de hojas en las principales etapas vegetativas. UCCPI. ITAV. UG. Vinces, 2004.

A pesar de que no se midió el área foliar, usualmente se apreció que las plantas tratadas con fertilizantes químicos presentaron mayor biomasa e intensidad en el color. En los tratamientos con micorrizas solas y el testigo ésta característica fue menor.

4. 1. 3. Diámetro del tallo

Se determinó alta diferencia estadística ($p < 0.05$) entre los tratamientos (Anexo 19). MSF y MMF fueron los que presentaron un mayor diámetro del tallo (Anexo 8) con 1,31 cm, pero no registraron diferencia entre ellos (Anexo 22) En cambio MM y MS llevaron un engrosamiento más lento con un promedio de 1,16 cm, es decir con un 11,45 % menos. El testigo con un 50 % inferior con relación a los tratamientos con micorrizas puras, apenas, llegó a 0,59 cm de grosor. Los resultados anotados concuerdan con Pinochet et al. (1997) que sostienen que el grosor de una planta testigo frente a plantas inoculadas con *Glomus intraradice*, éstas últimas pueden superar hasta en un 40 %. Al final de la cosecha se pudo evidenciar que los tallos se hicieron más delgados.

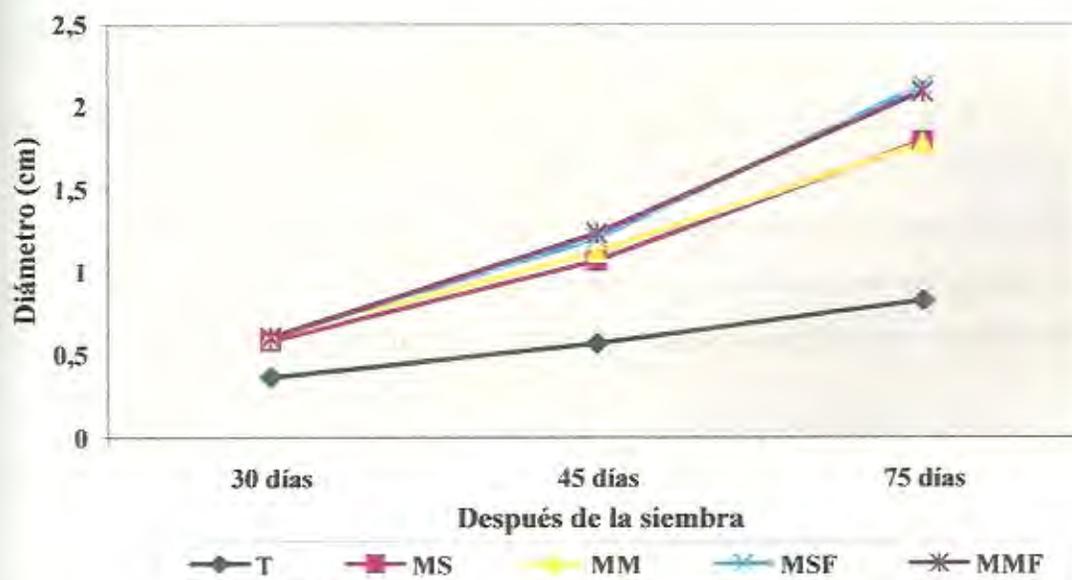


Figura 3. Diámetro del tallo en las etapas de trasplante, floración y fructificación, UCCPI. ITAV. UG Vinces, 2004.

Los resultados (figura 3) demuestran que aún en floración los tallos siguen aumentando de diámetro, lo que evidencia que las plantas continúan absorbiendo nutrientes activamente después de la etapa fenológica de desarrollo vegetativo.

4.1.4. Número de flores

Los tratamientos con micorrizas solas iniciaron la floración 5 días antes que los tratados con ellas, más fertilizantes. El testigo lo hizo 10 días después de estos últimos. Es importante resaltar que los datos fueron tomados sobre la base de esta diferencia.

Los tratamientos MS, MM no mostraron diferencia estadística ($p < 0.05$), pero sí con relación a las combinaciones de estos con fertilizantes y el testigo. Tampoco se observó diferencia en MSF con MMF (Anexo 22). En los tratamientos con micorrizas solas, presentaron un promedio de 14,35 unidades de flores. En las combinaciones fue 15,45 u y en el testigo 8,6 u (Anexo 9). Se demuestra que frente al testigo los primeros los superaron en un 55,56 % y los segundos en un 44,34 %. Las micorrizas solas tuvieron valores superiores a los tratamientos combinados con fertilizante en un 20,16 %.

Vánchez (1999) dice que las plantas inoculadas registran una estrecha relación con el estado nutricional de la planta y posiblemente con su balance hormonal, razón por la que en un experimento realizado en el cultivo de *Capsicum annum* se registró una floración temprana con menos caída de flor con relación a plantas no micorrizadas, confirmando lo sostenido en el párrafo anterior.

4.1.5. Peso fresco

En el peso fresco foliar, estadísticamente existió diferencia entre los tratamientos tal como se puede comprobar en el Cuadro 19 del anexo, pero esta sólo se dio entre el testigo y los restantes tratamientos.

En el peso de las raíces la diferencia se dio igual que el caso anterior. El testigo alcanzó 8,59 g diferenciándose del promedio que obtuvieron MSF y MMF en un 64,26 % menos y de MS y MM en un 63,52 %. Como se puede observar en el Anexo 10 los mayores pesos los tuvieron las plantas con fertilización mineral con un promedio de 24,06 con relación a 23,56 de las plantas con solo micorrizas.

Cuadro 2. Promedio y desviación estándar de peso fresco y seco de la planta de tomate (g) a los 45 días. UCCPL ITAV. UG Vinces, 2004.

Tratamientos	PF tallo	PF raíz	PS tallo	PS raíz
T	21,50 ± 1,19 b	08,59 ± 0,50 b	2,56 ± 0,23 b	1,14 ± 0,09 b
MM	45,96 ± 5,46 a	23,42 ± 2,78 a	8,43 ± 1,43 a	4,13 ± 0,46 a
MS	47,93 ± 1,64 a	23,70 ± 0,74	8,50 ± 0,75 a	3,82 ± 0,31 a
MSF	46,21 ± 2,61 a	23,74 ± 1,33 a	8,51 ± 0,77 a	3,98 ± 0,41 a
MMS	47,50 ± 5,68 a	24,35 ± 2,86 a	8,44 ± 1,11 a	4,15 ± 0,59 a

Letras iguales en una misma columna, no difieren estadísticamente, según la prueba de tukey 5 %.

4.1.6. Peso seco

En la estructura foliar seca no se mantuvo la misma tendencia que la fresca. Los mayores pesos en gramos los consiguieron los experimentos tratados con solo micorrizas con un promedio de 8,48 frente a los combinados que lograron 8,46. En el Cuadro 2 se aprecia solo diferencia estadística del testigo con los tratamientos micorrizados.

El peso seco de la raíz estadísticamente ($p < 0.05$) (Anexo 19), la diferencia se da entre el testigo y los demás tratamientos (Cuadro 2) (Anexo 22). Entre los ensayos micorrizados los pesos (g) más bajos los tuvieron los tratamientos con micorrizas solas, 3,97 esto es 2,35% menos con relación a plantas micorrizadas más NPK, que adquirieron 4,07. La relación tallo/raíz en plantas micorrizas fue 2,13 y en micorrizas combinadas con fertilizantes 2,08.

Los efectos anotados probablemente se deban a que el aporte de nutrientes por parte del micelio micorrízico ejerce sobre la parte aérea de la planta una regulación de retroalimentación de la fotosíntesis en sí misma y sobre la traslocación de los fotosintatos, localizándose un menor número de éstos en la raíz, conllevando a obtener un menor peso, datos confirmados por Silveira (1992); Gianninazzi et al. (1991).

La presencia de micorrización se considera inversamente proporcional a la de los pelos radicales, a mayor presencia de las primeras los segundos disminuyen y consecuentemente el peso radicular también, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.

4.2. Estimación de la eficiencia de absorción de nutrientes con relación a la aplicación de micorrizas.

4.2.1. Contenido de nutrientes

Los tratamientos presentaron limitaciones en el siguiente orden: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio; con excepción del tratamiento MMF que siguiendo el mismo orden invierte el fósforo por el nitrógeno y no presentó deficiencia de calcio (Anexo 11). De esta manera se determinó que ninguno de los elementos en los tratamientos a los 45 días fue capaz de alcanzar los niveles adecuados, no así el magnesio que sí lo hizo.

Cuadro 3. Media y desviación estándar del contenido de macronutrientes en la hoja de la planta de tomate en la etapa de floración. UCCPI. ITAV. G. Vinces. 2004.

Tratamientos	N	P	K	Ca	Mg	S
T	0,852 ± 0,079	0,240 ± 0,010	2,208 ± 0,168	1,568 ± 0,089	0,392 ± 0,025	0,564 ± 0,121
MS	0,930 ± 0,098	0,252 ± 0,018	2,226 ± 0,196	1,648 ± 0,247	0,402 ± 0,064	0,582 ± 0,149
MM	0,946 ± 0,128	0,282 ± 0,033	2,366 ± 0,198	1,620 ± 0,141	0,430 ± 0,056	0,618 ± 0,078
MSF	0,968 ± 0,061	0,26 ± 0,042	2,272 ± 0,315	1,628 ± 0,079	0,518 ± 0,242	0,572 ± 0,067
MMF	2,740 ± 0,470	0,284 ± 0,027	3,290 ± 0,324	2,132 ± 0,444	0,776 ± 0,135	0,364 ± 0,059

Estadísticamente los elementos nitrógeno, potasio, calcio y magnesio presentaron diferencias significativas entre MMF y el resto. La mayor concentración de los minerales nombrados se observaron en el tratamiento con micorrizas del agro ecosistema maíz más NPK. El fósforo no marcó diferencia estadística (Anexo 23).

En el análisis de los micronutrientes se usó un método tradicional de comparación simple de acuerdo a los niveles sugeridos por Malavolta (2001).

Los minerales Zn, Cu, Fe y Mn no alcanzaron los niveles recomendados en ninguno de los tratamientos por lo que se los determinó como deficientes, con excepción del tratamiento MMF en que el Zn alcanzó los niveles adecuados y el Fe y Cu niveles excesivos, inclusive este último superó el nivel apropiado en cuatro veces, lo que podría causar un desequilibrio en las relaciones de nutrientes. El hierro además presentó una alta desviación estándar entre y dentro de los tratamientos. El boro fue el único elemento que obtuvo los niveles adecuados en todos los tratamientos (Anexo 12).

Estadísticamente se presentó diferencia en el Zn, Cu, Fe y Mn, pero no en el B (Anexo 20). La diferencia se dio entre el tratamiento MMF que fue el que más concentración de microelementos registró y los restantes tratamientos (Anexo 23).

Tabla 4. Media y desviación estándar del contenido de micronutrientes en la parte aérea de la planta de tomate en la etapa de floración. UCCPI. ITAV. UG. Vines. 2004.

Tratamientos	Zn	Cu	Fe	Mn	B
CON	27,80 ± 2,58	4,80 ± 1,30	293,00 ± 165,50	75,80 ± 22,09	57,20 ± 6,83
MSF	30,60 ± 3,71	5,00 ± 1,00	346,80 ± 54,14	69,60 ± 14,18	63,00 ± 6,74
MM	30,40 ± 2,07	5,60 ± 1,14	456,60 ± 167,15	72,00 ± 19,30	57,20 ± 11,43
MSE	30,80 ± 6,64	5,20 ± 0,83	368,40 ± 48,31	74,20 ± 16,23	61,40 ± 12,77
MMF	76,80 ± 8,81	43,60 ± 5,72	572,80 ± 201,23	142,20 ± 33,42	58,60 ± 22,63

En el cultivo en ensayo, de forma general ninguno de los tratamientos llegó a obtener todos los niveles de elementos nutricionales sugeridos por los expertos. Esta novedad se la puede aducir a la ruta metabólica del cultivo en estudio que se la identifica como una planta C₃, donde el mecanismo de asimilación, acumulación y utilización de los nutrimentos es diferente a una C₄ (Baligar et al., 1997). En la que la mayor acumulación y proceso de traslocación de nutrientes se da en floración, en cambio en una C₃, aún en el transcurso de la etapa de floración sigue absorbiendo nutrientes.

Además, debe considerarse que las plantas con producciones precoces, como en este caso, comienzan a formar los primeros primordios florales a partir de los 35 días y 8 días después se abren. Durante este tiempo, ella, recién ha cruzado por un periodo de estrés causado por el trasplante, razón por la que tampoco le va a permitir absorber y traslocar a un ritmo normal los nutrientes.

Compartiendo una alternativa que menciona Malavolta (2001) en el libro *Fertilidad de los Suelos*, los análisis foliares para el cultivo de tomate deben realizarse cuando tengamos el primer fruto maduro, de otra forma lo mas aconsejable es que se establezcan curvas de absorción de nutrientes en la zona y cultivo de interés.

4.3. Comportamiento de los hongos micorrizicos a través del ciclo productivo del tomate.

4.3.1. Número de esporas y sus fluctuaciones

Estadísticamente establecidas las diferencias tanto en el tiempo como en la experimentación (anexo 21) en la Figura 4 se observa que los tratamientos que mayor número de esporas presentaron por cada 100 gramos de suelo seco fueron MM y MS con una media, a lo largo del tratamiento de 489 y 463 u, mostrando una diferencia significativa ($p < 0.05$) con MSF, MMF y T que lograron 413, 393 y 42 unidades respectivamente (Anexo 24). El testigo a pesar de no haber sido inoculado mostró cierta cantidad de esporas, infiriéndose que fueron arrastradas por las labores de labranza en el cultivo.

Los resultados obtenidos hacen presumir que como el suelo donde se instaló el ensayo fue sometido, por varios años, a la siembra de hortalizas, quedaron residuos de pesticidas produciéndose una contaminación que impidió que las hifas puedan germinar normalmente y por consiguiente bajará drásticamente el número de esporas, salvándose solo las más resistentes, tal como se indica en trabajos realizados por Bastidas et al. (1993) en los que suelos sometidos a altas aplicaciones de

consumos redujeron las poblaciones de esporas. Debe considerarse, también, que este cultivo tiene una gran demanda hídrica hasta inicios de su cosecha. Sobre este particular Guerrero et al. (1996) sostiene que la humedad parece ser un factor limitante, en cambio el estrés hídrico dispara la esporulación. La presencia de hongos micófitos pudo haber sido otro motivo.

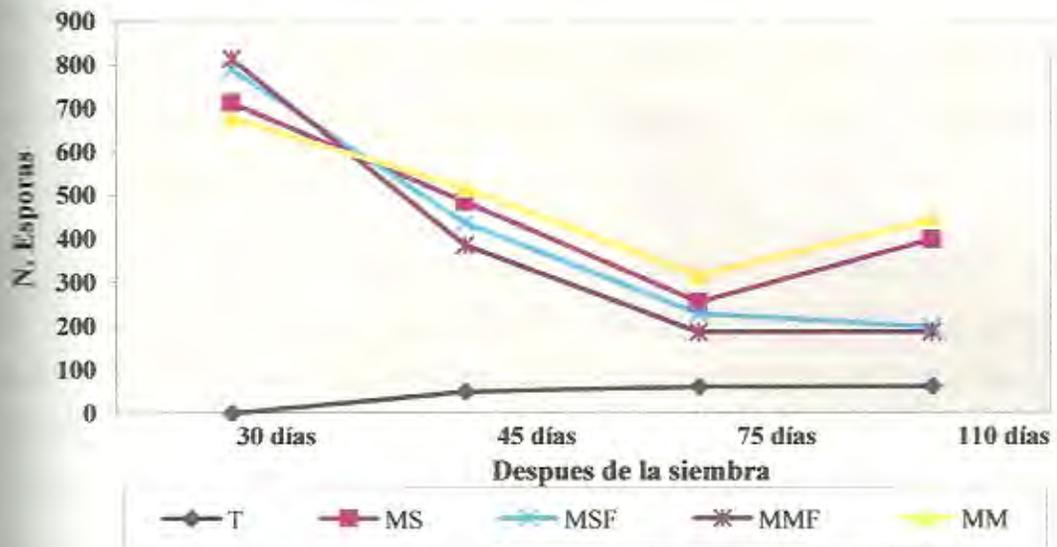


Figura 4. Fluctuación poblacional de esporas de micorrizas en el transcurso del cultivo de tomate. UCCPI. ITAV. UG Vinces, 2004.

En la siembra se inocularon 1000 esporas, las cuales fueron disminuyendo en las etapas de trasplante, floración y fructificación (Anexo 14). Considerando las medias ajustadas, este fenómeno se presentó en un descenso del 40, 63 y 79 % respectivamente. Al final de la cosecha se observó una resurgencia en el número de esporas, pero sólo en los casos de MS y MM (Figura 4) que a pesar de ser numéricamente mayor que en la fructificación no presentaron ningún nivel de significancia ($p < 0.05$) con un incremento del 19 %.

En este trabajo debe resaltarse la importancia de la restauración “en parte” de la microbiota del suelo; al instalarse el ensayo el terreno tenía una carga micorrizica de 120 esporas por cada 100 g de suelo seco y concluida la experimentación se incrementó en un 115 %.

La producción de esporas se inició una vez que el hongo alcanzó su nivel máximo de colonización. Según el INVAM (2002) debió haber comenzado antes, pero sin duda no lo hizo por razones anotadas en acápite anteriores. Investigaciones del mencionado Instituto han demostrado que la esporulación se realiza cuando el hongo adquiere un volumen grande de biomasa dentro de las plantas hospedantes, esto ocurre, aproximadamente, a las 2 o 3 semanas de iniciada la colonización micorrízica. Este proceso depende directa e indirectamente de la fisiología del hospedero y continúa mientras la raíz se mantenga en activo crecimiento.

En este experimento, a pesar de haberse detectado una colonización a los 15 días, la esporulación se mostró al final de la cosecha, es decir que pudo haber sucedido en el transcurso de la producción. Al respecto, dice Giovannetti (1985) que la cantidad de esporas presentes en un suelo puede aumentar conforme la planta madura o después de la floración, y de acuerdo a condiciones ambientales del suelo (Guerrero et al., 1996) esta teoría es la que más se acerca a lo sucedido en el experimento.

Las parcelas tratadas con fertilizantes químicos presentaron un detrimento en el nivel de esporas, no observándose esporulación en ninguna de las épocas. Con relación a este resultado podemos decir, que muchos trabajos han evidenciado un efecto negativo en la micorrización en condiciones de altas concentraciones de fósforo, nitrógeno y potasio (Honrubia et al., 1992).

4.3.2. Porcentaje de densidad micorrízica y fluctuaciones en el tiempo

El experimento se instaló en el campo con un promedio de densidad micorrízica para los micosimbiontes solos de 14,15 % y 11,57 % para las combinaciones con NPK. Estos valores pueden ser considerados como medios si se tiene en cuenta que los valores más altos encontrados por este método de evaluación fluctúan entre 20 y 30 % (INVAM, 2002).

Se determinó una alta diferencia estadística en los tratamientos y a través del tiempo (Anexo 21). El testigo a pesar de haber registrado esporas en su rizosfera, éstas no fueron capaces de infestar ni competir (Anexo 15) razón lógica para haberse observado una alta diferencia estadística ($p < 0.05$) con relación al resto de los tratamientos (Anexo 24).

Se observó una raíz densamente colonizada en los tratamientos MM y MS, que no presentaron diferencia estadística ($p < 0.01$) entre ellos, 19,35 % frente a 19,01 % respectivamente. Las infecciones entre MSF Y MMS fueron similares 9,97 y 9,48 (Anexo 24), evidenciando una diferencia del 49 % con relación a los anteriores. En este caso el efecto de la colonización se ve claramente influenciado por la presencia de los fertilizantes.

En la simbiosis, no es de esperarse efectos positivos a medida que se tengan altos niveles de fertilización (Arines, 1991) De manera que si es de moderada a baja favorece su establecimiento y función (Azcón et al., 1997) Contrariamente Paz et al. (1997) dicen que se han realizado aplicaciones de hasta 297 kg/ha de fósforo en Morera (*Morus indica*) sin que inhibiera la infección en dicho cultivo. De ahí que la situación podría estar generada por el tipo del cultivo, las condiciones de suelo y las cepas estudiadas.

En los resultados de este ensayo a través del tiempo (Anexo 15) MM y MS van subiendo su tasa de colonización dentro de la raíz hasta llegar a un pico máximo a inicios de fructificación de 25,5 y 25,3 % respectivamente y luego comienza a descender hasta el final de la cosecha; En MSF y MMF el mayor porcentaje de colonización se ubica en floración, con promedios de 13,63 y 12,77 % para ir bajando en las etapas subsiguientes. El efecto de los fertilizantes como el nitrato de potasio y el súper fosfato triple que fueron aplicados en la etapa de floración pudieron haber sido las causas que indujeron a la reducción drástica de la colonización. Obsérvese en la figura 6 que la ruta de colonización de los tratamientos es diferente.

Se presentó una colonización temprana, que pudo haberse generado por exudados radicales, estímulos bióticos, condiciones óptimas físico-químicas del suelo, técnica de inoculación o simplemente por la capacidad bio-sintética de la espora para formar el micelio. De acuerdo a los resultados obtenidos por Afek et al. (1990) la colonización por hongos micorrizogenos en pimiento, comienza entre tercero y sexto día después de la inoculación. Transcurridos 21 días la raíz se encuentra colonizada entre el 10 y 13 %. En otras investigaciones se han registrado diferencias en porcentajes de infección, dependiendo de las variedades y el inóculo.

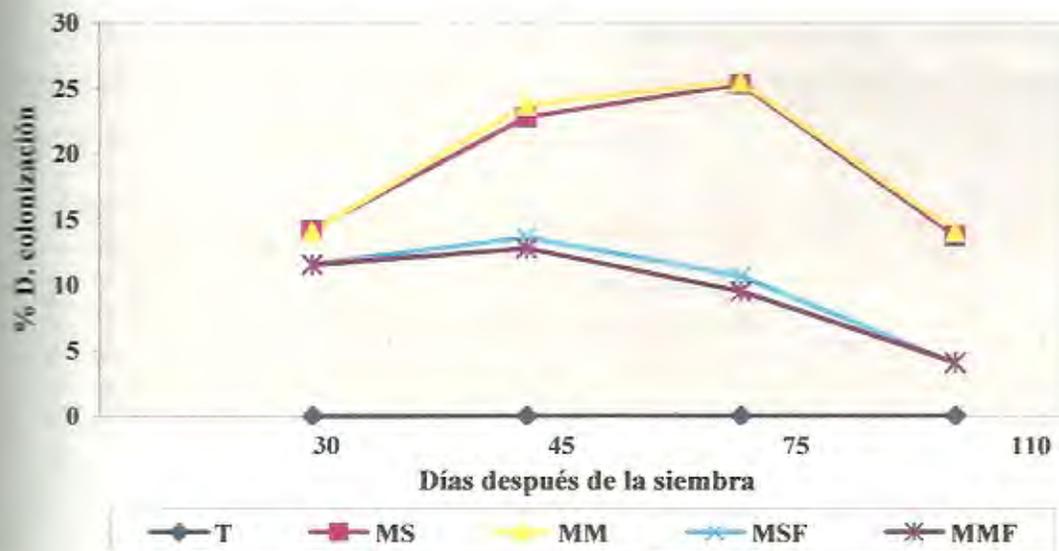


Figura 5. Densidad de colonización de micorrizas en raíces de plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo. UCCPI. ITAV. UG Vices, 2004.

En este trabajo se determinó que con el envejecimiento de la planta bajó la colonización. En relación a este resultado el INVAM (2002) dice que el hongo deja de colonizar tan pronto como las raíces dejan de crecer, esto es concomitante a la terminación del flujo del carbono por parte de las plantas.

4.3.3. Porcentaje de raíces colonizadas

La diferencia estadística de esta variable ($p < 0.05$) entre y dentro de tratamientos se presentó de la misma forma que la densidad de colonización (Anexos 15, 24). Como se puede observar en los resultados representados en la figura 6, la cantidad de raíces colonizadas no fueron similares con el porcentaje de la densidad de raíces colonizadas. Este análisis es importante de diferenciar, en el primer caso se evalúa la cantidad de raíces colonizadas independientemente del espacio que la micorrización ocupe en la raíz. En el segundo caso en cambio vamos a evaluar cuanto ha invadido el hongo dentro de la raíz, aquí va haber mayor eficiencia que en el primero, de allí la variabilidad de respuesta de raíces colonizadas que se da en algunos ensayos aparentemente similares por no diferenciar el uno del otro y no especificar claramente la metodología utilizada para la evaluación.

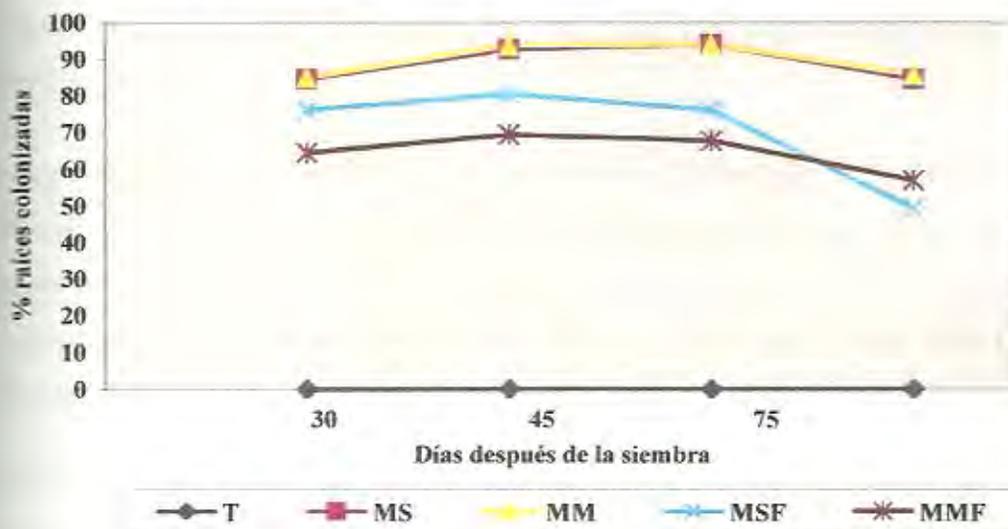


Figura 6. Porcentaje de raíces colonizadas en plantas de tomate en cuatro etapas del cultivo. UCCPI. ITAV. UG Vinces, 2004.

En los tratamientos combinados la baja colonización se debe, sin duda, a que los fertilizantes utilizados, especialmente el fósforo, son de rápida asimilación. Sobre el particular Sánchez (1999); Barea et al. (1980) han encontrado que el porcentaje de infección se ve afectado en presencia del P aplicado en campo o invernadero.

4.3.4. Densidad de pelos radicales

El hecho de que una planta, tenga un mayor número de raíces con pelos finos y largos (graminoide) no significa que se nutra más. Todo comportamiento limitado tiene un efecto compensatorio. El sistema radical abundante puede explorar ampliamente una rizosfera y no depende de las micorrizas. Por el contrario, dependiendo de la genética y condiciones ambientales, concentración del inóculo, las raíces cortas y gruesas (magniloide) pueden permitir valores altos de infección micorrizica y pueden equilibra la cantidad de nutrientes absorbidos como las primeras (Sánchez, 1999). A lo mencionado debe agregarse "técnicas de inoculación".

En respuesta con la técnica de inoculación empleada en este ensayo, el tomate alcanzó altas tasas de colonización a pesar de estar dentro de las graminoideas. Se deduce que fue porque las raíces estuvieron cautivas en macetas por 30 días produciendo un acoplamiento obligado de los ambientes.

La densidad de pelos radicales se determinó de acuerdo a las técnicas del INVAM (2002). A los 30 días las plantas lograron una escala para el testigo de 1,949 que las diferenció de los tratamientos con MS y MM que en promedio obtuvieron 3,086 y de MSF y MMF cuyo promedio fue de 3,411 (Anexo 17).

A los 45 días las plantas micorrizadas duplicaron la cantidad de raíces frente al testigo, éste último se lo ubicó en una escala de 2,188 mientras MS y MM obtuvieron en promedio 4,074 y los tratamientos con combinaciones de micorrizas más fertilizantes llegaron a 4,134

En la etapa de fructificación el testigo disminuyó la producción de raíces diferenciándolos aún mas de los restantes tratamientos con una escala de 2,065 mientras que en promedio las plantas micorrizadas llegaron a 4,129 y los tratamientos con mezclas de fertilizantes mas micorrizas obtuvieron 4,186.

Terminada la cosecha se pudo comprobar que la cantidad de raicillas en las plantas había disminuido con excepción del testigo que de 2,065 subió a 2,079, mientras que en promedio las plantas tratadas solo con micorrizas disminuyeron a 3,970, lo mismo sucedió con los tratamientos combinados cuyo promedio fue de 4,02. Al respecto dice Sánchez (1999) que es normal que las plantas, al llegar al final de su producción o en periodos de podas, se liberen de cierto número de raíces.

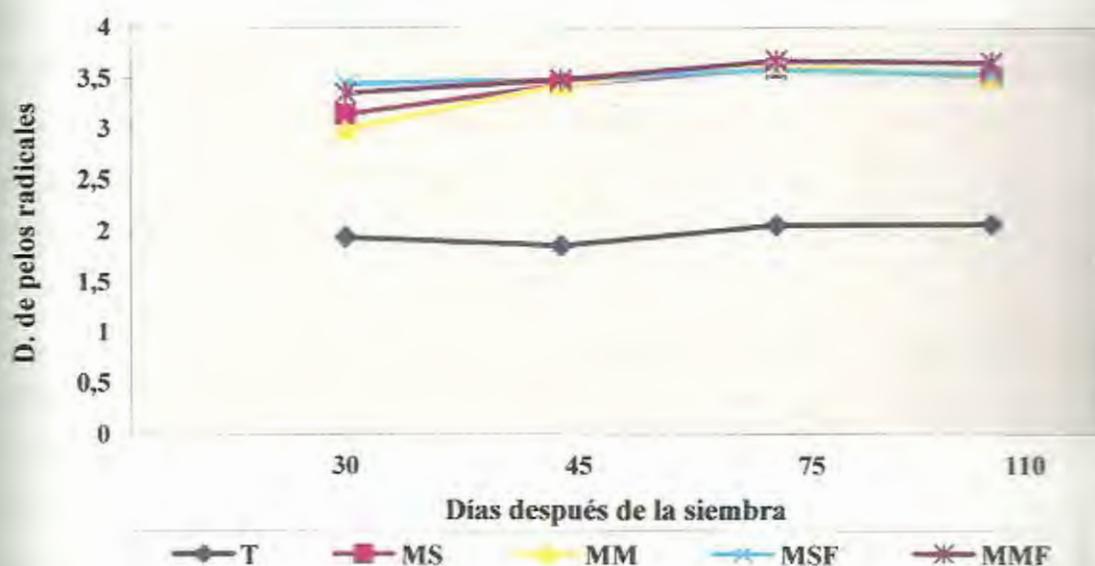


Figura 7. Densidad de pelos radicales en las cuatro etapas fenológicas del cultivo de tomate. UCCPI. ITAV. UG Vices, 2004.

En forma general promediando los resultados obtenidos en cada una de las etapas fenológicas del cultivo, el testigo sin micorrizas logró una categoría de 2,07 (Anexo 24) que le permite clasificarse como una raíz con pocos pelos cortos, este tratamiento se diferenció estadísticamente de los restantes; los resultados, también coadyuvaron, a que la planta no se desarrolle normalmente durante todo el experimento. Las parcelas micorrizadas no presentaron diferencia estadística entre ellas. Las combinaciones de micorrizas y fertilizantes obtuvieron la mayor densidad de pelos radicales con un promedio de 3,94 clasificándolas

como raíces con abundantes pelos finos cortos y largos. A los tratamientos MS y MM se los ubicó en una escala de 3,83 y 3,79 respectivamente.

4.4. Contribución de las micorrizas en la producción de tomate

4.4.1. Producción de frutos

En esta variable los resultados son presentados en términos relativos para su mejor comprensión y análisis. El testigo produjo un 72,45 % menos con relación a su inmediato superior MMF, lo que representa una alta diferencia estadística frente a éste y por ende ante los demás. Cálculo realizado sobre la base del número de frutos/hectárea y frutos/planta (Anexo 18).

Los restantes tratamientos no presentaron diferencia estadística entre ellos. El ensayo con micorrizas procedente del agro ecosistema maíz mas fertilizante mineral fue el que menor cantidad de frutos produjo y se diferenció del tratado con solo micorrizas del agro ecosistema maíz que fue el que más produjo en apenas un 5,61 %, del MSF en un 5,27 % y del MS en 1,12 %.

En cuanto al número de frutos por planta, tampoco existió diferencia estadística entre los tratamientos micorrizados. El promedio entre MM y MS fue de 17,74 frutos y el de MSF, MMF 16,87.

4.4.2 Peso de frutos

El testigo fue el único que se diferenció estadísticamente de los otros tratamientos. Realizado el cálculo sobre la base de Tm/ha, el testigo produjo un 17,64 % menos de lo que produjera el MSF que fue el que más rindió.

Entre los tratamientos simbióticos no se registró diferencia. MS redujo la producción en 1,64 %, MM en 1,04 %, MMF en 0,68 % con relación al que mas toneladas por hectárea obtuvo (MSF).

En cuanto al peso del fruto de igual manera la diferencia se apreció sólo en el testigo que se distanció de su inmediato superior (MM) en un 31,50 %. Este último a su vez obtuvo un peso de 6,59 % menos con relación a MSF que fue el tratamiento con frutos más pesados. Los tratamientos con solo micorrizas procedentes del agro ecosistema soja y de este mas fertilizante, obtuvieron 6,09 y 1,03 % menos peso que el tratamiento (MSF) que fue el que superó a todos.

Resultados parecidos a los obtenidos, se han hecho presente en trabajos experimentales realizados en Cuba, con la utilización de combinaciones de micorrizas en cultivos de tomate, que han logrado incrementar la producción (Gómez, 1997).

De acuerdo a los resultados analizados en los párrafos anteriores, se comprueba que no existe una relación directa entre el peso y el número de frutos. Mientras que MM con la mayor cantidad de frutos/ha obtuvo un peso de 61,48 Tm/ha, MMF en cambio, alcanzó el mayor peso (62,13 Tm/ha) con un menor número de frutos/ha.

Para el análisis correspondiente, se tomó en consideración el tamaño del fruto, presentando solo diferencia el testigo con relación a los otros. Los restantes tratamientos no tuvieron diferencia, pero si se observó en la estructura interna que MM y MS eran menos carnosos.

■ T ■ MS ■ MM ■ MSF ■ MMF

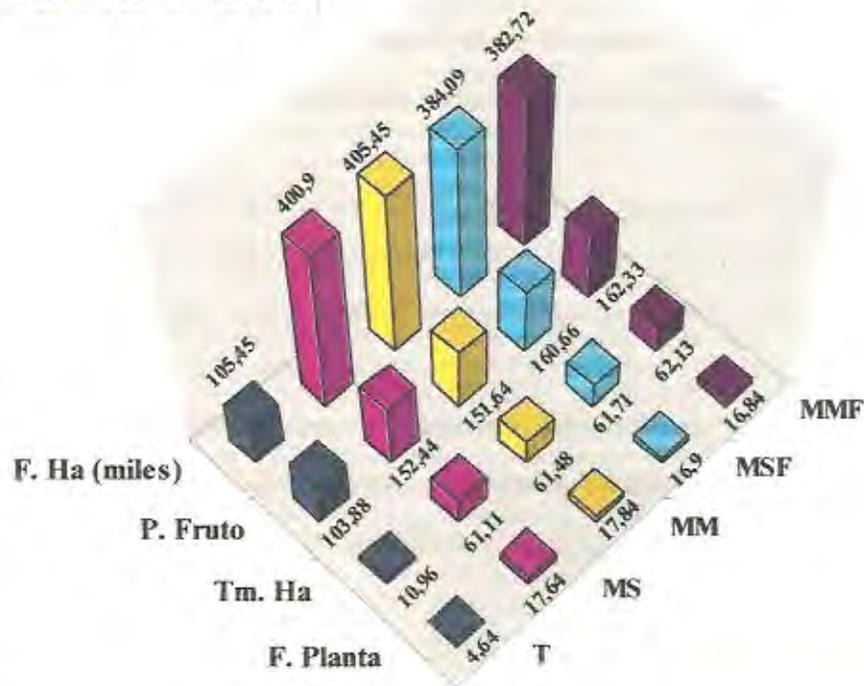


Figura 8. Toneladas métricas por hectárea. Frutos en miles/ha. Peso promedio de fruto. Cantidad de frutos por planta en cada uno de los tratamientos. UCCPI. ITAV. UG Vinces, 2004.

El hecho de haber alcanzado producciones comparables entre micorrizas puras y mezcladas con fertilizantes minerales, hacen deducir que las micorrizas son eficientes en poner a disposición de la planta elementos nutricionales que se traducen en producción, además, debe considerárselas en una producción sana y sostenible.

Las plagas que más causaron mermas en la cosecha fueron *Tuta absoluta*, *Prodiplosis longifila* la pérdida presente en los tratamientos con fertilizantes fue de 2 y 11 Tm respectivamente en cada uno de ellos, habiendo diferido significativamente con los tratados con micorrizas que apenas llegaron 0,86 y 3,73 Tm de pérdida.

Las plantas con fertilización mineral obtuvieron un desarrollo de biomasa mucho mayor que las MS y MM, poniéndolas en desventajas frente a las plagas porque éstas encontraron mejores condiciones que les permitió contrarrestar a los diferentes controles que se aplicaron.

De acuerdo a las observaciones de campo, se presume que hubo un desbalance nutricional por exceso de nitrógeno principalmente, que volvió a las plantas más succulentas y apetecidas para los insectos

El exceso de desarrollo foliar, generó un microclima, que produjo el aborto de las flores, incidiendo en un menor cuajado de frutos en los tratamientos con fertilizantes minerales.

Dayman, (1983) manifiesta que aún cuando los porcentajes de colonización puedan ser similares, su efectividad simbiótica puede resultar marcadamente diferente o inversa, es decir que una colonización numéricamente diferente podría ser simbióticamente comparable, que fue lo que sucedió en tratamientos con micorrizas y de estas con fertilizantes.

4.5. Análisis Económico de la producción

4.5.1. Producción de frutos

Comparando los tratamientos con relación a MM que fue el que mayor fruto por hectárea produjo, tenemos: MS dejó de producir 4550 frutos menos (1,12 %), esto equivale a 32,85 cajas (unidad de venta en el mercado local) a un valor de \$ 5 cada una, tendríamos que dejamos de ganar \$ 164,25. MSF redujo su producción en 5,27 % (21360 frutos) que representan 163,4 cajas, que en términos monetarios corresponde a \$ 817,05, que se dejaron de ganar. MMF con un déficit de 5,61% (22730 frutos) que constituye 175,70 cajas que hubiesen generado \$ 878,5.

Finalmente el Testigo redujo su producción en 300000 frutos (74 %) dejando de producir 1484 cajas que podrían haber generado \$ 7420.

4.5.2. Peso de frutos

Haciendo las comparaciones con MMF que fue el de mayor productividad se tiene que: MSF presentó una diferencia de 0,68 %, esto es 420 kg. menos; si multiplicamos este valor por \$ 0,40 (precio referencial de venta) tendríamos \$ 168 se dejó de ganar. MM dejó de producir 650 kg. (1,05 %) por el costo referencial se concluye una pérdida de \$ 260. MS tuvo una baja de 1,64 % (1020 kg.) que equivale a \$ 408. El testigo pudo haber generado \$ 20468 porque su producción se redujo en un 42,36 % (51170 kg.).

El mejor rédito económico se obtendría vendiendo el tomate por peso y no por caja. A continuación se demuestra esta aseveración: En el testigo se ganaría un 59,85 % más, que equivale a \$ 2624/ha. Para los restantes tratamientos el porcentaje de ganancia estuvo en el 40,48 % y en terminos monetarios tendríamos: 1) Para MS \$ 9894/ha. 2) MM \$ 9953/ha. 3) MSF \$ 9991/ha y 4) MMF, que fue el que más produjo, \$ 10059/ha. Obsérvese anexos 25, 26, 27, 28 y 29.

4.5.3. Relación beneficio costo

Con relación al Cuadro 5 se puede deducir que la mejor relación beneficio costo fue para los tratamientos (micorrizados) MM y MS con 1,20 y 1,19 respectivamente, lo que significa que se recuperó la inversión y que por cada dólar invertido se ganó \$ 1,20 y 1,19. No obstante, los tratamientos MSF y MMF también alcanzaron buenos beneficios económicos con una relación de 1,10 y 1,07. En el tratamiento testigo la inversión superó a la producción, perdiendo 60 cts. por cada dólar que se destinó a la inversión.

Cuadro 3. Resumen financiero del cultivo de tomate bajo un sistema de cinco tratamientos con colonizaciones micorrizales aisladas de agroecosistemas nativos y un testigo absoluto.

Tratamientos	Rendimiento	Ingreso Venta (kg)	Ingreso Venta (ha)	Costo Producción	Utilidad Bruta	Gasto Financiero	Costo Total	Utilidad Neta	Relación B/C	Rentabilidad (%)
T	10960,00	0,40	4384,00	6875,70	-2491,70	412,54	7288,24	-2904,24	-0,40	-39,85
MS	61110,00	0,40	24444,00	10528,80	13352,63	631,73	11160,53	13283,47	1,19	119,02
MM	61480,00	0,40	24592,00	10538,50	14053,50	632,31	11170,81	13421,19	1,20	120,15
MSF	61710,00	0,40	24684,00	11091,37	14155,20	665,48	11756,86	12927,14	1,10	109,95
MMF	62130,00	0,40	24852,00	11340,00	13512,00	680,40	12020,40	12831,60	1,07	106,75

T = Tratamiento control, testigo absoluto

MS = Micorrizas aisladas de agro ecosistema *Glicine max*

MM = Micorrizas aisladas de agro ecosistema *Zea mays*

MSF = Micorrizas aisladas de agro ecosistemas *Glicine max* + N, P, K

MMF = Micorrizas aisladas de agro ecosistemas *Zea mays* + N, P, K

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

■) Conclusiones

1. Las plantas tratadas con micorrizas se desarrollaron mejor que las nutridas químicamente ya que las micorrizas tuvieron una activa participación en lo referente a número de hojas, diámetro del tallo, peso de biomasa húmeda, peso de biomasa seca y precocidad de floración.
2. En la etapa de floración, ninguno de los elementos minerales alcanzaron niveles requeridos, dentro de los distintos tratamientos.
3. Los niveles de esporulación y colonización se redujeron en presencia de los fertilizantes minerales.
4. El pico máximo de colonización en los ensayos con solo micorrizas se realizó durante la floración, mientras que en los tratamientos con micorrizas más fertilizante el mayor porcentaje de colonización se ubica en pre floración.
5. El aporte de la micorrización en la producción fue del 65% sobre la base del potencial del híbrido, en comparación con los tratamientos combinados que fue del 85%.
6. La mejor relación beneficio costo fue para los tratamientos con solo micorrizas.

6) Recomendaciones

1. Hacer inoculaciones al momento de la siembra.
2. Hacer estudios de combinación de micorrizas con diferentes dosis de fertilizantes orgánicos y minerales, de alta y baja solubilidad, utilizando distintas técnicas de aplicación.
3. Considerar metodologías claras y reconocidas en la evaluación de la eficiencia micorrízica y conteo de esporas, para los procesos experimentales.
4. Evaluar las características físicas químicas y biológicas del suelo antes y después de instalar un ensayo con micorrizas.

- Barea, J.H.; Escudero, J.L.; Azcón, C. 1980. Effects of introduced and indigenous VA mycorrhizal fungi on nodulation, growth and nutrition of *Medicago sativa* in phosphate-fixing soils as affected by fertilisers. 54:283-296.
- Barea, J.M.; Jeffries, P. 1995. Arbuscular mycorrhizas in sustainable soil-plant systems. En: Varma, A y Hock, B. (Edit). Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and biotechnology. Berlín. pp 521-560.
- Barrera, J. 1995. Dinámica del funcionamiento micorrízico. Folleto. 17 p.
- Bautista, V.; Sánchez, M.; Muñoz, J.E. 1993. Evaluación preliminar de la micorriza vesículo-arbuscular en dos sistemas: pastizal y cebolla de bulbo *Allium cepa*. Acta agronómica. Vol. 43 1:4. Colombia. pp. 84-95.
- Beberly, R.B. 1995. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Georgia. Información en línea. Consultada el 10 de Julio del 2002. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/>
- Bonfante, P.; Perotto, S. 1995. Strategia of arbuscular mycorrhizal fungi when infectin host plants. New Phytol. N° 82. 130:3-21.
- Cadahia, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi Prensa. Madrid. pp 213-230.
- Collins, N.; Pflieger, F. 1992. Vesicular - arbuscular mycorrhizae and cultural stresses. Universidad de Minnesota. pp 71-99.
- Daniels, B. 1984. Ecology of VA micorrhizal fungi. Florida, pp 35-55
- Ferruzzi, C. 1994. Manual de Lombricultura. Mundi - Prensa, Madrid. pp. 47-51.

- Frank, B. 1885. On the root-symbiosis-depending nutrition through hypogenous fungi of certain trees. Translated by J.M. Trappe. En: Molinar, R (edit). Proceeding of the 6th North American Conference on Mycorrhizae, Ben Oregon, USA. June 25-29. 1984. pp. 18-25.
- Fuentes, J. 1997. Curso de Riego para regantes. Mundi - Prensa, Madrid. pp. 23-46.
- Ganínazzi-Pearson, V.; Azcón-Aguilar, C. 1991. Fisiología de las micorrizas vesículo-arbusculares: Fijación y movilización biológica de nutrientes. Vol II. (Fijación de N y micorrizas. Consejo Superior de Investigación Científica. Madrid. 175-185.
- Giovannetti, M. 1985. Seasonal variations of vesicular-arbuscular mycorrhizas and Endogonaceus spores in a maritime sand dune. Mycol. Soc. 84:679-684.
- Gómez, 1997. Biofertilización de diferentes cultivos de interés económico para Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. Información en línea Consultada el 22 de octubre del 2001. Disponible en <http://www.inca@reduniv.edu.cu>
- González, E.; Rivillas, C.; Rivera, E.L. 1996. Perspectiva de manejo de la micorriza arbuscular en ecosistemas tropicales. Fondo para la protección del medio ambiente. Colombia, Bogotá. pp. 185-202.
- Harley, J.; Smith, S. 1983. Mycorrhizal Simbiosis. Academic Press Inc. London and New York.
- Hayman, D.S. 1983. The physiology of vesicular-arbuscular endomycorrhizal symbiosis. Canadian journal of Botany. 61:944-963.
- Herrera, R. 1993. Biofertilizantes. Conferencia en soporte electrónico. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. pp. 69-70.

- Herrera, R.; Furrázola, E.; Ferrer, R. 1986. Functional strategies of root hairs and arbuscular mycorrhizae in an evergreen tropical forest. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana. 15 p.
- Honrubia, M.; Torres, P.; Díaz, G.; Cano, A. 1992. Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-Universidad de Murcia. España, Murcia. 66 p.
- INCA. 2001. Efectos de la Biofertilización con Hongos Micorrizógenos (MA) en el Cultivo de Tomate. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. San José de las Lajas, Cuba. Información en línea. Consultada el 12 de julio del 2001. Disponible en <http://www.inca@reduniv.edu.cu>.
- INVAM. 2002. Internacional culture collection of vesicular and arbuscular mycorrhizal fungi. Species description. Información en línea. Consultada el 12 de julio del 2002. Disponible en <http://invam.caf.wvu.edu>
- Jakobsen, I. 1995. Transport of phosphorus and carbon in VA micorrizas. En: Varma, A y Hock, B. (Edit). Mycorrhiza: Structure, function, molecular biology and biotechnology. Berlín. pp 297-324.
- Koide, R. 1991. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.* pp. 380-386.
- Kolmans, E. 1996. La agricultura ecológica como base para un desarrollo rural sostenible. Consideraciones metodológicas. En: Simposio Centro Americano sobre Agricultura Orgánica. Acuerdo bilateral de desarrollo sostenible Costa Rica – Holanda. pp. 329-334.

- Lugo, L. 1988. Efecto de endomicorrizas sobre el crecimiento de musáceas y el biocontrol de *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Costa Rica, Turrialba. pp. 54-102.
- Malavolta, E. 2001. Diagnóstico foliar. En: Silva, F. (Edit). Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Fertilidad de los suelos, diagnóstico y control. Bogota, Colombia. pp. 57-98.
- Medina, N. 1992. Evaluación de diferentes especies de bacterias y hongos MVA y sus combinaciones como biofertilizantes para el tomate cultivado fuera de época. VIII Seminario Científico del INCA. 38p.
- Morton, J.B.; Benny, G.L. 1990. Clasificación revisada de los hongos micorrizicos arbusculares (Zygomycetes): una nueva orden, Glomales, dos subordenes nuevos, Glomineae y Gigasporineae, y dos nuevas familias, Acaulosporaceae y Gigasporaceae, con un enmendación de Glomaceae. Mycotaxon 37:471-491.
- Morton, J.B.; Redecker, D. 2001. Los caracteres morfológicos y moleculares concordantes reclasifican cinco especies fungicidas mycorrhizal arbuscular en los nuevos generous: Archaeospora y Paraglomus, de las nuevas familias Archaeosporaceae y Paraglomaceae, respectivamente. Mycologia información en línea. Consultada el 24 de junio del 2002. Disponible en <http://www.siac.net.co>
- Mosse, B. 1981. Vesicular arbuscular mycorrhiza research for tropical agriculture. Bolletin 194. Institute of Tropical Agriculture and human Resources. Hawaii. pp 32-36.
- Paz, N.; Rebolledo, O.; Sánchez, M.; Muñoz, F. 1997. Respuesta de la "morera" *Morus indica* a la inoculación con HMA nativas. Universidad Nacional de Colombia. Palmira. 12 p.

- Pinochet, J.; Fernández, C.; Jaizme, M.; Tenoury, P. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javica* responds to *Glomus intrarradices* and phosphorus HortScience 32(1):100-103.
- Meyers, J. 1998. La materia orgánica y su interés agronómico. pp. 67 - 86
- Ribaudo, C. 1998. Aspectos Bioquímicos de la Asimilación de Amonio en la Asociación de Azospirillum-Maíz. Folleto. 15 p
- Salz, J. 2001. Los Fertilizantes y la Fertilización orgánica bajo la óptica de un Sistema de Producción Orgánica. Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. México. p. 25.
- Sánchez de Prager, M. 1999. Endomicorrizas en Agroecosistemas Colombianos. Colombia, Cali. 227 p.
- _____. 2001. Las Micorrizas. Ediciones Terranova. 2da edición. Manizales, Colombia. pp 198 - 220.

- Pinochet, J.; Fernández, C.; Jaizme, M.; Tenoury, P. 1997. Micropropagated banana infected with *Meloidogyne javica* responds to *Glomus intrarradices* and phosphorus HortScience 32(1):100-103.
- Reyes, J. 1998. La materia orgánica y su interés agronómico. pp. 67 - 86
- Ribaudo, C. 1998. Aspectos Bioquímicos de la Asimilación de Amonio en la Asociación de Azospirillum-Maíz. Folleto. 15 p
- Ruiz, J. 2001. Los Fertilizantes y la Fertilización orgánica bajo la óptica de un Sistema de Producción Orgánica. Primer Foro Nacional Sobre Agricultura Orgánica. México. p. 25.
- Sánchez de Prager, M. 1999. Endomicorrizas en Agroecosistemas Colombianos. Colombia, Cali. 227 p.
- _____. 2001. Las Micorrizas. Ediciones Terranova. 2da edición. Manizales, Colombia. pp 198 - 220.
- Sieverding, E. 1991. Vesicular - Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems. Deutsche Gesellschaft fur techniische Zusammenarbeit. Federal Republic of Germany. 371p.
- Silveira, A. 1992. Microbiología do solo. Sociedad brasileira de ciencia do solo. Brasil, Campinas, pp. 257- 270.
- Siqueira, J; Franco, A. 1988. Biotecnología do solo. Fundamentos e perspectivas. Ministerio da Educacao. Brasilia. pp 125-177.

ANEXOS

Plan de fertilización para el cultivo de tomate (híbrido "Sigal")

Resultados de Análisis de Suelo

M.O %	P (ppm)	K (mcq)
2,8	6	0,22

Estado del Cultivo (Donoso & Donoso)

para 2200 plantas en 1000 m²

P2O5	K2O
13,02	64

de fertilizante extrapolado para una hectarea de tomate con una población de 22727

MO	N	P2O5	K2O
3,1	459	134	661

Cantidad	Fc-ha	Fc-Ep	D.a	Total/kg/ha
3,1	20		1,2	74,40
6	2	2,29	1,2	32,98
0,22	780	1,2	1,2	247,10

de conversión Ep = elemento puro

Existencia en el suelo	Requerimiento del cultivo	Necesidad por hectarea
74,4	459	384,6
32,98	134	101,02
247,1	661	413,9

Nitrógeno 384		384,00			
%	N/ha	Fuente	F.comerc/ha (Kg)	F.comerc/pta (gr)	F.comerc/pta/día (gr)
3	11,52	Urea	25,04	1,10	0,07
20	76,8	Urea	166,96	7,35	
12	46,08	NO3NH4	135,53	5,96	
25	96	NO3K + Urea	34,60	1,52	
20	76,8	NO3K + Urea	19,33	0,85	
20	76,8	Urea	166,96	7,35	
100					
Fósforo 101		101,00			
11,4	11,52	S. F. T	25,04	1,10	0,07
30,6	30,91	S. F. T	67,19	2,96	
29	29,29	S. F. T	63,67	2,80	
29	29,29	S. F. T	63,67	2,80	
100					
Potasio 414		414,00			
2,78	11,5092	Cloruro Potasio	19,18	0,84	0,06
25,22	104,4108	Cloruro Potasio	174,02	7,66	
24	99,36	Cloruro Potasio	165,60	7,29	
24	99,36	Nitrato Potasio	225,82	9,94	
24	99,36	Nitrato Potasio	225,82	9,94	
100					

Anexo 2A. Metodología utilizada en el diagnóstico de análisis foliar.

El análisis foliar se basa en el hecho de que la hoja es el órgano metabólicamente más activo en la planta, por lo que las alteraciones nutricionales afectan en mayor medida a la hoja que otros órganos.

Los métodos utilizados se los considera estáticos y presentan serias limitaciones ya que las concentraciones de los nutrientes sufren fluctuaciones dependientes de la variabilidad al momento del muestreo. Por eso que para analizar resultados de análisis foliares se recomienda no hacer interpretaciones rígidas porque no existe una relación clara entre el análisis del suelo, el análisis foliar y el estado de las plantaciones.

Macronutrientes

El método que se utilizó fue el de desviación óptimo porcentual - DOP, comparando la concentración de nutrientes (resultado de análisis foliar) con respecto a una norma establecida por Beberly. Se partió calculando el índice de concentración de nutrientes, en donde la concentración de nutrientes se restó de la norma media de nutrientes (preestablecida por Beberly) el resultado se dividió para este último y luego se multiplicó por cien para expresarlo en porcentaje.

Los valores negativos de los índices determinaron en que cantidad un nutriente se desvió de la norma, de esta manera permitió un ordenamiento de menor a mayor de los nutrientes en función de su efecto limitante. Entre más bajo fue el índice más limitación del elemento hubo.

La sumatoria de los valores absolutos de los índices representó el balance total de la planta y pudieron ser relacionados con la productividad. Aquellos que totalizaron menos fueron los más equilibrados.

Anexo 3A. Metodología utilizada en el conteo de esporas de micorrizas

Cantidad de esporas.- Se determinó la cantidad utilizando el método de tamizado y centrifugado con sacarosa. (Herrera et al., 1986). Para usar esta técnica se procedió de la siguiente forma:

En un vaso de precipitación de 250 cc se colocaron 100 g. de suelo y se le agregó 150 cc de peróxido de hidrógeno dejándolo en reposo por una hora, con la finalidad de desagregar las partículas de suelo. Se instaló un soporte universal con un embudo que en la parte superior sostenía un tamiz de 150 micras y a su salida se le colocó uno de 38 micras. La muestra de suelo se depositó sobre el tamiz de 150 y se lavó con un chorro de agua a presión, cayendo un filtrado al tamiz inferior que también fue lavado. Lo que quedó de la muestra en el tamiz de 150 se depositó en una licuadora con 500 cc de agua y se licuó por 30 segundos a la mínima velocidad y se volvió a vaciar sobre el mismo tamiz. El suelo que había en el tamiz de 38 fue licuado por un minuto a la máxima velocidad y se devolvió al mismo tamiz. Ambas muestras fueron nuevamente lavadas.

Se montó una estructura conformada por un embudo de bunnner que se sujetó a un quitazato y se conectó a una bomba de vacío. Se rotuló un papel filtro de 12 mm con el nombre de la muestra, número del tamiz, fecha y se colocó sobre el embudo de bunnner. La muestra de 150 se depositó sobre la estructura y se procedió a secarla mediante un proceso de succión. La muestra se sacó y se dejó secando bajo sombra durante 24 horas. Con la muestra del tamiz de 38 se hizo el mismo procedimiento.

Una vez seca, la muestra de 150 se pasó por un tamiz de 500 micras; lo que quedó arriba del tamiz se pesó y se rotuló como muestra de 500, lo que se ha colado pasó a ser muestra de 150, se pesó y se rotuló. La muestra de 38 se hizo también pasar por el tamiz para uniformizar las partículas, luego se pesó y se rotuló. Las muestras se conservaron en papel de aluminio.

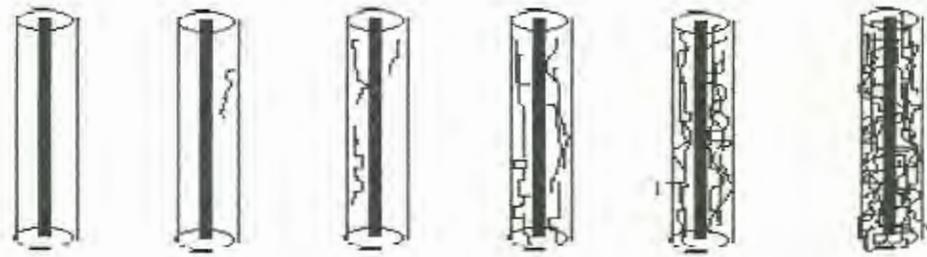
De la muestra de 150 se pesó un 10 % y se vació sobre un tubo de centrifuga, se le agregó 20 cc de una solución de sacarosa (2 M) y luego 20 cc de agua destilada. De la muestra de 38 se tomó el 5 % y se realizó el mismo procedimiento. Las muestras se centrifugaron por 5 minutos a 2500 rpm.

El sobrante de las muestras por separado se pasó por un tamiz de 38 en donde se lavaron y luego se depositaron en cajas petrex (rayadas) rotuladas para cada muestra, se hizo la estabilidad de esporas en el estereoscopio y luego se llevaron al microscopio para caracterizar las esporas.

ANEXO 4A. Metodología utilizada para determinar eficiencia micorrizica en el cultivo de tomate

Porcentaje de infección.- Se lo realizó por medio de la metodología de tinción de raíces con azul de tripano (Herrera et al., 1986). Este método se describe a continuación:

1. Se utilizaron las muestras del tamiz de 500 micras.
2. Se pesaron 0,03 g. de raicillas y se depositaron en vaso de precipitación de 100 cc.
3. Se le agregó 10 cc de KOH al 10 % y se tapó con papel de aluminio por 1 hora.
4. Se colocaron en baño maría a 90°C por media hora.
5. Se dejó enfriar la muestra, se depositó sobre un tamiz y se enjuagó por tres veces.
6. Se sacaron las raicillas con una pinza y se depositaron en un vaso de precipitación de 100 cc.
7. Se agregó 10 cc de ácido clorhídrico, se tapó y se dejó reposar por 15 minutos, y luego se le hizo escurrir el ácido clorhídrico.
8. Se sacaron las raicillas con una pinza y se depositaron en un vaso de precipitación de 100 cc.
9. Se le agregó 10 cc de azul de tripano, se tapó y se dejó reposar por 1 hora a temperatura ambiente.
10. Se colocaron en baño maría por media hora a 90°C.
11. Se dejaron reposar y escurrir bien.
12. Con la ayuda de una pinza se colocaron en caja petrex rayadas y se les agregó glicerina.
13. Se determinó la eficiencia o densidad visual micorrizica de acuerdo a las categorías observadas en la Figura 2A.



Categoría	0	1	2	3	4	5
Densidad	0,0	1,0	2,5	15,5	35,5	47,5
Visual						

Figura 2A. Categorización de densidad visual micorrizica UCCPI. ITAV. Vinces, 2003.

Esta evaluación fue registrada tal como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1. Categorización de muestras

Categorías densidades de micorrización	Categorías (%)	Número intersecciones en cada categoría	Producto categoría
0	0,0	16	0,0
1	1,0	14	14,0
2	2,5	26	65,0
3	15,5	25	387,5
4	35,5	20	710,0
5	47,5	11	522,5
Suma total		112	1699
Categorización de la muestra			15,17

La muestra determinó una densidad visual de 15,17, considerado como un valor medio, ya que los valores mas altos de densidad que se han encontrado al utilizar éste método fluctúan entre 20 y 30 %.

Figura 5A. Metodología utilizada para contar pelos radicales en raicillas de la planta de tomate.

Se basó en la técnica de Herrera et al. (1986). En el fondo de una caja petrex de plástico se grabó un retículo compuesto por 15 líneas separadas entre sí a 0,5 pulgadas. De este modo, cada intersección de las raicillas con las líneas equivalió a 1 cm.

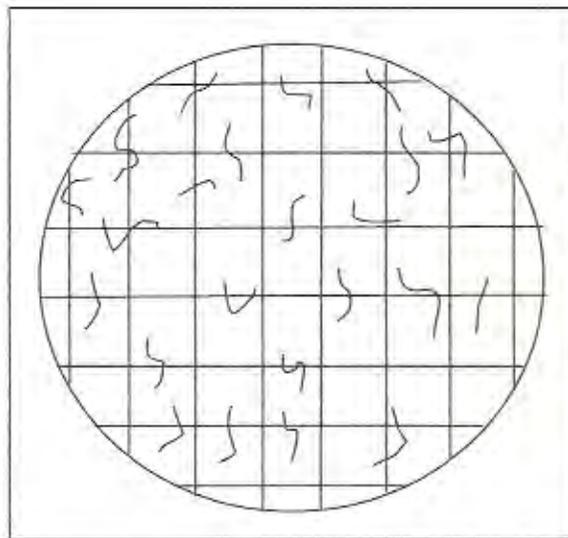


Figura 3A. Placa petrex con raicillas. UCCPI. ITAV. UG. Vinces, 2003.

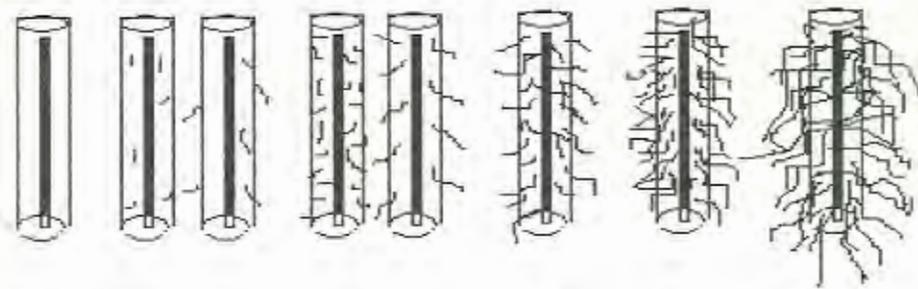
En la caja se vació y esparció 0,25 g de raíces tratadas bajo el mismo procedimiento para determinar eficiencia micorrízica.

Se puso la caja bajo el microscopio.

Las evaluaciones se hicieron de izquierda a derecha y de arriba abajo.

Se observaron detenidamente todas las raicillas que intersectaban cada una de las líneas de la cuadrícula.

Las raicillas se fueron categorizando del 1 al 5 considerando la cantidad y longitud de raíces, tal como se observa en la siguiente figura.



Categoría	0	1	2	3	4	5
Cantidad	ausente	muy pocos	pocos	pocos	muchos	muchos
Longitud		cortos o largos	cortos o largos	cortos y largos	cortos o largos	largos

Figura 4A. Categorización de pelos radicales. UCCPL. ITAV. UG Vincas, 2003

En la caja petrex cuadrículada se observa dos raicillas que no tuvieron pelos radicales, tres que presentaron muy pocos pelos cortos o largos, cuatro con pocos pelos cortos y largos, ocho con pocos pelos cortos y largos, diez con muchos pelos cortos o largos y cinco con muchos pelos largos.

Los resultados se fueron acondicionando en el cuadro a continuación

Categoría de pelos radicales	Número de intersecciones en cada categoría	Número de intersecciones
0	2	0
1	3	3
2	4	8
3	8	24
4	10	40
5	5	25
Suma total	32	100
Categorización de la muestra		3,12

La suma total del número de intersecciones se dividieron para el número de intersecciones en cada categoría, que dio un resultado de 3,12 que se ubica en una categoría de pocos pelos cortos y largos.

Tiempo (DDS)	Tratamientos [I]	Repeticiones					Total	Promed	Promed/grup
		I	II	III	IV	V			
30	T	11,700	12,400	12,500	12,800	12,300	61,700	12,340	24,104
	MS	25,400	26,600	24,600	24,700	26,200	127,500	25,500	
	MM	25,600	26,200	25,500	26,000	25,900	129,200	25,840	
	MSF	28,600	28,300	29,200	28,400	27,600	142,100	28,420	
	MMF	27,000	28,600	28,800	29,200	28,500	142,100	28,420	
45	T	19,600	20,200	18,500	19,300	20,200	97,800	19,560	43,592
	MS	52,900	52,700	53,000	54,200	54,700	267,500	53,500	
	MM	50,500	51,100	51,100	52,000	53,000	257,700	51,540	
	MSF	45,600	44,700	47,000	47,800	48,700	233,800	46,760	
	MMF	43,300	47,400	47,500	47,300	47,500	233,000	46,600	
75	T	48,400	46,900	49,100	47,300	48,500	240,200	48,040	83,852
	MS	99,100	97,900	97,200	98,100	96,400	488,700	97,740	
	MM	100,400	100,200	100,000	99,400	99,300	499,300	99,860	
	MSF	88,600	89,100	88,200	87,900	87,900	441,700	88,340	
	MMF	85,600	85,600	88,000	83,400	83,800	426,400	85,280	
110	T	62,900	68,100	67,400	66,400	64,900	329,700	65,940	97,748
	MS	113,000	112,500	114,400	115,100	116,300	571,300	114,260	
	MM	117,900	117,700	116,800	114,900	115,900	583,200	116,640	
	MSF	92,600	94,900	95,700	97,700	97,800	478,700	95,740	
	MMF	94,500	88,400	98,100	99,600	100,200	480,800	96,160	
Total		1233,200	1239,500	1252,600	1251,500	1255,600	6232,400		249,296
Promedio		61,660	61,975	62,630	62,575	62,780		62,324	62,324
Nº Datos									100,000
Promedio									62,324
V. Max									117,900
V. Min									11,700
Moda									26,200
Varianza									1112,741
Desv. Estand									33,358

* Promedio de 10 observaciones

DDS Días después de la siembra

[I] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

ANEXO 1. Análisis de datos por grupo de muestra (datos) - Sigla: 1 (representa los 10 promedios después de sembrar los diferentes tratamientos ensayados. CUEPI, IIAV, IIG, Vinces, 2005

Tiempo (DDS)	Tratamientos	Repeticiones					Total	Promd	Promd/grup
		I	II	III	IV	V			
30	T	4,300	4,100	4,200	4,200	4,200	21,000	4,200	7,112
	MS	7,600	7,600	7,800	7,800	7,800	38,600	7,720	
	MM	7,900	7,800	7,700	7,800	7,700	38,900	7,780	
	MSF	8,000	7,800	7,800	7,900	7,800	39,300	7,860	
	MMF	8,000	8,100	8,100	7,800	8,000	40,000	8,000	
45	T	6,500	7,000	6,800	7,100	7,000	34,400	6,880	11,096
	MS	12,200	12,300	12,000	12,100	12,200	60,800	12,160	
	MM	12,100	12,000	12,100	12,000	12,300	60,500	12,100	
	MSF	12,000	12,300	12,200	12,100	12,200	60,800	12,160	
	MMF	12,100	12,200	12,200	12,200	12,200	60,900	12,180	
75	T	13,700	14,500	14,000	13,600	13,600	69,400	13,880	24,312
	MS	26,800	26,200	27,000	27,200	27,400	134,600	26,920	
	MM	27,000	27,700	26,700	25,900	26,300	133,600	26,720	
	MSF	27,400	27,200	26,900	26,500	27,300	135,300	27,060	
	MMF	27,700	26,300	27,200	26,800	26,900	134,900	26,980	
Total		213,300	213,100	212,700	211,000	212,900	1063,000		42,520
Promedio		14,220	14,207	14,180	14,067	14,193		14,173	14,173
Nº Datos									75,000
Promedio									14,173
V. Max									27,700
V. Min									4,100
Moda									7,800
Varianza									66,263
Desv. Estand									8,140

* Promedio de 10 observaciones

DDS Días después de la siembra

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

ANEXO BA. Diámetro del tallo de las plántulas de conuco (Diferencia "Signa") en las etapas de transplante Burarini y Fructificación y fructificación, bajo los tratamientos establecidos. UCCPL ITAV. UG. Vinces, 2003

Tiempo (DDS)	Tratamientos	Medias					Total	Promd	Promd/grup
		R1	R2	R3	R4	R5			
30	T	0,357	0,369	0,376	0,353	0,357	1,811	0,362	0,552
	MS	0,563	0,554	0,583	0,646	0,583	2,928	0,586	
	MM	0,605	0,611	0,618	0,602	0,595	3,030	0,606	
	MSF	0,627	0,589	0,624	0,583	0,595	3,018	0,604	
	MMF	0,595	0,611	0,598	0,618	0,602	3,024	0,605	
45	T	0,551	0,563	0,554	0,586	0,583	2,836	0,567	1,039
	MS	1,054	1,044	0,993	1,095	1,165	5,351	1,070	
	MM	1,070	1,085	1,127	1,149	1,162	5,593	1,119	
	MSF	1,159	1,165	1,241	1,225	1,219	6,010	1,202	
	MMF	1,232	1,225	1,261	1,203	1,254	6,175	1,235	
75	T	0,805	0,824	0,840	0,859	0,796	4,125	0,825	1,722
	MS	1,789	1,728	1,709	1,859	1,862	8,948	1,790	
	MM	1,773	1,728	1,776	1,792	1,808	8,878	1,776	
	MSF	2,114	2,165	2,133	2,152	2,084	10,646	2,129	
	MMF	2,072	2,085	2,040	2,114	2,139	10,450	2,090	
Total		16,364	16,348	16,472	16,835	16,802	82,823		3,313
Promedio		1,091	1,090	1,098	1,122	1,120		1,104	1,104
Nº Datos									75,000
Promedio									1,104
V. Max									2,165
V. Min									0,353
Moda									0,357
Varianza									0,332
Desv. Estand									0,577

* Promedio de 10 observaciones

DDS Días después de la siembra

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

ANEXO 9A. Número de flores por planta de tomate (Híbrido "Sigal") a los 45 días después de la siembra, bajo los diferentes tratamientos. UCCPI. ITAV. Vinces. 2003

Tratamiento	Planta	I	II	III	IV	V	Total	Prom	Promedio/Grupo
1	1	8,00	9,00	4,00	8,00	12,00	41,00	6,14	8,68
	2	8,00	9,00	4,00	9,00	10,00	40,00	7,00	
	3	9,00	9,00	9,00	10,00	9,00	46,00	8,17	
	4	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	40,00	7,33	
	5	9,00	8,00	12,00	8,00	8,00	45,00	8,33	
	6	8,00	10,00	10,00	8,00	8,00	44,00	8,33	
	7	4,00	4,00	10,00	9,00	12,00	39,00	7,67	
	8	8,00	8,00	8,00	12,00	10,00	46,00	9,00	
	9	9,00	9,00	8,00	10,00	9,00	45,00	9,00	
	10	9,00	10,00	8,00	12,00	9,00	48,00	9,67	
2	1	20,00	21,00	20,00	21,00	24,00	106,00	15,57	19,32
	2	18,00	20,00	20,00	21,00	21,00	100,00	17,00	
	3	10,00	20,00	20,00	20,00	21,00	91,00	15,67	
	4	15,00	20,00	20,00	18,00	20,00	93,00	16,17	
	5	12,00	18,00	20,00	21,00	18,00	89,00	15,67	
	6	10,00	20,00	20,00	18,00	20,00	88,00	15,67	
	7	21,00	21,00	20,00	20,00	21,00	103,00	18,33	
	8	18,00	18,00	20,00	21,00	21,00	98,00	17,67	
	9	18,00	18,00	20,00	21,00	21,00	98,00	17,83	
	10	21,00	18,00	20,00	21,00	20,00	100,00	18,33	
3	1	21,00	15,00	20,00	21,00	24,00	101,00	15,00	19,44
	2	18,00	18,00	18,00	21,00	21,00	96,00	16,33	
	3	20,00	20,00	18,00	20,00	21,00	99,00	17,00	
	4	20,00	21,00	18,00	18,00	20,00	97,00	16,83	
	5	20,00	21,00	21,00	18,00	21,00	101,00	17,67	
	6	21,00	18,00	21,00	18,00	18,00	96,00	17,00	
	7	18,00	15,00	20,00	18,00	20,00	91,00	16,33	
	8	15,00	20,00	21,00	21,00	20,00	97,00	17,50	
	9	18,00	20,00	15,00	21,00	21,00	95,00	17,33	
	10	18,00	20,00	19,00	21,00	21,00	99,00	18,17	
4	1	18,00	10,00	13,00	18,00	16,00	75,00	11,43	15,10
	2	10,00	8,00	8,00	18,00	18,00	62,00	10,67	
	3	15,00	12,00	12,00	18,00	16,00	73,00	12,67	
	4	12,00	18,00	18,00	15,00	15,00	78,00	13,67	
	5	18,00	18,00	18,00	15,00	15,00	84,00	14,83	
	6	10,00	20,00	16,00	16,00	12,00	74,00	13,33	
	7	15,00	16,00	15,00	18,00	13,00	77,00	14,00	
	8	18,00	15,00	13,00	18,00	18,00	82,00	15,00	
	9	18,00	12,00	8,00	18,00	16,00	72,00	13,50	
	10	15,00	15,00	18,00	15,00	15,00	78,00	14,67	
5	1	20,00	12,00	18,00	15,00	18,00	83,00	12,71	15,86
	2	10,00	10,00	18,00	18,00	18,00	74,00	12,67	
	3	8,00	14,00	13,00	19,00	19,00	73,00	12,67	
	4	18,00	13,00	15,00	12,00	16,00	74,00	13,00	
	5	15,00	15,00	12,00	18,00	15,00	75,00	13,33	
	6	16,00	18,00	18,00	18,00	18,00	88,00	15,67	
	7	16,00	18,00	19,00	16,00	18,00	87,00	15,67	
	8	18,00	13,00	19,00	12,00	16,00	78,00	14,33	
	9	15,00	10,00	20,00	18,00	15,00	78,00	14,50	
	10	12,00	18,00	15,00	18,00	20,00	83,00	15,50	
Total		729,00	751,00	778,00	826,00	836,00	3920,00		
Promedio		14,58	15,02	15,56	16,52	16,72		13,83	15,68
N° Datos									250,000
Promedio									15,680
V Max									24,000
V Min									4,000
Moda									18,000
Varianza									21,769
Desv. Estand									4,666

Trat	Peso fresco (g)					Total	Promed	Peso seco (g)					Total	Promed
	I	II	III	IV	V			I	II	III	IV	V		
T	20,967	20,35	22,37	20,70	23,13	107,52	21,50	8,36	8,13	8,96	8,24	9,27	42,97	8,59
MS	38,333	43,57	47,17	53,10	47,63	229,80	45,96	19,53	22,17	24,04	27,02	24,33	117,09	23,42
MM	48,333	49,77	48,97	46,87	45,70	239,63	47,93	23,19	24,50	24,45	23,47	22,89	118,50	23,70
MSF	44	47,97	45,07	49,90	44,10	231,03	46,21	22,68	24,61	23,13	25,65	22,65	118,72	23,74
MMF	41,533	48,03	45,60	45,57	56,77	237,50	47,50	21,33	24,66	23,47	23,29	28,99	121,74	24,35
Total	193,17	209,68	209,17	216,13	217,33	1045,48	209,10	95,1	104,07	104,06	107,6653	108,119	519,02	103,80
Promd	38,633	41,937	41,833	43,227	43,467	209,10	41,82	19,02	20,814	20,812	21,53307	21,6237	103,80	20,76
Nº Datos							25,00							25,00
Promedio							41,82							20,76
V. Max							56,77							28,99
V. Min							20,35							8,13
Moda														
Varianza							120,23							41,72
Desv. Estand							10,96							6,46
Trat	Peso seco foliar					Total	Promed	Peso seco raíz					Total	Promd
	I	II	III	IV	V			I	II	III	IV	V		
T	2,64	2,23	2,86	2,54	2,53	12,80	2,56	1,25	1,19	1,12	1,01	1,12	5,70	1,14
MS	8,16	8,94	7,68	9,62	8,17	42,57	8,51	3,54	4,10	4,35	4,77	3,90	20,65	4,13
MM	7,35	7,72	8,63	8,30	10,22	42,22	8,44	3,65	3,92	3,37	4,14	4,01	19,09	3,82
MSF	6,70	8,44	9,17	10,35	7,49	42,15	8,43	4,16	4,14	4,35	3,98	3,29	19,91	3,98
MMF	8,69	8,7367	9,07	8,7933	7,19	42,48	8,50	3,72	4,75	4,54	3,36	4,37	20,74	4,15
Total	18,15	18,897	19,167	20,46	20,923	97,60	19,52	16,318	18,096	17,73	17,25667	16,69	86,09	17,22
Promd	6,05	6,2989	6,3889	6,82	6,9744	32,53	6,51	3,2637	3,6193	3,546	3,451333	3,338	17,22	3,44
Nº Datos							15,00							25,00
Promedio							6,51							3,44
V. Max							10,22							4,77
V. Min							2,23							1,01
Moda														4,14
Varianza							8,88							1,54
Desv. Estand							2,98							1,24

* Promedio de 3 observaciones

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS. RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS NUTRIENTES N, P, K, Ca, Mg Y S EN LOS RESIDUOS DE LOS CULTIVOS DE MAÍZ Y SOJA, CONSIDERANDO LOS RANGOS DE BOBERLY

Tratamiento		N	P	K	Ca	Mg	
T	Normas	4.5	0.75	4.36	1.72	0.34	$\Sigma = 153,97$
	R. Análisis	0,852	0,240	2,208	1,526	0,390	
	Índice	-81,067	-68,000	-49,358	-8,837	14,706	
	Diagnóstico	N > P > K > Ca					
Ms	Normas	4.5	0.75	4.36	1.72	0.34	$\Sigma = 150,71$
	R. Análisis	0,930	0,252	2,226	1,648	0,402	
	Índice	-79,333	-66,400	-48,945	-4,186	18,235	
	Diagnóstico	N > P > K > Ca					
MM	Normas	4.5	0.75	4.36	1.72	0.34	$\Sigma = 157,00$
	R. Análisis	0,946	0,282	2,366	1,620	0,430	
	Índice	-78,978	-62,400	-45,734	-5,814	26,471	
	Diagnóstico	N > P > K > Ca					
MSF	Normas	4.5	0.75	4.36	1.72	0.34	$\Sigma = 184,08$
	R. Análisis	0,968	0,260	2,272	1,628	0,518	
	Índice	-78,489	-65,333	-47,890	-5,349	52,353	
	Diagnóstico	N > P > K > Ca					
MMF	Normas	4.5	0.75	4.36	1.72	0.34	$\Sigma = 215,84$
	R. Análisis	2,740	0,284	3,290	2,132	0,776	
	Índice	-39,111	-62,133	-24,541	23,953	128,235	
	Diagnóstico	P > N > K					
Diagnóstico General		2 > 1 > 3 > 4 > 5					

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

Cuadro 12A. Matriz de diagnóstico foliar para microelementos basado en el método de comparación simple considerando los rangos de Malavolta

Elementos minerales	Resultado del análisis foliar en cada tratamiento					Rangos de niveles adecuados	Interpretación				
	T	MS	MM	MSF	MMF		T	MS	MM	MSF	MMF
Zn	27,8	30,6	30,4	30,8	76,8	60 - 70	D	D	D	D	A
Cu	4,8	5	5,6	5,2	43,6	10 - 15	D	D	D	D	E
Fe	293	346,8	456,6	368,4	5721,8	500 - 700	D	D	D	D	E
Mn	75,8	69,6	72	74,2	142,2	250 - 400	D	D	D	D	D
B	57,2	63	57,2	61,4	58,6	50 - 70	A	A	A	A	A

A = Adecuado
 D = Deficiente
 E = Excesivo

T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

Media y desviación estándar del contenido de Nutrientes en las hojas de la planta de tomate en la etapa de floración, bajo los tratamientos ensayados. UCCPL ITAV. UG. Vinces. 2003

	absorción foliar										
	%						(ppm)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
	0,890	0,250	2,350	1,500	0,390	0,520	31,000	6,000	38,000	106,000	47,000
	0,790	0,250	2,320	1,500	0,400	0,570	28,000	3,000	330,000	71,000	56,000
	0,830	0,230	2,020	1,620	0,370	0,470	24,000	4,000	500,000	60,000	58,000
	0,780	0,230	2,030	1,520	0,370	0,490	27,000	5,000	310,000	52,000	66,000
	0,970	0,240	2,320	1,700	0,430	0,770	29,000	6,000	287,000	90,000	59,000
	0,852	0,240	2,208	1,568	0,392	0,564	27,800	4,800	293,000	75,800	57,200
	0,079	0,010	0,168	0,089	0,025	0,121	2,588	1,304	165,505	22,095	6,834
	0,006	0,000	0,028	0,008	0,001	0,015	6,700	1,700	27392,000	488,200	46,700
	0,950	0,240	2,120	1,360	0,330	0,460	33,000	4,000	296,000	54,000	58,000
	0,810	0,240	2,120	1,620	0,420	0,660	28,000	6,000	424,000	64,000	59,000
	0,870	0,280	2,460	2,020	0,490	0,740	36,000	5,000	369,000	82,000	74,000
	0,950	0,260	2,410	1,720	0,420	0,660	28,000	4,000	350,000	87,000	65,000
	1,070	0,240	2,020	1,520	0,350	0,390	28,000	6,000	295,000	61,000	59,000
	0,930	0,252	2,226	1,648	0,402	0,582	30,600	5,000	346,800	69,600	63,000
	0,098	0,018	0,196	0,247	0,064	0,149	3,715	1,000	54,145	14,188	6,745
	0,010	0,000	0,038	0,061	0,004	0,022	13,800	1,000	2931,700	201,300	45,500
	0,990	0,290	2,360	1,500	0,420	0,600	32,000	6,000	295,000	46,000	50,000
	0,800	0,240	2,270	1,440	0,340	0,500	29,000	4,000	304,000	78,000	43,000
	1,050	0,280	2,320	1,680	0,440	0,710	30,000	5,000	422,000	65,000	71,000
	0,820	0,270	2,180	1,740	0,470	0,620	33,000	6,000	618,000	99,000	66,000
	1,070	0,330	2,700	1,740	0,480	0,660	28,000	7,000	644,000	72,000	56,000
	0,946	0,282	2,366	1,620	0,430	0,618	30,400	5,600	456,600	72,000	57,200
	0,128	0,033	0,198	0,141	0,056	0,078	2,074	1,140	167,158	19,300	11,432
	0,016	0,001	0,039	0,020	0,003	0,006	4,300	1,300	27941,800	372,500	130,700
	1,020	0,280	2,440	1,720	0,950	0,660	37,000	5,000	340,000	91,000	72,000
	0,950	0,270	2,550	1,580	0,400	0,520	37,000	5,000	375,000	86,000	53,000
	0,870	0,200	1,750	1,640	0,390	0,560	21,000	4,000	448,000	55,000	49,000
	1,000	0,310	2,400	1,680	0,440	0,620	30,000	6,000	324,000	80,000	78,000
	1,000	0,240	2,220	1,520	0,410	0,500	29,000	6,000	355,000	59,000	55,000
	0,968	0,260	2,272	1,628	0,518	0,572	30,800	5,200	368,400	74,200	61,400
	0,061	0,042	0,315	0,079	0,242	0,067	6,648	0,837	48,315	16,239	12,779
	0,004	0,002	0,099	0,006	0,059	0,005	44,200	0,700	2334,300	263,700	163,300
	3,10	0,30	3,44	2,28	0,81	0,40	88,00	53,00	7220,00	174,00	78,00
	2,58	0,28	3,32	2,10	0,72	0,38	84,00	39,00	3510,00	109,00	37,00
	2,56	0,25	3,10	2,30	0,94	0,38	73,00	45,00	6171,00	148,00	83,00
	2,14	0,27	2,87	1,40	0,58	0,26	72,00	41,00	7962,00	174,00	61,00
	3,32	0,32	3,72	2,58	0,83	0,40	67,00	40,00	3746,00	106,00	34,00
	2,740	0,284	3,290	2,132	0,776	0,364	76,800	43,600	5721,800	142,200	58,600
	0,470	0,027	0,324	0,444	0,135	0,059	8,815	5,727	2016,229	33,425	22,634
	0,221	0,001	0,105	0,197	0,018	0,003	77,700	32,800	4065181,200	1117,200	512,300

absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz)
 micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

Tiempo (DDS)	T	Repeticiones					Total	Promd	Promd/grup
		I	II	III	IV	V			
30	Testigo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	598,693
	MS	783,333	718,667	683,333	660,000	720,000	3565,333	713,067	
	MM	633,000	710,000	690,000	733,333	623,000	3389,333	677,867	
	MSF	783,000	823,333	763,000	800,000	776,667	3946,000	789,200	
	MMF	853,000	827,000	830,000	860,000	696,667	4066,667	813,333	
45	Testigo	60,000	80,000	57,000	20,000	27,000	244,000	48,800	374,867
	MS	510,000	465,000	440,000	450,000	560,000	2425,000	485,000	
	MM	550,000	583,333	483,333	476,667	483,333	2576,667	515,333	
	MSF	466,667	446,667	426,667	420,000	423,333	2183,333	436,667	
	MMF	400,000	363,000	373,000	400,000	406,667	1942,667	388,533	
75	Testigo	67,000	47,000	53,000	63,000	70,000	300,000	60,000	209,053
	MS	263,333	250,000	270,000	236,667	253,333	1273,333	254,667	
	MM	310,000	299,000	307,000	330,000	333,000	1579,000	315,800	
	MSF	240,000	227,000	206,667	226,667	243,333	1143,667	228,733	
	MMF	180,000	157,000	150,000	213,333	230,000	930,333	186,067	
110	Testigo	60,000	77,000	67,000	50,000	53,000	307,000	61,400	258,560
	MS	407,000	416,667	363,000	400,000	406,667	1993,333	398,667	
	MM	416,667	423,333	480,000	456,667	440,000	2216,667	443,333	
	MSF	206,667	193,333	190,000	210,000	216,667	1016,667	203,333	
	MMF	187,000	200,000	193,333	180,000	170,000	930,333	186,067	
Total		7376,667	7307,333	7026,333	7186,333	7132,667	36029,333		
Promedio		368,833	365,367	351,317	359,317	356,633		360,293	360,293
Nº Datos									100,000
Promedio									360,293
V. Max									860,000
V. Min									0,000
Moda									0,000
Varianza									60934,205
Desv. Estand									246,849

* Promedio de 6 observaciones

DDS Días después de la siembra

Tiempo (DDS)	T	Medias de Repeticiones					Total	Promd	Promd/grup
		I	II	III	IV	V			
30	Testigo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	64,532
	MS	84,830	82,118	82,333	87,333	86,728	423,342	84,668	
	MM	84,357	84,221	84,363	88,121	84,431	425,493	85,099	
	MSF	79,333	76,428	74,492	71,097	79,480	380,830	76,166	
	MMF	75,000	78,649	73,807	77,761	78,412	383,629	76,726	
45	Testigo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	69,384
	MS	87,666	90,508	94,263	96,651	94,493	463,581	92,716	
	MM	91,772	93,932	90,520	92,840	99,907	468,971	93,794	
	MSF	80,187	80,667	82,330	78,281	81,199	402,664	80,533	
	MMF	81,748	80,652	79,635	78,021	79,333	399,389	79,878	
75	Testigo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	67,720
	MS	90,846	92,163	94,474	100,000	92,763	470,246	94,049	
	MM	93,379	93,033	90,760	96,379	97,027	470,578	94,116	
	MSF	78,609	74,667	74,000	78,333	75,187	380,796	76,159	
	MMF	74,212	75,000	72,333	74,667	75,177	371,389	74,278	
110	Testigo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	57,010
	MS	86,763	82,616	82,667	82,333	88,333	422,712	84,542	
	MM	85,431	83,667	86,349	89,667	83,667	428,781	85,756	
	MSF	65,000	64,667	61,333	35,333	21,000	247,333	49,467	
	MMF	63,333	65,667	69,755	60,333	67,333	326,421	65,284	
Total		1302,466	1298,655	1293,414	1287,150	1284,470	6466,155		
Promedio		65,123	64,933	64,671	64,358	64,224		64,662	64,662
N° Datos									100,000
Promedio									64,662
V. Max									100,000
V. Min									0,000
Moda									0,000
Varianza									1180,731
Desv. Estand									34,362

* Promedio de 6 observaciones

DDS Días después de la siembra

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maíz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK)

MMF (micorrizas del agroecosistema maíz + NPK)

Tiempo (DDT)	T	Repeticiones					Total	Promd	Promd/grup
		I	II	III	IV	V			
30	Testigo	2,143	1,875	2,124	2,001	1,600	9,743	1,949	2,986
	MS	3,049	3,678	3,060	3,006	2,983	15,776	3,155	
	MM	2,944	3,010	3,011	3,052	3,014	15,031	3,006	
	MSF	3,268	3,454	3,604	3,445	3,487	17,258	3,452	
	MMF	3,516	3,328	3,014	3,462	3,525	16,845	3,369	
45	Testigo	2,283	2,504	2,513	2,282	1,356	10,938	2,188	3,721
	MS	4,455	3,752	3,843	4,260	4,022	20,332	4,066	
	MM	4,383	3,850	4,013	4,014	4,155	20,415	4,083	
	MSF	3,806	4,390	4,485	4,503	3,590	20,774	4,155	
	MMF	4,412	4,503	3,855	3,939	3,855	20,564	4,113	
75	Testigo	2,001	2,146	2,000	2,015	2,161	10,323	2,065	3,739
	MS	3,840	4,633	4,098	4,018	4,022	20,611	4,122	
	MM	4,527	3,819	4,084	4,329	3,915	20,674	4,135	
	MSF	3,914	4,567	4,323	4,093	3,960	20,857	4,171	
	MMF	4,523	3,857	3,903	4,407	4,311	21,001	4,200	
110	Testigo	2,160	2,050	2,179	2,006	2,000	10,395	2,079	3,612
	MS	4,620	3,644	4,507	3,693	3,537	20,001	4,000	
	MM	3,430	4,310	3,583	3,873	4,500	19,696	3,939	
	MSF	3,523	4,560	3,967	4,503	3,572	20,125	4,025	
	MMF	3,800	3,890	3,967	4,490	3,950	20,077	4,015	
Total		70,597	71,820	70,133	71,391	67,495	351,436		
Promedio		3,530	3,591	3,507	3,570	3,375		3,514	3,514
Nº Datos									100,000
Promedio									3,514
V. Max									4,633
V. Min									1,356
Moda									4,503
Varianza									0,725
Desv. Estand									0,852

* Promedio de 6 observaciones

DDS Días después de la siembra

[1] T (testigo absoluto) MS (micorrizas del agroecosistema soja) MM (micorrizas del agroecosistema maiz) MSF (micorrizas del agroecosistema soja + NPK) MMF (micorrizas del agroecosistema maiz + NPK)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	4	392	8	443	4	374	5	530	4	456	22	2197.0	99,86	10,00	0,44	1,00	
	4	6	628	6	558	7	709	8	825	9	1077	36	3797,0	105,47	16,36	0,72	1,73	
	5	5	511	9	970	7	718	7	597	7	750	35	3546,0	101,31	15,91	0,70	1,61	
	6	5	538	5	486	7	725	5	501	5	520	27	2770,0	102,59	12,27	0,54	1,26	
	7	6	652	10	1067	12	1209	13	1353	13	1462	54	5743,0	106,35	24,55	1,08	2,61	
	8	5	525	7	759	7	764	13	1426	11	1138	43	4612,0	107,26	19,55	0,86	2,10	
	9	2	207	2	204	4	311	4	401	3	313	15	1436,0	95,73	6,82	0,30	0,65	
	Sum	33	3453	44	4489	48	4810	55	5633	52	5716	232	24101,0	103,88	105,45	4,64	10,96	
MS	1	6	635,0	16	1570	8	1050	5	686	7	740	42	4681,0	111,45	19,09	0,84	2,13	
	2	12	1607	13	1696	14	1635	13	1668	17	2574	69	9180,0	133,04	31,36	1,38	4,17	
	3	21	3116	24	3558	18	2578	18	3131	20	3239	101	15622,0	154,67	45,91	2,02	7,10	
	4	35	5900	32	5282	35	5707	33	5101	36	5958	171	27948,0	163,44	77,73	3,42	12,70	
	5	34	5394	30	5014	33	4936	31	4510	32	4951	160	24805,0	155,03	72,73	3,20	11,28	
	6	35	5138	33	4924	27	4444	27	4137	27	4123	151	22766,0	150,77	68,64	3,02	10,35	
	7	22	3412	24	4851	23	3578	21	3315	20	3177	110	18333,0	166,66	50,00	2,20	8,33	
	8	12	1652	9	1320	10	1429	8	1163	11	1710	50	7274,0	145,48	22,73	1,00	3,31	
	9	7	832	6	677	6	823	5	709	6	802	30	3843,0	128,10	13,64	0,60	1,75	
	Sum	184	27686	187	28892	174	26180	161	24420	176	27274	882	134452,0	152,44	400,90	17,64	61,11	
MM	1	6	594,0	9	914	8	798	7	872	7	833	37	4011,0	108,41	16,82	0,74	1,82	
	2	14	2131	10	1554	11	1475	11	1568	5	809	51	7537,0	147,78	23,18	1,02	3,43	
	3	19	3261	18	2651	21	3028	25	3983	21	3413	104	16336,0	157,08	47,27	2,08	7,43	
	4	42	7032	32	5219	35	5816	34	5306	34	5035	177	28408,0	160,50	80,45	3,54	12,91	
	5	36	5410	38	5841	41	6581	39	5931	38	5821	192	29584,0	154,08	87,27	3,84	13,45	
	6	31	4409	32	4620	30	4512	28	4409	28	4352	149	22302,0	149,68	67,73	2,98	10,14	
	7	22	3284	25	3909	23	3537	16	2456	20	3053	106	16239,0	153,20	48,18	2,12	7,38	
	8	12	1857	9	1330	10	1515	8	1248	6	890	45	6840,0	152,00	20,45	0,90	3,11	
	9	8	1033	6	714	7	899	4	543	6	817	31	4006,0	129,23	14,09	0,62	1,82	
	Sum	190	29011	179	26752	186	28161	172	26316	165	25023	892	135263,0	151,64	405,45	17,84	61,48	
4	1	6	636,0	8	1032	7	596	7	852	13	1402	41	4518,0	110,20	18,64	0,82	2,05	
	2	11	1318	7	1041	9	1269	8	1175	13	1584	48	6387,0	133,06	21,82	0,96	2,90	
	3	20	2901	18	2868	24	3661	21	3543	23	3365	106	16338,0	154,13	48,18	2,12	7,43	
	4	35	5809	32	5122	32	4752	33	5322	34	5524	166	26529,0	159,81	75,45	3,32	12,06	
	5	33	5487	32	4927	41	6687	40	6306	39	6270	185	29677,0	160,42	84,09	3,70	13,49	
	6	28	4942	31	5595	28	5002	27	4711	26	4532	140	24782,0	177,01	63,64	2,80	11,26	
	7	18	3219	20	3716	20	3584	19	3437	17	3116	94	17072,0	181,62	42,73	1,88	7,76	
	8	8	1358	9	1513	8	1409	10	1633	9	1492	44	7405,0	168,30	20,00	0,88	3,37	
	9	4	596	4	610	5	703	4	558	4	585	21	3052,0	145,33	9,55	0,42	1,39	
	Sum	163	26266	161	26424	174	27663	169	27537	178	27870	845	135760,0	160,66	384,09	16,90	61,71	
5	1	10	1190,0	10	1133	15	1583	5	545	5	647	45	5098,0	113,29	20,45	0,90	2,32	
	2	13	2036	16	2235	14	1793	12	1760	12	2102	67	9926,0	148,15	30,45	1,34	4,51	
	3	21	3404	21	3211	21	3534	23	3580	22	2469	108	16198,0	149,98	49,09	2,16	7,36	
	4	33	5125	31	5224	37	5480	34	5740	37	6333	172	27902,0	162,22	78,18	3,44	12,68	
	5	37	6149	39	6774	36	6113	37	6286	39	6468	188	31790,0	169,10	85,45	3,76	14,45	
	6	21	3738	19	3434	21	3805	17	3025	22	3940	100	17942,0	179,42	45,45	2,00	8,16	
	7	17	3110	19	3389	21	3694	21	3830	21	3793	99	17816,0	179,96	45,00	1,98	8,10	
	8	7	1151	10	1711	9	1471	8	1416	9	1528	43	7277,0	169,23	19,55	0,86	3,31	
	9	4	560	5	683	3	395	4	535	4	559	20	2732,0	136,60	9,09	0,40	1,24	
	Sum	163	26463	170	27794	177	27868	161	26717	171	27839	842	136681,0	162,33	382,72	16,84	62,13	

ANEXO 20A. Cuadrados medios de los análisis de Variancia (ADEVA)[1] de los macro y micronutrientes en las hojas de tomate en época de floración. UCCPL ITAV. UG Vinces, 2003

Fuente de Variación	g . L	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
Repetición	4	0,11 n.s	0,0006 n.s	0,06 n.s	0,06 n.s	0,01 n.s
Tratamiento	4	3,31 **	0,002 n.s	1,06*	0,27 *	0,13 **
Error	16	0,04	0,0008	0,06	0,06	0,02
C.V (%)		15,06	10,97	10,04	14,12	26,45

Fuente de Variación	g . L	Zinc	Cobre	Manganeso	Boro
Repetición	4	56,46 n.s	7,74 n.s	405,04 n.s	329,26 n.s
Tratamiento	4	2207,06 **	1478,83**	4829,74 **	34,06 n.s
Error	16	22,56	7,4400	509,46	142,31
C.V (%)		12,09	21,24	26,02	20,06

[1] Utilizando el paquete de diseños experimentales de FAUANL, versión 2.1 (1990)

n.s No significativo

* Significativo

** Altamente significativo

ANEXO 21A. Cuadrados medios de los análisis de Variancia (ADEVA)[1] de las variables biológicas. UCCPL. ITAV. UG Vinces, 2003

Fuente de Variación	g . L	Cantidad de esporas	Densidad de colonización (%)	Raíces colonizadas (%)	Pelos radicales
Repetición	4	1076,25 n.s	1,30 n.s	2,84 n.s	0,14 n.s
Tiempo (A)	3	753906,69 **	308,51 **	751,7 **	3,18 **
Error "a"	12	1330,58	1,76	30,71	0,04
Tratamiento (B)	4	658535,25 **	1284,44 **	27613,14 **	13,12 **
A x B	12	88983,16 **	54,02 **	177,11 **	0,15 n.s
Error "b"	64	875,03	1,14	26,22	0,11
C.V (%) error "a"		10,13	11,47	8,57	5,49
C.V (%) error "b"		8,22	9,23	7,92	9,36

[1] Utilizando el paquete de diseños experimentales de FAUANL, versión 2.1 (1990)

n.s No significativo

* Significativo

** Altamente significativo

ANEXO 22A. Respuesta de las variables agronómicas obtenidas durante el experimento, bajo diferentes tratamientos. UCCPI, ITAV, UG Vinces, 2003

Tratamientos	Variables Agronómicas			
	Altura de planta (1)	Número de hojas (2)	Diametro del tallo (3)	Número de flores (4)
1. Testigo absoluto	36,47 c	8,32 b	0,58 c	8,68 c
2. Micorrizas agroecosistema soja	72,75 a	15,59 a	1,14 b	19,32 a
3. Micorrizas agroecosistema maíz	73,47 a	15,53 a	1,16 b	19,44 a
4. Micorrizas agroecosistema soja + NPK	64,81 b	15,69 a	1,31 a	15,10 b
5. Micorrizas agroecosistema maíz + NPK	64,11 b	15,71 a	1,30 a	15,86 b
Promedio	62,320	14,170	1,100	15,680
Tukey	2,690	0,560	0,060	1,680

Tratamientos	Variables Agronómicas			
	Peso fresco foliar (5)	Peso fresco raíz (6)	Peso seco foliar (7)	Peso seco raíz (8)
1. Testigo absoluto	21,50 b	8,59 b	2,11 b	1,13 b
2. Micorrizas agroecosistema soja	45,96 a	23,41 a	8,43 a	4,13 a
3. Micorrizas agroecosistema maíz	47,92 a	23,70 a	8,49 a	3,82 a
4. Micorrizas agroecosistema soja + NPK	46,20 a	23,74 a	8,51 a	3,98 a
5. Micorrizas agroecosistema maíz + NPK	47,50 a	24,38 a	8,44 a	4,15 a
Promedio	41,81	20,76	7,19	3,43
Tukey	7,14	3,48	1,87	0,82

(1) promedio de 200 observaciones (plantas)

(2) promedio de 150 observaciones (plantas)

(3) promedio de 150 observaciones (planta)

(4) Promedio de 50 observaciones (planta)

(5) promedio de 15 observaciones (planta)

(6) promedio de 15 observaciones (planta)

(7) promedio de 15 observaciones (planta)

(8) promedio de 15 observaciones (planta)

ANEXO 23A. Respuesta de las variables agronómicas obtenidas durante el experimento, bajo diferentes tratamientos. DCCPE, UNAV, UG, Vinces, 2003

Tratamientos	Variables Agronómicas				
	Nitrógeno (1)	Fósforo (2)	Potasio (3)	Calcio (4)	Magnesio (5)
1. Testigo absoluto	0,85 b	0,24 a	2,21 b	1,57 b	0,39 b
2. Micorrizas agroecosistema soja	0,93 b	0,25 a	2,23 b	1,65 b	0,4 b
3. Micorrizas agroecosistema maíz	0,95 b	0,28 a	2,37 b	1,62 b	0,43 b
4. Micorrizas agroecosistema soja + NPK	0,97 b	0,26 a	2,27 b	1,63 b	0,52 b
5. Micorrizas agroecosistema maíz + NPK	2,74 a	0,28 a	3,29 a	2,13 a	0,78 a
Promedio	1,28	0,26	2,47	1,72	0,50
Tukey	0,38	0,06	0,48	0,47	0,26

Tratamientos	Variables Agronómicas			
	Zinc (6)	Cobre (7)	Manganeso (8)	Boro (9)
1. Testigo absoluto	27,8 b	4,8 b	75,8 b	57,2 a
2. Micorrizas agroecosistema soja	30,6 b	5,0 b	69,6 b	63,0 a
3. Micorrizas agroecosistema maíz	30,4 b	5,6 b	72,0 b	57,2 a
4. Micorrizas agroecosistema soja + NPK	30,8 b	5,2 b	74,2 b	61,4 a
5. Micorrizas agroecosistema maíz + NPK	76,8 a	43,59 a	142,2 a	58,6 a
Promedio	39,28	12,84	86,76	59,48
Tukey	9,20	5,28	43,71	23,10

(1) promedio de 15 observaciones (plantas)

(2) promedio de 15 observaciones (plantas)

(3) promedio de 15 observaciones (planta)

(4) Promedio de 15 observaciones (planta)

(5) promedio de 15 observaciones (planta)

(6) promedio de 15 observaciones (planta)

(7) promedio de 15 observaciones (planta)

(8) promedio de 15 observaciones (planta)

(9) promedio de 15 observaciones (planta)

ANEXO 24A. Respuesta de las variables biológicas obtenidas durante el experimento, bajo diferente tratamientos, UCCPI, ITAV, UG Vinces, 2003

Tratamientos	Variables biológicas			
	Cantidad de esporas	Densidad de colonización (%)	Raíces colonizadas (%)	Pelos radicales
1. Testigo absoluto	42,55 d	0,00 c	0,00 c	2,07 b
2. Micorrizas agroecosistema soja	462,85 ab	19,01 a	88,99 a	3,84 a
3. Micorrizas agroecosistema maiz	488,83 a	19,35 a	89,69 a	3,79 a
4. Micorrizas agroecosistema soja + NPK	412,96 bc	9,97 b	70,58 b	3,95 a
5. Micorrizas agroecosistema maiz + NPK	393,816 c	9,48 b	74,04 b	3,92 a
Promedio	360,05	11,57	64,66	3,51
Tukey	52,60	1,90	9,10	0,59

(1) promedio de 120 observaciones (plantas)

(2) promedio de 120 observaciones (plantas)

(3) promedio de 120 observaciones (planta)

(4) Promedio de 120 observaciones (planta)

EXHO 25A. Costo de producción por hectárea del tratamiento testigo del cultivo de tomate

Rubros	Unidad	Cantidad	V.unitario (dólares)	V. total (dólares)	Porcentaje
Costos directos					
Mano de obra					
Preparación de terreno	Jornal	15	6,00	90,00	
Plantación de Almacigo	Jornal	25	6,00	150,00	
Mantenimiento del Almacigo	Jornal	5	6,00	30,00	
Plantación de fitosanitarios	Jornal	40	6,00	240,00	
Mantenimiento de riego	Jornal	60	6,00	360,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	55	6,00	330,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	16	6,00	96,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	6	6,00	36,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	45	6,00	270,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	26	6,00	156,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	9	6,00	54,00	
Mantenimiento de mangueras para riego	Jornal	5	6,00	30,00	
Total				1842,00	25,27
Insumos					
Abono	Kg	0,102	10000,00	1020,00	
Abono de tabaco	Lt	1,5	60,00	90,00	
Abono de Neem	Lt	1	60,00	60,00	
Abono de Albaca	Lt	3	60,00	180,00	
Abono de cola de caballo	Lt	1,5	120,00	180,00	
Abono de manzanilla	Lt	1,5	120,00	180,00	
Abono de ajo y cebolla	Lt	1,5	60,00	90,00	
Abono	Lt	2	50,00	100,00	
Abono	Gl	13	1,48	19,24	
Abono	Gl	1	6,00	6,00	
Total				1925,24	26,42
Materiales					
Plástico		100	0,50	50,00	
Plástico		3640	0,20	728,00	
Plástico	Metro	11000	0,05	550,00	
Plástico	Kg	90000	0,001	90,00	
Total				1418,00	19,46
Total costos directos				5185,24	71,15

Costos Indirectos				Porcentaje
Asociación equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	%	Valor total (dólares)	
Aspersión palanca	80,00	5	4,00	
Aspersión motor	420,00	5	10,50	
Costo de riego	8000,00	2	80,00	
Total			94,50	1,30
Asociación equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	Vida útil (años)	Ciclos/año	
Aspersión palanca	80,00	5	2,00	8,00
Aspersión motor	420,00	5	2,00	42,00
Costo de riego	8000,00	10	2,00	400,00
Total			450,00	6,17
	Unidad	Cantidad	V. unitario	
Transporte	Cajas	352	0,20	70,40
Asistencia técnica	visitas	8	100,00	800,00
Administrativos	%C/D	3		155,56
Costo de la tierra	Hectárea	1	120,00	120,00
Costos Financieros (18 % CD)				412,54
Total				1558,50
Total Costos Indirectos				2103,00
Total Costos Financieros				6875,70
Total				7288,24
				100,00

Análisis económico de la producción de tomate

	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Costo bruto	kg	10960	0,40	4384,00
Costo producción / hectárea				7288,24
Costo neto				-2904,24
Beneficio costo				0,60

	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Costo bruto	caja	352	5,00	1760,00
Costo producción / hectárea				7288,24
Costo neto				-5528,24
Beneficio costo				0,24

Análisis de diferencia de costos de venta de tomate por caja y kilo	
Costo por venta en kilo	4384,00
Costo por venta en caja	1760,00
Diferencia en dólares	2624,00
Diferencia en porcentaje	59,85

EXHO 26A. Costo de producción por hectárea del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del ecosistema soya.

Rubros	Unidad	Cantidad	V. unitario (dólares)	V. total (dólares)	Porcentaje
Costos directos					
Mano de Obra					
Preparación de terreno	Jornal	15	6,00	90,00	
Plantación de Almácigo	Jornal	25	6,00	150,00	
Plantación con micorrizas	Jornal	15	6,00	90,00	
Cuidado del Almácigo	Jornal	5	6,00	30,00	
Plantación de fitosanitarios	Jornal	40	6,00	240,00	
Cuidado del plante	Jornal	60	6,00	360,00	
Cuidado del cultivo	Jornal	140	6,00	840,00	
Instalación de mangueras para riego	Jornal	16	6,00	96,00	
Cuidado del cultivo	Jornal	6	6,00	36,00	
Plantación de semillas	Jornal	45	6,00	270,00	
Cuidado del cultivo	Jornal	195	6,00	1170,00	
Plantación de semillas	Jornal	70	6,00	420,00	
Cuidado del cultivo	Jornal	35	6,00	210,00	
Total				4002,00	35,86
Insumos					
Abono	Kg	0	10000,00	1020,00	
Abono	Tm	2	180,00	306,00	
Extracto de tabaco	Lt	1,5	60,00	90,00	
Extracto de Neem	Lt	1	60,00	60,00	
Extracto de Albaca	Lt	3	60,00	180,00	
Extracto de cola de caballo	Lt	1,5	120,00	180,00	
Extracto de manzanilla	Lt	1,5	120,00	180,00	
Extracto de ajo y cebolla	Lt	1,5	60,00	90,00	
Extracto de ajo	Lt	2	50,00	100,00	
Micorrizas	Kg	2300	0,20	460,00	
Humus	Gl	13	1,48	19,24	
Abono	Gl	1	6,00	6,00	
Total				2691,24	24,11
Materiales					
Abono		300	0,50	150,00	
Abono		3640	0,20	728,00	
Abono	Metro	11000	0,05	550,00	
Abono	Kg	114000	0,001	114,00	
Total				1542,00	13,82
Costos directos				8235,24	73,79

Costos Indirectos				Porcentaje
Amortamiento equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	%	Valor total (dólares)	
Aspersión palanca	80,00	5	4,00	
Aspersión motor	420,00	5	10,50	
Costo de riego	8000,00	2	80,00	
Total			94,50	0,85
Depreciación equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	Vida Util (años)	Ciclos/año	
Aspersión palanca	80,00	5	2,00	8,00
Aspersión motor	420,00	5	2,00	42,00
Costo de riego	8000,00	10	2,00	400,00
Total			450,00	4,03
	Unidad	Cantidad	V. unitario	
Mano de obra	Cajas	2910	0,20	582,00
Asesoría técnica	visitas	8	100,00	800,00
Administrativos	%C/D	3		247,06
Arrendamiento de la tierra	Hectárea	1	120,00	120,00
Costos Financieros (18 % CD)				631,73
Total				2380,79
Total Costos Indirectos				2925,29
Total Costos Financieros				10528,80
Totales				11160,53
				100,00

Análisis económico de la producción de tomate

Ítem	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Recepción bruta	kg	61110	0,40	24444,00
Costo producción / hectárea				11160,53
Recepción neto				13283,47
Beneficio costo				2,19

Ítem	Unidad	Venta	V. Unitario	R. financiero
Recepción bruta	caja	2910	5,00	14550,00
Costo producción / hectárea				11160,53
Recepción neto				3389,47
Beneficio costo				1,30

Diferencia de costos de venta de tomate por caja y kilo	
Recepción por venta en kilo	24444,00
Recepción por venta en caja	14550,00
Diferencia en dólares	9894,00
Diferencia en porcentaje	40,48

EXHO 27A. Costo de producción por hectárea de maíz con micorrizas procedentes del ecosistema maíz.

Rubros	Unidad	Cantidad	Valor unitario	V. total (dólares)	Porcentaje
Costos directos					
Mano de Obra					
Preparación de terreno	hora	120	0,75	90,00	
Siembra de Almacigo	hora	120	1,25	150,00	
Siembra con micorrizas	hora	120	0,75	90,00	
Cuidado del Almacigo	hora	120	0,25	30,00	
Siembra de fitosanitarios	hora	40	6,00	240,00	
Siembra de plántulas	hora	40	9,00	360,00	
Cuidado del cultivo	hora	400	2,10	840,00	
Instalación de mangueras para riego	hora	120	0,80	96,00	
Siembra de semillas	hora	120	0,30	36,00	
Siembra de abonos	hora	120	2,25	270,00	
Siembra de abonos	hora	120	9,80	1176,00	
Siembra de abonos	hora	120	3,50	420,00	
Siembra de abonos	hora	120	1,80	216,00	
Total				4008,00	35,88
Insumos					
Urea	kg	1000	3,20	3200,00	
Amo	kg	1000	3,06	306,00	
Extracto de tabaco	l	100	0,90	90,00	
Extracto de Neem	l	100	0,60	60,00	
Extracto de Albaca	l	100	1,80	180,00	
Extracto de cola de caballo	l	100	1,80	180,00	
Extracto de manzanilla	l	100	1,80	180,00	
Extracto de ajo y cebolla	l	100	0,90	90,00	
Humo	l	100	1,00	100,00	
Humos	kg	1000	0,45	450,00	
Humo	kg	1000	0,19	19,24	
Humo	kg	100	0,06	6,00	
Total				2691,24	24,09
Materiales					
Plásticos	kg	1000	0,15	150,00	
Plásticos	kg	1000	0,73	728,00	
Humo	kg	1000	0,55	550,00	
Humo	kg	1000	0,11	114,00	
Total				1542,00	13,80
Total costos directos				8241,24	73,77

Costos Indirectos				Porcentaje	
Descripción equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	%		Valor total (dólares)	
Aspersión palanca	80,00	5		4,00	
Aspersión motor	420,00	5		10,50	
Sistema de riego	8000,00	2		80,00	
Total				94,50	0,85
Descripción equipos, herramientas, estructura	Valor del bien	Vida útil (años)	Ciclos/año		
Aspersión palanca	80,00	5	2,00	8,00	
Aspersión motor	420,00	5	2,00	42,00	
Sistema de riego	8000,00	10	2,00	400,00	
Total				450,00	4,03
	Unidad	Cantidad	V. unitario		
Transporte	Cajas	2928	0,20	585,52	
Asesoría técnica	visitas	8	100,00	800,00	
Gastos administrativos	%C/D	3		247,24	
Arrendamiento de la tierra	Hectárea	1	120,00	120,00	
Costos Financieros (18 % CD)				632,31	
Total				2385,07	21,35
Costos Indirectos				2929,57	
Totales - Costos Financieros				10538,50	
Totales				11170,81	100,00

Análisis económico de la producción de tomate

Descripción	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Costo bruto	kg	61480	0,40	24592,00
Costo producción / hectárea				11170,81
Costo neto				13421,19
Beneficio costo				2,20

Descripción	Unidad	Venta	V. Unitario	R. financiero
Costo bruto	caja	2928	5,00	14638,10
Costo producción / hectárea				11170,81
Costo neto				3467,28
Beneficio costo				1,31

Análisis de diferencia de costos de venta de tomate por caja y kilo	
Costo por venta en kilo	24592,00
Costo por venta en caja	14638,10
Diferencia en dólares	9953,90
Diferencia en porcentaje	40,48

ANEXO 28A. Costo de producción por hectárea del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del ecosistema soja mas fertilizante mineral NPK.

Rubros	Unidad	Cantidad	V.unitario (dólares)	V. total (dólares)	Porcentaje
Costos directos					
Mano de Obra					
Preparación de terreno	Jornal	15	6,00	90,00	
Elaboración de Almácigo	Jornal	25	6,00	150,00	
Cuidado del Almácigo	Jornal	5	6,00	30,00	
Aplicación de Abono	Jornal	30	6,00	180,00	
Aplicación de fitosanitarios	Jornal	40	6,00	240,00	
Trasplante	Jornal	60	6,00	360,00	
Cosecho	Jornal	140	6,00	840,00	
Medida de mangueras para riego	Jornal	16	6,00	96,00	
Tratamientos	Jornal	6	6,00	36,00	
Deshierbas	Jornal	45	6,00	270,00	
Cosecha	Jornal	197	6,00	1182,00	
Abalambamiento	Jornal	70	6,00	420,00	
Manipuleo	Jornal	34	6,00	204,00	
Subtotal				4098,00	34,86
Insumos					
Siembra	Kg	0	10000,00	1020,00	
Troncos	Tm	2	180,00	306,00	
Urea	Kg	413	0,28	113,96	
Superfosfato de Amonio	Kg	136	0,26	34,97	
Superfosfato de Potasio	Kg	452	0,30	135,49	
Superfosfato triple	Kg	321	0,22	70,53	
Sulfato de potasio	Kg	358,8	0,25	89,70	
Extracto de tabaco	Lt	1,5	60,00	90,00	
Extracto de Neem	Lt	1	60,00	60,00	
Extracto de Albaca	Lt	3	60,00	180,00	
Extracto de cola de caballo	Lt	1,5	120,00	180,00	
Extracto de manzanilla	Lt	1,5	120,00	180,00	
Extracto de ajo y cebolla	Lt	1,5	60,00	90,00	
Abrom	Lt	2	50,00	100,00	
Micorrizas	Kg	2300	0,20	460,00	
Gasolina	Gl	13	1,48	19,24	
Agente	Gl	1	6,00	6,00	
Subtotal				3135,88	26,67
Materiales					
Plasticas		300	0,50	150,00	
Plasticas		3640	0,20	728,00	
Cable	Metro	11000	0,05	550,00	
Alambre	Kg	114000	0,001	114,00	
Subtotal				1542,00	13,12
Total costos directos				8775,88	74,64

Costos Indirectos				Porcentaje
Mantenimiento equipos, herramientas, infraestructura	Valor del bien	%	Valor total (dólares)	
Aspersión palanca	80,00	5	4,00	
Aspersión motor	420,00	5	10,50	
Grupo de riego	8000,00	2	80,00	
Total			94,50	0.80
Depreciación equipos, herramientas, infraestructura	Valor del bien	Vida útil (años)	Ciclos/año	
Aspersión palanca	80,00	5	2,00	8,00
Aspersión motor	420,00	5	2,00	42,00
Grupo de riego	8000,00	10	2,00	400,00
Total			450,00	3.83
Transporte	Unidad	Cantidad	V. unitario	
Asistencia técnica	Cajas	2939	0,20	587,71
Administrativos	visitas	8	100,00	800,00
Costos de la tierra	%C/D	3		263,28
Costos Financieros (18 % CD)	Hectárea	1	120,00	120,00
Total				665,48
Total			2436,47	20,72
Total Costos Indirectos			2980,97	
Costos Totales - Costos Financieros			11091,37	
Costos Totales			11756,86	100,00

Análisis económico de la producción de tomate

Detalle	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Ingreso bruto	kg	61710	0,40	24684,00
Costo producción / hectárea				11756,86
Ingreso neto				12927,14
Relación beneficio costo				2,10

Detalle	Unidad	Venta	V. Unitario	R. financiero
Ingreso bruto	caja	2939	5,00	14692,86
Costo producción / hectárea				11756,86
Ingreso neto				2936,00
Relación beneficio costo				1,25

Análisis de diferencia de costos de venta de tomate por caja y kilo	
Costos por venta en kilo	24684,00
Costos por venta en caja	14692,86
Diferencia en dólares	9991,14
Diferencia en porcentaje	40,48

NEXO 29A. Costo de producción por hectárea del cultivo de tomate tratado con micorrizas procedentes del ecosistema maíz mas fertilizante mineral NPK.

Rubros	Unidad	Cantidad	V.unitario (dólares)	V. total (dólares)	Porcentaje
Costos directos					
Mano de Obra					
Preparación de terreno	Jornal	15	6,00	90,00	
Elaboración de Almácigo	Jornal	25	6,00	150,00	
Traslado del Almácigo	Jornal	5	6,00	30,00	
Aplicación de Abono	Jornal	30	6,00	180,00	
Aplicación de fitosanitarios	Jornal	40	6,00	240,00	
Trasplante	Jornal	60	6,00	360,00	
Riego	Jornal	140	6,00	840,00	
Compra de mangueras para riego	Jornal	16	6,00	96,00	
Tratamiento de plagas	Jornal	6	6,00	36,00	
Deshierbas	Jornal	45	6,00	270,00	
Cosecha	Jornal	200	6,00	1200,00	
Abalanzamiento	Jornal	70	6,00	420,00	
Manipuleo	Jornal	35	6,00	210,00	
Subtotal				4122,00	34,29
Insumos					
Semilla	Kg	0,10	10000,00	1020,00	
Humus	Tm	1,70	180,00	306,00	
Urea	Kg	412,89	0,28	113,96	
Carato de Amonio	Kg	135,53	0,26	34,97	
Carato de Potasio	Kg	451,64	0,30	135,49	
Super fosfato triple	Kg	320,58	0,22	70,53	
Cloruro de potasio	Kg	358,80	0,25	89,70	
Extracto de tabaco	Lt	1,50	60,00	90,00	
Extracto de Noem	Lt	1,00	60,00	60,00	
Extracto de Albaca	Lt	3,00	60,00	180,00	
Extracto de cola de caballo	Lt	1,50	120,00	180,00	
Extracto de manzanilla	Lt	1,50	120,00	180,00	
Extracto de ajo y cebolla	Lt	1,50	60,00	90,00	
Subrom	Lt	2,00	50,00	100,00	
Micorrizas	Kg	2300	0,20	460,00	
Resolina	Gl	13,00	1,48	19,24	
Acetate	Gl	1,00	6,00	6,00	
Subtotal				3135,88	26,09
Materiales					
Plasticos		300	0,50	150,00	
Placas		3640	0,27	982,80	
Carbón	Kg	106	1,20	127,20	
Cola	Kg	124	4,00	496,00	
Subtotal				1756,00	14,61
Total costos directos				9013,88	74,98

Costos Indirectos				Porcentaje
Mantenimiento equipos, herramientas, infraestructura	Valor del bien	%	Valor total (dólares)	
Mancha aspersión palanca	80,00	5	4,00	
Mancha aspersión motor	420,00	5	10,50	
Grupo de riego	8000,00	2	80,00	
Total			94,50	0,79
Depreciación equipos, herramientas, infraestructura	Valor del bien	Vida útil (años)	Ciclos/año	
Mancha aspersión palanca	80,00	5	2,00	8,00
Mancha aspersión motor	420,00	5	2,00	42,00
Grupo de riego	8000,00	10	2,00	400,00
Total			450,00	3,74
	Unidad	Cantidad	V. unitario	
Transporte	Cajas	2959	0,20	591,71
Asistencia técnica	visitas	8	100,00	800,00
Administrativos	%C/D	3		270,42
Costo de la tierra	Hectárea	1	120,00	120,00
Costos Financieros (18 % CD)				680,43
Total				2462,56
Total Costos Indirectos				3007,06
Costos Totales - Costos Financieros				11340,51
Costos Totales				12020,95

Análisis económico de la producción de tomate

Detalle	Unidad	Venta	V. unitario	R. financiero
Ingreso bruto	kg	62130	0,40	24852,00
Costo producción / hectárea				12020,95
Ingreso neto				12831,05
Relación beneficio costo				2,07

Detalle	Unidad	Venta	V. Unitario	R. financiero
Ingreso bruto	caja	2959	5,00	14792,86
Costo producción / hectárea				12020,95
Ingreso neto				2771,91
Relación beneficio costo				1,23

Análisis de diferencia de costos de venta de tomate por caja y kilo	
Costos por venta en kilo	24852,00
Costos por venta en caja	14792,86
Diferencia en dólares	10059,14