

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA - LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS**  
**DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA TROPICAL**



**Estudio preliminar del efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), sobre el desarrollo fenológico en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y densidades poblacionales de nematodos de suelo en el Campos Agropecuario de la UNAN-León, durante el ciclo agrícola 2008.**

**Previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical.**

**Elaborado por:**

**Br. Neyda E. Salmerón Canales.**

**Br. William R. Medina Caballero.**

**Tutor:**

**Msc. Wilber Salazar A.**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE .....	i
ÍNDICE DE CUADROS .....	iii
ÍNDICE DE GRAFICOS .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi.
RESUMEN .....	vii
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. HIPOTESIS .....	3
IV. MARCO TEORICO .....	4
<b>4.1. Generalidades del cultivo de sandía.....</b>	<b>4</b>
4.1.1. Origen.....	4
4.1.2. Taxonomía .....	4
<b>4.2. Descripción botánica .....</b>	<b>4</b>
<b>4.3. Condiciones edafoclimáticas .....</b>	<b>5</b>
<b>4.4. Manejo agronómico .....</b>	<b>5</b>
4.4.1. Formación de camas .....	5
4.4.2. Siembra .....	5
4.4.3. Siembra de trasplante .....	6
4.4.4. Riego .....	6
4.4.5. Fertilización .....	6
4.4.6. Polinización .....	6
4.4.7. Control de malezas .....	7
4.4.8. Cosecha .....	7
<b>4.5. Enfermedades más comunes en cucúrbitas .....</b>	<b>8</b>
4.5.1. Mildiu lanoso .....	8
4.5.2. Mildiu polvoso .....	8
4.5.3. Marchitamiento por hongos .....	8
4.5.4. Antracnosis .....	8
4.5.5. Alternaria .....	8
<b>4.6. Nematodos .....</b>	<b>9</b>
4.6.1. Características externas .....	9
4.6.2. Sintomatología .....	10
4.6.3. Nematodos fitopatógenos .....	10
4.6.4. Nematodos de vida libre .....	11
<b>4.7. Micorrizas .....</b>	<b>11</b>
4.7.1. Clasificación de las micorrizas .....	12
4.7.2. Efectos de las micorrizas sobre las enfermedades de suelo .....	14
4.7.3. Beneficios de las micorrizas para las plantas .....	15
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>

<b>5.1. Ubicación del estudio</b>	<b>17</b>
<b>5.2. Diseño experimental</b>	<b>17</b>
<b>5.3. Tratamientos a evaluar</b>	<b>17</b>
<b>5.4. Descripción del producto utilizado (Mycoral®)</b>	<b>18</b>
<b>5.5. Etapa de bandejas</b>	<b>18</b>
5.5.1. <i>Desinfección de bandejas</i>	18
5.5.2. <i>Inoculación y siembra de bandeja</i>	18
<b>5.6. Etapa de campo</b>	<b>19</b>
5.6.1. <i>Aplicación de micorrizas al momento del trasplante y quince días después del trasplante</i>	19
5.6.2. <i>Variables a evaluar</i>	19
<b>5.7. Manejo agronómico</b>	<b>20</b>
<b>5.8. Análisis estadístico</b>	<b>21</b>
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>22</b>
<b>6.1 Efecto de MVA, sobre el desarrollo fenológico del cultivo de sandía</b>	<b>22</b>
6.1.1. <i>Efecto de MVA, sobre la longitud de la guía principal de sandía</i>	22
6.1.2. <i>Efecto de MVA, sobre el peso fresco de las plantas de sandía</i>	24
6.1.3. <i>Efecto de MVA, sobre la longitud de raíz de las plantas de sandía</i>	26
6.1.4. <i>Efecto de MVA, sobre el peso de la raíz en plantas de sandía</i>	28
<b>6.2. Efecto de MVA, sobre las poblaciones de nematodos fitopatógenos y vida libre en sandía</b>	<b>30</b>
<b>VII. CONCLUSIONES</b>	<b>32</b>
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b>	<b>33</b>
<b>IX. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>34</b>
<b>X. ANEXOS</b>	<b>36</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diferentes dosis y momentos de aplicación de MVA en el cultivo de sandía durante la etapa de bandeja, trasplante y 15 DDT .....	17
Cuadro 2. Prueba de Duncan para longitud de la guía principal de sandía ...	23
Cuadro 3. Prueba de Duncan para peso fresco en gramos en plantas de sandía .....	24
Cuadro 4. Prueba de Duncan para longitud de raíces de sandía .....	26
Cuadro 5. Prueba de Duncan para peso de raíz en gramos de plantas de sandía .....	28

## ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Número de Nematodos fitopatógenos y de vida libre asociados al cultivo de sandía bajo los efectos de diferentes dosis y tres momentos de aplicación de MVA .....	30
---	----

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos de todo corazón primeramente a Dios nuestro Padre Celestial por habernos dado la fuente de sabiduría, salud y fortaleza para llevar a cabo este trabajo investigativo, ya que sin su ayuda no hubiera sido posible culminar y lograr los objetivos planteados.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional, confianza y dedicación, ya que sin su apoyo no hubiésemos logrado culminar nuestra carrera y a todos y cada una de las personas que nos ayudaron.

A nuestro tutor MSc. Wilber Salazar Antón que gentilmente nos brindo tiempo, dedicación y paciencia necesaria durante el proceso de investigación.

## DEDICATORIA

Br. Neyda Eduviges Salmerón Canales

Este trabajo investigativo se lo dedico a Dios nuestro padre celestial, a mis padres Luz Marina Canales y Cesáreo Salmerón que han luchado junto a mí para lograr esta meta.

Y a mi hijo Darwin José Vargas Salmerón quien ha sido mi inspiración para culminar este trabajo investigativo.

Br. William R. Medina Caballero

Se lo dedico a mis hijas Michelle Alexandra Medina Mora y Yovania Vanessa Medina Mora quienes han sido la fuerza principal de mi lucha contra las adversidades y la felicidad de mí existir.

## RESUMEN

La sandía es uno de los rubros agrícolas de mayor importancia en nuestro país. Una de las limitantes para su producción es el ataque de plagas y enfermedades que reducen los rendimientos e incrementan los costos de producción. Este estudio, pretende evaluar la dosis y el momento óptimo de aplicación de micorrizas versículo arbusculares (MVA), para inducir el desarrollo fenológico de la sandía y reducir las poblacionales de nematodos. Con este fin se evaluaron 4 dosis y tres momentos de aplicación de MVA, T1: Al momento de la siembra (5 g); T2: Al momento del trasplante (25 g); T3: al momento de la siembra y trasplante (30 g); T4: al momento de la siembra + trasplante + 15 días después del trasplante (DDT), (55 g); T5: testigo absoluto y T6: testigo químico. Se midieron las siguientes variables fenológicas: longitud de planta y raíces, peso fresco de la planta y de raíces. Adicionalmente se cuantificó nematodos fitopatógenos de suelo. Los resultados indican que las plantas exhibieron un mejor desarrollo fenológico cuando fueron inoculadas con MVA al momento de la siembra, trasplante y 15 DDT. Adicionalmente, la densidad poblacional de nematodos fitopatógenos asociados al cultivo de sandía fue reducida cuando se aplicó MVA. En conclusión, la aplicación de MVA en sandía incrementa significativamente el peso y longitud de plantas así como también el peso y longitud de raíces, disminuyendo así mismo las densidades poblacionales de nematodos fitopatógenos. Se recomienda utilizar MVA a la siembra, trasplante y 15 DDT (55 g), como alternativa para mejorar el desarrollo fenológico de las plantas y disminuir las densidades poblacionales de nematodos fitopatógenos.



## I. INTRODUCCION

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), es originaria de las regiones semi desérticas de África tropical difundiéndose en Asia, India y finalmente América (Morales, 1999). Este cultivo representa uno de los rubros de mayor importancia dentro de las hortalizas pertenecientes a la familia cucurbitáceas entre las que destaca el melón, pepino, ayote y pipián, por lo que el mercado nacional e internacional demanda productos sanos con bajo contenido de residuos químicos.

El cultivo de sandía durante su desarrollo es atacado por un sinnúmero de plagas y enfermedades, muchas de ellas causadas por organismos patógenos de suelo como es el caso de nematodos, los que reducen la producción del cultivo generando pérdidas al productor (Montes, 1998). Los nematodos fitopatógenos han sido históricamente controlados por productos químicos. Una alternativa a este tipo de manejo es el uso de micorrizas, las que han demostrado ser capaces de ayudar a las plantas en su desarrollo e incrementan su resistencia a enfermedades. Las Micorrizas Vesículo Arbusculares entran en simbiosis con las raíces de las plantas formando un micelio fúngico que se adhiere a la planta. Las micorrizas, funcionan como un sistema de absorción que se extiende por el suelo y proporciona agua y nutrientes a las plantas protegiendo las raíces contra algunas enfermedades. El hongo por su parte recibe de la planta azúcares provenientes de la fotosíntesis (Rivas - Platero, 1999).

Se desarrollo este estudio con el fin de determinar la dosis y momento óptimo de aplicación de las Micorrizas Vesículo Arbuscular perteneciente al género *Glomus spp* en el cultivo de sandía y su efecto sobre el desarrollo fenológico y densidad poblacional de nematodos.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo general.

- Evaluar el efecto de aplicación de Micorriza Vesículo Arbusculares (MVA), sobre el desarrollo fenológico y densidades poblacionales de nematodos en el cultivo de sandía.

### Objetivos Específicos.

- Determinar el efecto de diferentes dosis y tres momentos de aplicación de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), sobre el desarrollo fenológico en el cultivo sandía.
- Evaluar el efecto de diferentes dosis y tres momentos de aplicación de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), sobre las densidades poblacionales de nematodos en el cultivo de sandía.

### III. HIPOTESIS

**Ho:** Al aumentar la dosis y el número de aplicaciones de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), la densidad poblacional de nematodos y el desarrollo fenológico del cultivo de sandía no se ve alterado.

**Ha:** Al aumentar la dosis y el número de aplicaciones de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), disminuyen las densidades poblacionales de nematodos e incrementan el desarrollo fenológico del cultivo de sandía.

## IV. MARCO TEORICO

### 4.1. Generalidades del cultivo de sandía.

#### 4.1.1. Origen.

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*), pertenece a la familia de las cucurbitáceas, originaria de las regiones desérticas de África tropical donde se difundió a Asia, India y finalmente a América (Morales, 1999).

#### 4.1.2. Taxonomía.

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Cucurbitales*

Familia: *Cucurbitácea*

Género: *Citrullus*

Especie: *lanatus*

### 4.2. Descripción botánica.

Es una planta herbácea monoica, guiadora anual con un número de 3 á 7 lóbulos. Las flores son de color amarillo, por su comportamiento floral se considera que es una planta netamente andromonoica. Las flores masculinas y perfectas nacen solitarias y su polinización es mediante insectos y abejas. El fruto es globoso y sin cavidad interna y conteniendo numerosas semillas, la superficie del fruto es suave y sin vellosidades y su color puede ser de verde a verde claro con rayas verdes oscuras o sin rayas. En sandía es el tejido de la placenta el que constituye la parte comestible (Morales, 1999).

### **4.3. Condiciones edafoclimáticas.**

Es un cultivo de clima cálido y seco, no soporta temperaturas bajas. Requiere de una estación prolongada de altas temperaturas y baja humedad (Montes, 1998).

La planta de sandía prefiere suelos sueltos profundos y bien drenados, con suficiente materia orgánica. Suelos franco arenosos son los mejores para el cultivo, aunque es posible cultivar sandía en suelos arenosos.

Para el establecimiento del cultivo de sandía se debe de hacer una buena preparación del suelo, la cual debe de realizarse por lo menos 30 días antes de la siembra. El arado mata por acción física numerosos insectos o los expone al ataque de pájaros y otras condiciones ambientales adversas (Montes, 1998).

### **4.4. Manejo agronómico.**

#### **4.4.1. Formación de camas.**

Cuando se usa riego por goteo o por surcos o cuando existe amenazas de lluvias esporádicas es aconsejable poner el cultivo en camas altas, estas ayudan a un rápido drenaje, sin embargo tienden a secarse rápidamente, exigiendo mayor frecuencia de aplicación de riego, por lo que una buena producción de sandía dependerá del mantenimiento apropiado de la humedad del suelo a través de todo el ciclo de la planta (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

#### **4.4.2. Siembra.**

Cuando se trata de propagación de cultivares, de polinización libre generalmente se emplea la siembra directa. Con el fin de obtener éxitos en esta operación es necesario sembrar semilla de buena calidad. La cantidad de semilla a utilizarse dependerá de la densidad de siembra o población deseada, por ejemplo, cultivares

precoces de poco crecimiento necesitaran de menos espacio que cultivares tardíos (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

#### 4.4.3. Siembra de trasplante.

El uso de trasplantes sirve para reducir el costo inicial de la semilla, las ventajas del trasplante es que provee plantas uniformes y se logra cosecha temprana; como otras cucurbitáceas, las plantas de sandía se logran bajo protección colocando las semillas en bandejas plásticas que permiten extraer las plantas con pilón al momento del trasplante. Se considera que la planta ha alcanzado su tamaño de trasplante cuando posee su tercera hoja verdadera. Esto ocurre a los 18 á 22 días de sembrada (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

#### 4.4.4. Riego.

El calendario de las aplicaciones de riego sirven para determinar cuando regar y que cantidad de agua debe aplicarse con el fin de abastecer al suelo y así evitar que la planta sufra de estrés hídrico (Rubatzky y Yamaguchi, 1997).

#### 4.4.5. Fertilización.

La sandía crece bien en un amplio rango de pH entre 5.5 a 7, en bajos niveles la planta puede sufrir toxicidad por lo que el programa de fertilización debe de estar de acuerdo con el nivel de fertilidad del suelo y las exigencias del cultivo, un exceso de fertilización además de ser antieconómico puede afectar la calidad de los frutos (Morales, 1999).

#### 4.4.6. Polinización.

La sandía es una planta monoica es decir posee flores masculinas y femeninas separadas y se desarrollan en la misma planta, es una proporción de 7 flores

masculinas por cada flor femenina, pero solamente las flores femeninas mantienen a los frutos. La polinización la realizan los insectos especialmente las abejas que transportan el polen de la flor masculina a la flor femenina, es recomendable que cuando las flores masculinas comienzan a aparecer se coloquen de 2 á 3 colmenas de abejas por manzana para asegurar una buena polinización (Montes, 1998).

#### 4.4.7. Control de malezas.

El principio básico del control de malezas es crear condiciones del ambiente y del suelo favorable al cultivo y no a las malezas. Comprende todos aquellos métodos encaminados a reducir al mínimo la competencia que las malezas ejercen sobre el cultivo y las labores agrícolas, para el control de malezas es necesario conocer el ciclo de vida, hábitos de crecimiento, agresividad, adaptabilidad a diferentes condiciones del ambiente y del suelo y de la manera de propagación de las malezas (Morales, 1999).

#### 4.4.8. Cosecha.

La duración del periodo del cultivo de sandía a partir de la implementación varía según la variedad o estación del año. Para determinar el momento de la cosecha hay que considerar varios factores entre ellos: tamaño del fruto, que el zarcillo más cercano al fruto este seco, al golpear el fruto se escuche un sonido sordo, el brillo de la fruta es opaco. Una vez que la fruta ha alcanzado su madurez fisiológica lo cual en Nicaragua se da entre los 70 á 80 días de sembrada, puede permanecer en la planta de 2 á 3 semanas, posteriormente la calidad del fruto disminuye (Montes, 1998).

#### **4.5. Enfermedades más comunes en cucúrbitas.**

Según Castaño y Ríos (1994), las enfermedades más comunes que se presentan en cucúrbitas son:

4.5.1. Mildiu lanoso: (*Pseudoperonospora cubensis*), los síntomas aparecen sólo en hojas como manchas amarillentas de forma anulosa delimitadas por los nervios.

4.5.2. Mildiu polvoso: (*Sphaerotheca fuliginea*), los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y pecíolos e incluso frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan.

4.5.3. Marchitamiento por hongos: (*Fusarium oxysporum*), la enfermedad se conoce ya que los nervios de las hojas más viejas pierden color, luego toda la hoja se pone amarilla, se marchita y muere. Como manejo esta la rotación de cultivo y deshierbe.

4.5.4. Antracnosis: (*Colletotrichum orbiculare*), los síntomas aparecen primero en hojas de la corona como pequeñas manchas marrón-negro, por lo general después de viñas empiezan a "correr" más grandes de la hoja de manchas. Todos menos las hojas más jóvenes se infectan. Las lesiones pueden unirse, provocando que las hojas se mueran, y presencia de manchas hundidas en la corteza de los frutos, que son a menudos de color negro.

4.5.5. Alternaria: (*Alternaria cucumerina*), las lesiones son redondas a irregulares manchas en las hojas más viejas. Los síntomas son observados por primera vez en



la corona de la planta, como amplias manchas, anillos concéntricos se forman en la lesión. La enfermedad es favorecida por la lluvia continua.

#### **4.6. Nematodos**

Los nematodos son organismos multicelulares más numerosos que actualmente viven en la tierra. El cuerpo de los nematodos es más o menos transparente y esta cubierto por una cutícula incolora, que generalmente está marcada por estrías. La cutícula muda cuando los nematodos pasan a través de sus estados larvales. La actividad del cuerpo contiene un fluido a través del cual se lleva a cabo la circulación y respiración. El sistema digestivo consiste en un orificio que se extiende desde la boca a través del esófago, intestino, recto y ano (Díaz, 1994).

##### 4.6.1. Características externas.

A pesar de sus formas de vida muy diversas conservan una asombrosa uniformidad estructural. Son gusanos alargados filiformes de cuerpo delgado y sección circular, cilíndrica, a veces filiforme o fusiforme. Por lo general son transparentes, con superficies brillantes. Si bien en general son organismos con simetría bilateral, sus órganos se enrollan a veces se pierde uno de los miembros. Debido a la falta de músculos circulares y a la abundancia de músculos longitudinales, se mueven curvándose y retorciéndose hacia delante y atrás. Los movimientos ondulatorios de los nematodos de vida libre son eficaces para avanzar solo cuando se encuentran en partículas de sustratos o contra la tensión superficial de la película de agua lo cual permite nadar a muchas especies. Los nematodos de vida libre difieren de los nematodos fitopatógenos porque su movimiento es más rápido (Jesse, 1991).

#### 4.6.2 Sintomatología.

El ataque de nematodos a las plantas resulta en la expresión de síntomas tanto sobre las raíces como sobre las partes externas. Los síntomas en las raíces se pueden manifestar como agallas, lesiones, excesiva producción de raíces, daño al ápice, y pudrición radical cuando el ataque está asociado con bacterias y hongos fitopatógenos o saprofitos. Los síntomas radicales están generalmente acompañados por síntomas no característicos en las partes aéreas de las plantas, los cuales consisten principalmente de una reducción del crecimiento, síntomas de deficiencias nutritivas tales como amarillamiento del follaje, excesivo marchitamiento en tiempo caliente o seco, disminución del rendimiento, y mala calidad de los productos (Mesa, 1987).

#### 4.6.3. Nematodos fitopatógenos.

Todos los nematodos parásitos de las plantas están provistos de un estilete, que emplean para perforar el tejido de las raíces de las plantas.

Los nematodos fitoparásitos pueden ser ectoparásitos o endoparásitos, aéreos o subterráneo, constituyendo unos de los grupos de fitopatógenos más importantes de nuestra agricultura. Raramente cualquier cultivo se encuentra libre de nematodos fitoparásitos y su presencia generalmente pasa desapercibida debido a su tamaño microscópico y posición protegida en el suelo (Agrios, 1997).

El ciclo de vida de la mayoría de los nematodos parasíticos de plantas es en general muy similar, los huevos eclosionan produciendo larvas, cuya apariencia y estructura son generalmente similares a la de los adultos. Todos los nematodos pasan por 4 estados larvales, y la primera muda ocurre por lo general en el huevo. Cada estado larval termina en una muda. Después de la última muda los nematodos se diferencian en hembras y machos (Agrios, 1997).

#### 4.6.4. Nematodos de vida libre.

Los nematodos de vida libre se alimentan de bacterias, levaduras, hifas de hongos y de algas, pudiendo ser saprozoicos o coprozoicos, las especies depredadoras pueden comer rotíferos, tardígrados, pequeños anélidos y otros nematodos. Estos animales cuando están en el suelo pueden ser presa de ácaros, larvas de insectos y hasta de hongos que los capturan y cuando se localizan en el fondo de los cuerpos de agua, se vuelven el alimento de una gran cantidad de crustáceos, peces y anélidos.

El tamaño y la forma de los nematodos se deben a adaptaciones importantes para poder vivir, por ejemplo, en espacios intersticiales, necesitan de cuerpos delgados, alargados y en casi todas las especies, los extremos se aguzan gradualmente.

La mayor parte de los nematodos de vida libre miden menos de 2.5 mm de largo, la mayoría son de aproximadamente de 1 mm, encontrándose otros microscópicos (De Lara *et al*, 2003).

#### **4.7. Micorrizas.**

Según Páez (2006), la palabra micorrizas se formó a partir del termino griego *Mykos* (hongo) y del vocablo latín *Rhiza* (raíz). El botánico Abe Bernard Frank, en el año 1885, creó el termino Micorriza, para designar la asociación que se producía entre las hifas de algunos hongos del suelo, con los órganos subterráneos de la gran mayoría de las plantas superiores.

Muchos autores identifican a las micorrizas como *“la asociación simbiótica entre determinadas especies de hongos del suelo y las raicillas de diferentes especies de plantas”*,

es decir que se trata de la unión armónica e íntima, de ayuda mutua y fraternal, entre un hongo y la raicillas de una planta.

Esto implica el establecimiento de una gran dependencia entre hongo y raíz, de manera tal que el primero se entrega al sistema radical formando parte del mismo, dependiendo del desarrollo de la planta hospedera, la cual puede tener también un amplio nivel de dependencia del hongo, formando un sistema compacto y homogéneo. A esto se le llama organismo dual.

El hongo, coloniza la raicilla y llega a ser parte integrante de ella, desarrollando un filamento micelio (micelio o conducto extenso, compuesto por muchas hifas), que a modo de sistema radical y altamente efectivo, ayuda a la planta a adquirir diversidad de nutrientes y agua del suelo, también el hongo, al extenderse el área radical, facilita que la planta incremente su capacidad de sostenerse físicamente en dicho suelo, mejorando su resistencia y adaptabilidad.

A cambio el hongo recibe hidratos de carbono (azúcares, almidones, etc.), que necesita para su alimentación, proveniente de la fotosíntesis de la planta.

Así, gracias a la actuación de la micorriza, se ve favorecido el crecimiento y desarrollo tanto de la planta como del hongo.

#### 4.7.1 Clasificación de las micorrizas.

Las Endomicorrizas o Micorrizas Endotróficas: Una gran cantidad de hifas fúngicas, existentes en el terreno invaden las partes jóvenes de las raíces y penetran, a veces, hasta las células del parénquima subepidérmico. Esta acción no afecta a las células de los tejidos y se establece el intercambio a ese nivel celular.

El micelio de los hongos penetra en el tejido cortical de la raíz de la planta y provoca una infección progresiva de las células de la corteza. Un ejemplo de este proceso, se puede ver en Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA), que forman en las células de la corteza, extremos de micelios ramificados similares a un árbol (arbusculos), actuando en calidad de órganos nutritivos, mediante los cuales tiene lugar el metabolismo simbiótico entre hongo y planta. Además, se forman vesículas como órganos de reserva.

Los micelios fúngicos no solo penetran en la capa cortical de la raíz, sino que se alojan en el interior de sus células, y en parte son digeridas por la planta hospedante, que se benefician de sus albuminoides y nitrógeno orgánico.

Se forman Endomicorrizas en las plantas de las familias Ericáceas, Liliáceas y en las Orquidáceas. En estas últimas han sido mejor estudiadas que en las demás. Encontramos Endomicorrizas en muchas plantas herbáceas (inclusive muchas plantas de cultivo, también en plantas leñosas, tales como palmeras, café, té, cacao y cítricos).

Las Endomicorrizas no son tan específicas, por lo que una especie puede colonizar a muchas especies de plantas y se adaptan mejor a las condiciones del medio porque sus esporas crecen con facilidad y pueden sobrevivir sin contacto con las raíces. Esas son dos causas principales por las cuales abundan más en la naturaleza que el resto de las Micorrizas.

Se ha declarado que, a este grupo pertenecen la mayor cantidad de Micorrizas existentes en la naturaleza, y por lo tanto las que más especies vegetales colonizan.

Las Ectomicorrizas o Micorrizas Ectotróficas: Las hifas fúngicas permanecen, en la superficie epidérmica, alrededor de la cual forman una vellosidad que reemplaza a los pelos radicales. Rodean de una densa capa de micelios (Red de Harting), las partes más finas de la raíces, hasta envolverlas por completo, incluso en el ápice vegetativo de la misma, penetran intracelularmente en el parénquima de la corteza, sin infectar sus células. Los hongos que las forman son: Basidiomicetes y Ascomicetes principalmente.

Se forman Ectomicorrizas principalmente sobre especies forestales y leñosas: avellanos, abedules, coníferas, etc. Sus filamentos micélicos, aunque pueden insinuarse a través de los espacios intercelulares de la raíz, no penetran en sus células. Si las Ectomicorrizas no están en contacto con una raíz su crecimiento es limitado y pueden morir rápidamente.

Las Ectoendomicorrizas o Micorrizas Ectoendotróficas: Constituyen una estructura intermedia: pequeño grupo de plantas y micelios. Es un grupo menos numeroso, sus funciones son similares al grupo de Ectomicorrizas, aunque también desarrollan funciones similares a algunas Endomicorrizas.

Las Ectoendomicorrizas son frecuentísimas en las plantas leñosas; las coníferas, cupulíferas y betuláceas, que son los más importantes elementos de la vegetación forestal de las regiones templadas.

#### 4.7.2 Efectos de las micorrizas sobre las enfermedades de suelo.

Diversas hipótesis se han formulado sobre el posible modo de acción de las micorrizas sobre los patógenos; algunos de ellas establecen que las micorrizas modifican la rizósfera estimulando una microflora antagonista a los patógenos.

Diversas experiencias han mostrado que árboles y plantas micorrizadas son más tolerantes a los patógenos. Algunos hongos como *Fusarium* sp, *Phytophthora* sp, *Pythium* sp, *Rhizoctonia* sp, *Thielaviopsis* sp y *Vertillium* sp disminuyen acentuadamente su efecto negativo cuando están en presencia de micorrizas. Los nematodos tampoco escapan de esta situación; por ejemplo, endoparásitos como *Meloidogyne* sp ven suprimida su actividad cuando existen en las rizósfera MVA como *Glomus* sp o *Gigaspora* sp que hacen decrecer su tasa de reproducción.

#### 4.7.3 Beneficios de las micorrizas para las plantas.

Existen diversos beneficios de las Micorrizas, sin embargo se puede afirmar que el principal beneficio que aportan, está relacionado con la nutrición de las plantas. Este proceso de la nutrición por medio de las micorrizas está, extremadamente difundido entre los vegetales, tiene notable importancia porque permite la vida de las plantas en determinadas condiciones y facilita la toma de los alimentos por parte de las plantas superiores, competencia con la infinita y mucho más adaptable microflora del suelo. Otros beneficios de las micorrizas son:

- Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas, que facilita el aumento de la producción y mayor calidad biológica de estas.
- Una mayor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de estrés: sequía, desequilibrio en el pH, altos contenidos de sales, exceso de vientos entre otros. Esto se debe a que facilita una adecuada evapotranspiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico de las plantas.
- Al estar mejor nutridas las plantas, promueve en éstas una mayor resistencia frente a organismos patógenos, mejorando su salud sin aplicación de agro tóxicos. El

empleo de las micorrizas significa un ahorro de insumos y una mejor protección del medio ambiente.

- La inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca de manera general un marcado incremento en los procesos de traslocación de nutrientes como: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mo, Fe y Mn.
- Las micorrizas desempeñan un papel importante en la toma del P presente en los suelos principalmente en las zonas tropicales donde las cantidades de P asimilables a las plantas son frecuentemente bajas.
- Se logra una mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes fosfóricos aplicados en suelos deficientes y con elevada capacidad de fijación de fosfato, predominantes de las zonas tropicales.

Además del efecto directo sobre el crecimiento de las plantas, el favorecimiento en la absorción del K, aumenta el crecimiento de las raíces y la fijación biológica de N en plantas, el cual es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales.



## V. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. Ubicación del estudio.

El estudio se realizó durante los meses de enero - junio del 2008. La parcela experimental fue ubicada al sur del invernadero del Campos Agropecuario de la UNAN-León a 1.5 km carretera a la comarca la Ceiba. Esta área de producción se caracteriza por poseer las siguientes condiciones meteorológicas: Temperatura promedio de 27.5° C, humedad relativa promedio de 78 % y precipitaciones anuales promedio de 1,910.20 mm.

### 5.2. Diseño experimental.

Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar (B.C.A.) con cuatro repeticiones y seis tratamientos para un total de 24 unidades experimentales. El área experimental fue de 28 m de largo por 12 m de ancho para un área de 336 m<sup>2</sup>. En cada unidad experimental se sembraron 8 plantas en un área de 12 m<sup>2</sup>.

### 5.3. Tratamientos a evaluar.

Los tratamientos a evaluar en este estudio son: diferentes dosis y momentos de aplicación de Micorrizas Vesículo Arbusculares (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Diferentes dosis y Momentos de aplicación de MVA en el cultivo de sandía durante la etapa de bandeja, trasplante y 15 DDT.

Número	Tratamientos	Dosis de MYCORAL® gramos por planta		
		Bandejas	Trasplante	15 DDT
T1	Al momento de la siembra	5	-	-
T2	Al momento del trasplante	-	25	-
T3	Siembra + trasplante	5	25	-
T4	Siembra + trasplante + 15 DDT *	5	25	25
T5	Testigo	-	-	-
T6	Testigo químico	Previcur 0.13 ml	NPK	20-20-20

\* DDT: Días después del trasplante.

#### **5.4. Descripción del producto utilizado (MYCORAL®).**

El MYCORAL® es elaborado en la Escuela Agrícola Panamericana. Ubicada en el Valle de río Yeguaré, Departamento Francisco Morazán, Honduras, en base a MVA, la cual incrementa la absorción de nutrientes del suelo favoreciendo al crecimiento de las plantas. La dosis de aplicación recomendada para hortalizas en semillero o invernadero es de 4-6 g por celda; para hortalizas, en siembra directa se recomienda 100 g por metro lineal y al momento del trasplante a campo de 20-30 g por pilón (Zamorano, 2007). Este producto está compuesto por un sustrato órgano-mineral, enriquecido con especies benéficas de micorrizas altamente eficaces entre las que se destacan hongos pertenecientes al género *Glomus* spp. Este producto se presenta en forma de esporas, hifas y raicillas el cual posee más de 8 esporas por gramo de suelo.

#### **5.5. Etapa de bandejas.**

##### 5.5.1. Desinfección de bandejas.

Se lavó cada una de las bandejas con agua para eliminación de residuos de tierra, raicillas y basura que pudieran contener las bandejas. Posteriormente, se mezcló en un recipiente agua con hipoclorito de sodio hasta lograr una solución de cloro al 5%. En este recipiente se sumergieron las bandejas para siembra por un minuto con el propósito de desinfectarlas.

##### 5.5.2. Inoculación y siembra de bandejas.

Se utilizó bandejas con capacidad de 72 celdas las cuales fueron llenadas con un sustrato artesanal formulado por cascarilla de arroz carbonizada + lombrihumus en una proporción de 60:40. Estas bandejas fueron llenadas de sustrato y luego de medir el volumen necesario para llenar una bandeja se mezcló con 360 g de

micorrizas que corresponde a una dosis de 5 g por celda. Este sustrato inoculado con micorrizas fue utilizado en los tratamientos 1, 3 y 4 únicamente. Las bandejas utilizadas para los tratamientos 2, 5 fueron llenadas con el sustrato cascarilla de arroz carbonizada + lombrihumus sin la inoculación de micorrizas y el tratamiento 6, llenado con el sustrato artesanal + producto Previcur (0.13 ml por celda).

## **5.6. Etapa de campo.**

### 5.6.1. Aplicación de micorrizas al momento del trasplante y quince días después del trasplante.

Al momento del trasplante se aplicó 25 g de MYCORAL<sup>®</sup> al fondo del hoyo donde se colocaron las plántulas de los tratamientos 2, 3 y 4 (Ver Cuadro 1). Quince días después del trasplante se realizó una segunda aplicación de 25 g de MYCORAL<sup>®</sup>, la cual se depositó en la rizósfera de cada planta del tratamiento correspondiente. Esta aplicación se realizó abriendo un hoyo en un ángulo de 45° a la par de cada planta y colocando la micorriza en el área de influencia de las raíces.

### 5.6.2. Variables a evaluar.

Para evaluar estas variables se tomaron el 30 % (2 plantas), de cada unidad experimental que consistían en 8 plantas, para un total de 48 plantas muestreadas.

- Longitud de la guía principal de la planta: Se midió con una cinta métrica al momento de la madurez fisiológica de las plantas la longitud de la guía principal, seleccionadas previamente, por cada tratamiento del cultivo de estudio.
  
- Peso fresco de la planta: Al momento de la madurez fisiológica se determinó con una balanza analítica el peso fresco de las plantas, utilizando las mismas plantas que previamente habían sido seleccionadas al azar.

- Longitud de las raíces: De igual manera se midió con una cinta métrica la longitud de las raíces de las plantas seleccionadas al momento de su madurez fisiológica.
- Peso de raíces: Se determinó con una balanza analítica al momento de la madurez fisiológica el peso de las raíces de cada planta seleccionada.
- Cuantificación de nematodos: Se clasificó los nematodos encontrados en: nematodos fitopatógenos y nematodos de vida libre. La cuantificación de nematodos se realizó utilizando un Plato de Petri, en el que se colocó 10 ml de la solución conteniendo nematodos, contándose el número de nematodos presentes en 100 g de suelo extraído de la rizósfera en cada tratamiento. El proceso de extracción de nematodos se realizó, utilizando el método de Embudo de Baerman de acuerdo a la metodología descrita por Cepeda (1995). Esto se realizó en el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Agroecología UNAN-León.

### **5.7. Manejo agronómico.**

El manejo agronómico fue similar al que realizan los productores tradicionales. La preparación del suelo se realizó manualmente removiendo la tierra y levantando camellones de siembra. El manejo de malezas se realizó también manualmente haciéndose limpias a los 15, 30, 45 y 55 días después del trasplante.

El riego se realizó por medio de goteo con el propósito de disminuir el gasto de agua y dirigir la humedad únicamente a la planta. El manejo de plagas y enfermedades fue realizado utilizando aplicación de repelente nim, ajo, chile y jabón, 4 litros de solución en 12 litros de agua (una aplicación) a los 16 días después del trasplante. Aplicación de jabón, 1 taco por una bombada para mosca

blanca (una aplicación) a los 18 días después del trasplante. Aplicación de insecticida **Organim** 0.4 SC ,75 ml en 10 litros de agua aplicado en una bomba de motor (una aplicación) a los 28 días después del trasplante. Aplicación de **Oberon** 24 SC, 37 ml de producto comercial en 5 litros de agua, aplicando en una bomba de motor (una aplicación) a los 32 días después del trasplante. Las enfermedades foliares se manejaron aplicando **Ridomil** 95 ml por bombada, **Rhodium** 60 ml por bombada (dos aplicaciones por dos semanas) a los 45 y a los 52 días después del trasplante.

### **5.8. Análisis estadístico.**

Por medio del paquete estadístico SPSS manager, versión 11.0.0.263, se realizó un Análisis de Varianza para determinar si había diferencias significativas, en los casos en que había diferencias se realizó una separación de medias según Duncan, con un nivel de confianza del 95 %.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. Efecto de MVA, sobre el desarrollo fenológico del cultivo de sandía.

#### 6.1.1. Efecto de MVA, sobre la longitud de la guía principal de sandía.

Los resultados obtenidos de la separación de medias según Duncan indican que los tratamientos evaluados pueden ser agrupados en cuatro categorías (Ver cuadro 2).

La primera categoría está compuesta únicamente por el tratamiento 5 con promedio de 190.75 cm. Siendo el tratamiento 5 el que presentó los promedios más bajos de longitud en todo el estudio.

La categoría dos está compuesta por los tratamientos 1 y 2 presentando promedios de 268.33 y 292.40 cm respectivamente. Estos tratamientos presentaron promedios similares entre sí, pero significativamente diferentes con el resto de los tratamientos.

La categoría tres está compuesta por el tratamiento 3 el cual corresponde a aplicación de MVA en la siembra y el trasplante (30 g). Este tratamiento presentó un promedio de 350.00 cm de longitud. La cuarta categoría está compuesta por los tratamientos 4 y 6 los que presentaron promedios de 424.00 y 434.00 cm respectivamente. Estos tratamientos fueron similares entre sí en cuanto a la longitud de la guía principal, pero presentaron diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Cuadro 2. Prueba de Duncan para longitud de la guía principal de sandía.

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
5	4	190,75 cm			
1	4		268,33 cm		
2	4		292,40 cm		
3	4			350,00 cm	
4	4				424,00 cm
6	4				434,00 cm
Sig.		1,000	,135	1,000	,522

Los resultados presentes en el Cuadro 2 indican que el tratamiento químico y tratamiento de inoculación de MVA en siembra + trasplante + 15 DDT (55 g), tuvieron la mayor influencia sobre la longitud de la guía principal.

La micorriza es sumamente importante para el crecimiento de las plantas, se obtienen efectos visibles muy positivos después de una inoculación suplementaria con micorriza. Así se puede observar:

- Una mejor asimilación de los nutrientes en las plantas (aumento de la producción, aumento de la calidad, entre otras cosas).
- Una mejor tolerancia de las plantas frente a muchos factores de stress, por ej.: sequía, valores desfavorables de pH, alto contenido de sales, exceso de viento, etc.
- Mayor resistencia de las plantas frente a organismos patógenos (mejora de la salud de las plantas sin aplicación de bióxidos, entre otras muchas cosas) (Bio Tritón S.A, 2003).

6.1.2. Efecto de MVA, sobre el peso fresco de las plantas de sandía.

Los resultados obtenidos de la separación de medias según Duncan indican que los tratamientos evaluados pueden ser agrupados en cuatro categorías (Ver cuadro3).

La categoría uno está compuesta por los tratamientos 5 y 1 con promedios de peso fresco de 907.00 y 1076.50 g respectivamente, estos tratamientos son similares entre sí, pero significativamente diferentes al resto de los tratamientos. El tratamiento 5 que corresponde al testigo absoluto presentó numéricamente el promedio de peso fresco de plantas más bajo en el estudio con 907.00 g. En la segunda categoría se ubicaron los tratamientos 1, 2 y 3 con promedios de peso fresco que oscilaron entre 1076.50 y 1224.00 g. Estos tratamientos fueron similares entre sí, pero con diferencia significativas con el resto de los tratamientos.

Cuadro 3. Prueba de Duncan para peso fresco en gramos en plantas de sandía.

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
5	4	907g			
1	4	1076,50g	1076,50g		
2	4		1167,50g	1167,50g	
3	4		1224g	1224g	
6	4			1360g	
4	4				1757,25g
Sig.		,108	,178	,084	1,000

La tercera categoría fueron ubicados los tratamientos 2, 3 y 6 con promedios que oscilaron entre 1167.50y 1360.00 g. Estos tratamientos fueron similares entre sí, pero presentaron diferencia significativa con el resto de los tratamientos. Finalmente, en la cuarta categoría se ubico únicamente el tratamiento 4 el cual



superó al resto de tratamientos estudiados en cuanto a peso de plantas se refiere, obteniendo un peso fresco promedio de 1757.25 g.

El Cuadro 3, presenta el peso fresco que obtuvieron las plantas de sandía en los diferentes tratamientos evaluados. El tratamiento que presentó mayor peso fresco es el inoculado por MVA al momento de la siembra+trasplante+15 DDT (55 g) (T4), el cual fue significativamente mayor al resto de los otros tratamientos estudiados. El tratamiento que presentó menor peso fresco durante el estudio fue el tratamiento testigo absoluto (T5).

La interacción planta/micorrizas aumenta la tolerancia a diversos factores de estrés biótico y abiótico y entre los mecanismos involucrados se mencionan la mayor capacidad de las plantas micorrizadas para incorporar nutrientes minerales y agua, junto con un estímulo en el metabolismo fotosintético (Auge, 2001).

### 6.1.3. Efecto de MVA, sobre la longitud de raíz de las plantas de sandía.

Basados en los resultados obtenidos de la separación de medias según Duncan se puede agrupar los tratamientos en dos categorías estadísticas (Ver cuadro 4).

La categoría uno está compuesta por los tratamientos 5, 2, 1, 3 y 4 con promedios de longitud que oscilan entre 10.75 y 11.75 cm. Estos tratamientos fueron similares entre sí, pero significativamente diferente al tratamiento químico (T6). La segunda categoría fue constituida por el tratamiento 6, el que presentó promedio de 13.50 cm.

Cuadro 4. Prueba de Duncan para longitud de raíces de sandía.

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5	4	10.75 cm	
2	4	11.40 cm	
1	4	11.50 cm	
3	4	11.58 cm	
4	4	11.75 cm	
6	4		13.50 cm
Sig.		.276	1.000

En el Cuadro 4 se puede observar los datos referidos a la longitud de raíces de plantas de sandía. El análisis indica que en el tratamiento 6 que corresponde al tratamiento químico presentó la mayor longitud de raíces entre las plantas de sandía, superando significativamente al resto de tratamientos inoculados con micorrizas.

Los tratamientos micorrizados no fueron diferentes al tratamiento testigo, sino que sus promedios fueron similares entre sí. Sin embargo, el Cuadro 4 muestra una

tendencia en la que se puede apreciar un incremento sostenido en la longitud de raíces en la medida que la cantidad de micorriza aplicada aumenta.

Esto podría explicarse debido a la reconocida habilidad de las plantas micorrizadas de incrementar su absorción y exploración de los suelo en presencia de MVA. Esta característica de las plantas micorrizadas incrementa su crecimiento y rendimiento (Bolan, 1991).

6.1.4. Efecto de MVA, sobre el peso de la raíz en plantas de sandía.

El análisis de varianza con intervalo de confianza del 95% realizado al peso de la raíz de las plántulas indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el nivel de significancia resultó ser menor, que el error experimental (0.05) con valor de  $P= 0.000$  para el peso de la raíz de las plantas. Por lo cual se realizó una separación de medias según Duncan para especificar que tratamientos presentaban diferencias entre sí (Ver cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de Duncan para peso de raíz en gramos de plantas de sandía.

tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
5	4	63,25 g	
1	4	84,75 g	
2	4	84,77 g	
3	4	92.00 g	
6	4		198 g
4	4		205 g
Sig.		0,109	0,660

Los resultados obtenidos de la separación de medias según Duncan indican que los tratamientos evaluados pueden ser agrupados en dos categorías estadísticamente similares entre sí.

La primera categoría está compuesta por los tratamientos 5, 1, 2 y 3, Estos tratamientos son similares entre sí, pero con diferencias estadísticas con el resto de tratamientos, con promedios que oscilan entre 63.25 y 92.00 g, siendo el tratamiento 5 el que presentó el más bajo promedio en peso de raíces con 63.25 g.

En la segunda categoría fueron ubicados los tratamientos 6 y 4 estos tuvieron un peso de raíces similares entre sí, pero con diferencia estadística con el resto de los tratamientos. Estos tratamientos presentaron promedios de peso de raíces que oscilaron entre 198 y 205 g. El tratamiento que presentó el más alto promedio en peso de raíces fue el tratamiento 4 con 205 g.

En el Cuadro 5 se puede observar el peso de las raíces de las plantas de sandía en los diferentes tratamientos, se puede apreciar que el tratamiento que presentó mayor peso de raíz es el tratamiento 4 que corresponde a aplicación de MVA a la siembra+trasplante+15 DDT (55 g). Este tratamiento presentó promedios de peso significativamente mayores al resto de los tratamientos inoculados con MVA y al testigo absoluto. En relación al tratamiento químico los promedios obtenidos no difieren significativamente con el tratamiento 4.

Según estudios realizados en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, México (2004), las plantas micorrizadas tienen un mejor desarrollo fisiológico debido a que la micorriza actúa como una extensión del sistema radicular. Esta característica permite a la planta aumentar significativamente el alcance del sistema radicular logrando así obtener más nutrientes. Algunos nutrientes que son más fácilmente absorbidos como consecuencia de la presencia de micorrizas en el suelo son el P, K, N, Cu, Zn, B y otros.

Adicionalmente se ha comprobado que las micorrizas incrementan la toma de agua por las plantas. Podemos decir que la inoculación temprana de las plantas con micorriza produce un estímulo en el crecimiento, el enraizamiento y aumento del volumen radical (Pearson 1994).

## 6.2. Efecto de MVA, sobre las poblaciones de nematodos fitopatógenos y vida libre en sandía.

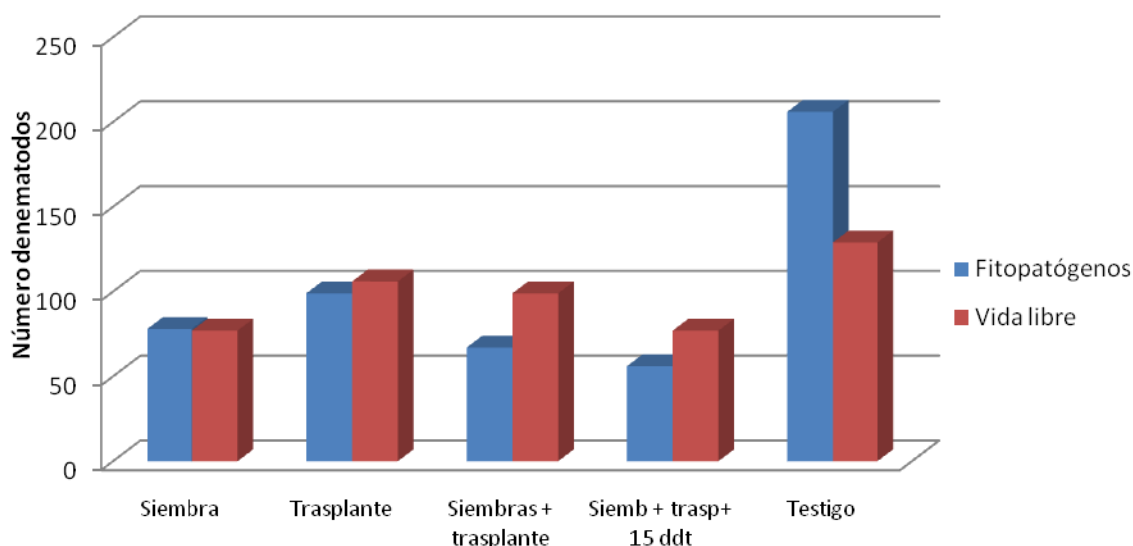


Gráfico 1. Número de Nematodos fitopatógenos y de vida libre asociados al cultivo de sandía bajo los efectos de diferentes dosis y tres momentos de aplicación de MVA.

En el Gráfico 1 se observa la influencia de la inoculación MVA en la rizósfera de las plantas de sandía sobre la densidad poblacional de nematodos.

Los resultados indican que las poblaciones de nematodos en los tratamientos micorrizados fueron inferiores al tratamiento testigo sin aplicación. Las densidades poblacionales de nematodos presentes en los tratamientos con MVA, oscilaron entre 56 y 99 para nematodos fitopatógenos y 77 y 106 para nematodos vida libre. Estos promedios fueron inferiores a los niveles poblacionales presentados por el testigo sin aplicación el cual presentó promedios de 206 y 129 nematodos fitopatógenos y vida libre respectivamente. En relación a los nematodos de vida libre se puede apreciar en la gráfica que los tratamientos que fueron inoculados con MVA, presentaron poblaciones de nematodos de vida libre superiores a las

poblaciones de fitopatógenos, excepto en el tratamiento 1 donde las poblaciones fueron prácticamente iguales. Al compararse este resultado con el testigo sin aplicación se puede apreciar que las poblaciones de nematodos fitopatógenos superan a los nematodos vida libre.

Es posible que la reducción en las poblaciones de nematodos en los tratamientos con MVA se deba a cambios en la fenología y fisiología de las plantas micorrizadas, tales como: mayor lignificación de las paredes celulares que dificulta la penetración del patógeno y el mejoramiento en la nutrición de la planta hospedera, especialmente por la absorción de fósforo y potasio que tornan a la planta menos susceptible al ataque de patógenos. Se ha registrado que la micorrizas arbusculares reducen la incidencia y el daño ocasionado por nemátodos a consecuencia de una compensación y aumento en el sistema radicular (Sánchez, 1999).

## VII. CONCLUSIONES

- La inoculación con Micorriza Vesículo Arbusculares (MVA) al momento de la siembra, trasplante y 15 DDT (55 g), incrementa significativamente la longitud de la guía principal, el peso fresco de la planta y longitud y peso de raíces de las plantas de sandía.
- La aplicación de MVA al momento de la siembra, trasplante y 15 DDT (55 g), disminuye significativamente las densidades poblacionales de los nematodos fitopatógenos en el cultivo de la sandía.



## VIII. RECOMENDACIONES

- Utilizar Micorrizas Vesiculo Arbusculares (MVA), como alternativa para mejorar el desarrollo fenológico y la nutrición de plantas de sandía en condiciones campo definitivo.
- Utilizar MVA, como una alternativa de manejo para disminuir densidades poblacionales de nematodos fitopatógenos en el cultivo de sandía.
- Realizar estudios donde se mida el efecto de MVA, sobre el número y calidad de los frutos para determinar beneficios/costos.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Agrios, G. 1997. Plant Pathology. Academic Press, New York. 4<sup>ed</sup> 565-598 p.
- Auge, R. 2001. Water relations, drought and VA mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11:3-42.
- Bio Tritón S.A., 2003. Micorrizas, Efectos que produce la micorriza, Consultado 16 de marzo de 2009, [www.biotri-ton.cl/index.php?pagina=micorrizas](http://www.biotri-ton.cl/index.php?pagina=micorrizas).
- Bolan, N. S. 1991. A critical review of a role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant Soil. 134: 189-207 Pp.
- Castaño, J. y Ríos, L. 1994. Guía para el Diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica, 146-148 Pp.
- Cepeda S. Melchor, 1995. Practicas de Nematología Agrícola, Primera edición, México D.F, 29-40 Pp.
- De Lara *et al* 2003. La importancia de los nematodos de vida libre. Departamento el hombre y su ambiente, División de CBS UAM- Xochimilco. 5p.
- Díaz, R. 1994. Nematodos fitoparásitos y su control, Patología Vegetal tomo II, Mundi prensa España, 1039-165 Pp.
- Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (ITAO), 2005. La Simbiosis micorrízica apoyo para la producción agrícola. Consultado Lunes 13 de octubre de 2008, [www.biogeomatica.com/Paginas/micorriza](http://www.biogeomatica.com/Paginas/micorriza).
- Jesse, R. 1991. Nematodos de los vegetales: Su ecología y control. México. Limusa. 6 ed. 275 p.

- Mesa, J. 1987. Control de Nematodos parásitos de plantas. México, Limusa, 219 p.
- Montes, A. 1998. Cultivos hortícolas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano Honduras, 162 p.
- Morales, C. 1999. Produzca frutas, cultive sandías. Managua. Graphic print, 56p.
- Páez, O. 2006. Las Micorrizas: Alternativa Ecológica para una Agricultura Sostenible. 46-48 Pp.
- Pearson, G. 1994. Ecología Aplicada. ISSN 1726-2216 *versión impresa*.
- Rivas-Platero, G. 1999. Hojas técnicas de micorrizas Turrialba C, R (serie técnica N° 20).
- Rubatsky, V. y Yamaguchi. 1997. World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values. Department of Vegetable Crops University of California, Davis. 603 - 605 Pp.
- Rumano, S. y I. Sánchez. 2000. Enciclopedia práctica de la Agricultura y Ganadería. MCMXCIX Océano grupo editorial S.A. España. 1 ed. 633-635 Pp.
- Sánchez, M. 1999. Efecto sobre fitopatógenos. Endomicorrizas en agro ecosistemas colombianos. Departamento Ciencias Básicas Universidad de Colombia, Palmira Colombia. 84-85 Pp.
- Zamorano, 2007. Programa de Biotecnología Aplicada-Mycoral. Carrera de Ciencias en Producción Agropecuaria Z.

## X. ANEXOS

### Anexo 1.

**Cuadro 6. ANDEVA para longitud de la guía principal de las plantas de sandía.**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	2751840,828(a)	9	305760,092	673,365	,000
Trat	176321,828	5	35264,366	77,661	,000
Bloques	273,445	3	91,148	,201	,894
Error	6811,172	15	454,078		
Total	2758652,000	24			

### Anexo 2.

**Cuadro 7. ANDEVA para peso fresco en gramos de las plantas de sandía.**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	39151646.042(a)	9	4350182,894	221,327	,000
Trat	1698504,208	5	339700,842	17,283	,000
Bloques	30601,792	3	10200,597	,519	,676
Error	294824,958	15	19654,997		
Total	39446471.000	24			

**Anexo 3.**

**Cuadro 8. ANDEVA de longitud de raíces de las plantas de sandía.**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3329.387(a)	9	369.932	288.065	.000
Trat	17.112	5	3.422	2.665	.065
Bloques	1.125	3	.375	.292	.831
Error	19.263	15	1.284		
Total	3348.650	24			

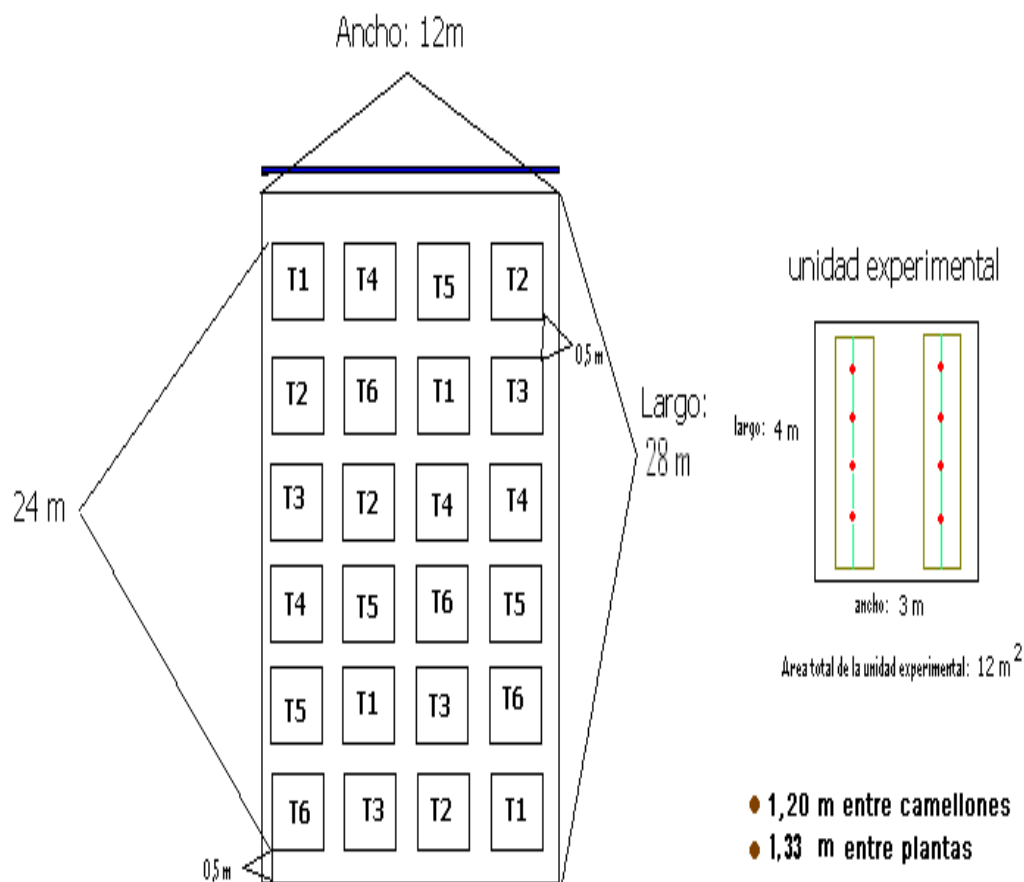
**Anexo 4.**

**Cuadro 9. ANDEVA para peso de raíz en gramos de las plantas de sandía.**

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Modelo	433123,875(a)	9	48124,875	98,844	,000
Trat	79154,708	5	15830,942	32,515	,000
Bloques	889,125	3	296,375	,609	,620
Error	7303,125	15	486,875		
Total	440427,000	24			

# MARCO DE SIEMBRA

Área total: 336 m<sup>2</sup>



- T1: Aplicación de MVA al momento de la siembra
- T2: Aplicación de MVA al momento del trasplante
- T3: Aplicación de MVA al momento siembra más trasplante
- T4: Aplicación de MVA al momento siembra más trasplante más 15 ddt
- T5: testigo absoluto
- T6: testigo químico

### Anexo 6. Cronograma de actividades

Actividades	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Elaboración de sustrato.		■										
Siembra en bandeja.		■										
Preparación de suelo.		■										
Trasplante.			■									
Riego.			■	■	■							
Aplicación de repelentes, insecticidas y fungicidas.			■	■	■							
Fertilización.			■	■	■							
Aplicación de micorrizas.		■	■	■								
Toma de la guía principal.						■						
Toma del peso fresco.						■						
Toma de la longitud de raíces.						■						
Toma del peso de raíces.						■						
Toma de 100 g de suelo, nematodos.						■						
Revisión bibliográfica.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	