

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS
INGENIERÍA EN AGROECOLOGÍA TROPICAL**



EFFECTOS DE LA APLICACIÓN COMBINADA Y SEPARADA DE MICORRIZA VESICULO ARBUSCULARES (MVA) Y BACTERIAS FIJADORAS DE NITRÓGENO (AZOTOBACTER) SOBRE LA FENOLOGÍA, PRODUCTIVIDAD Y SUSCEPTIBILIDAD A PATÓGENOS EN EL CULTIVO DE CHILTOMA (*Capsicum annum L*) VARIEDAD AGRONÓMICA.

PRESENTADO POR:

- ✦ Br. Consuelo Carolina López Centeno.**
- ✦ Br. Yorleni Yadelia Espinoza Alaniz.**
- ✦ Br. Álvaro José Caballero Hernández.**

Previo a optar al título de Ingeniero en Agro ecología Tropical.

Tutor: MSc. Wilber Salazar.

Asesor: Ing. Jorge Luís Rostran Molina.

León, Noviembre del 2005.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN.....	iii
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1 Generalidades.....	4
3.1.1 Origen.....	4
3.1.2 Propagación.....	5
3.1.3 Propagación en Nicaragua.....	5
3.1.4 Importancia económica.....	5
3.1.5 Importancia alimenticia.....	6
3.1.6 Variedades cultivadas.....	6
3.1.7 Descripción botánica.....	7
3.1.8 Fisiología de la planta.....	8
3.1.9 Comportamiento fisiológico del cultivo.....	9
3.1.10 Labores agronómicas del cultivo.....	10
3.1.11 Preparación del terreno para el cultivo.....	11
3.1.12 Manejo agronómico.....	13

3.2 Sanidad.....	14
3.2.1 Principales plagas.....	14
3.2.2 Principales enfermedades.....	15
3.2.3 Control de malezas.....	17
3.3 Factores edafoclimáticos que inciden en el desarrollo del cultivo.....	18
3.3.1 Clima.....	19
3.4 Cosecha.....	21
3.4.1 Poscosecha.....	21
3.4.2 Procesamiento industrial.....	21
3.5 Requerimientos nutritivos de la planta.....	22
3.6 Micorrizas.....	23
3.6.1 Clasificación.....	24
3.6.2 Morfología y desarrollo de la simbiosis de MVA.....	25
3.7 Factores ecológicos relacionados con las micorrizas.....	27
3.8 Efectos de las micorrizas sobre la nutrición mineral de las plantas.....	28
3.9 Micorrizas en suelos volcánicos.....	29
3.10 Perspectivas agronómicas de las micorrizas.....	31
3.11 Atributos de las micorrizas.....	32
4 Azotobacter.....	33
IV. DISEÑO METODOLOGICO.....	36
4.1.1 Etapa I.....	36

4.1.2 Etapa II.....	37
4.1.3 Etapa III.....	38
4.2 Análisis de datos.....	40
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
5.1 Etapa de semillero.....	41
5.1.1 Tabla de porcentaje de germinación, incidencia del mal de talluelo y mortalidad en semillero para los diferentes tratamientos.....	42
VI. CONCLUSIONES.....	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	53

IX. ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica No1. Promedio de diámetro de tallo por tratamiento.....	43
Gráfica No2. Promedio de número de flores por tratamiento.....	45
Gráfica No3. Promedio de altura por tratamiento.....	46
Gráfica No 4. Correlación de producción vs porcentaje de colonización de micorriza.....	47
Grafica No 5. Correlación producción vs número de raíces.....	49
Grafica No 6. Correlación producción vs peso fresco de follaje.....	50

X. ANEXOS

Anexo 1. Comparación múltiple de diámetro de tallo de plantas de chiltomo.....	56
Anexo 2. Comparaciones múltiples de altura de plantas de chiltomo.....	57
Anexo 3. Comparaciones múltiples entre el número de frutos cosechados en plantas de chiltomo.....	58
Anexo 4. Porcentaje de colonización de Micorrizas por tratamientos.....	59
Anexo 5. Producción total por tratamientos.....	59
Anexo 6. Mapa de la parcela del estudio.....	60

RESUMEN

Existen numerosas tecnologías que se enfocan en la utilización de microorganismos, entre las cuales podemos mencionar: uso de abonos orgánicos, controladores biológicos en plantas, mejoramiento del ciclo biológico en nutrientes y en la actualidad la aplicación de biofertilizantes, como Micorriza y Azotobacter. La presente investigación pretende evaluar el efecto de Micorriza Vesículo Arbusculares y Azotobacter sobre la fenología, productividad y susceptibilidad a patógenos en el cultivo de *Capsicum annum* (Chiltoma). Este trabajo se realizó en el Campus Agropecuario UNAN-León. Se dio en tres etapas: Etapa de semillero, etapa de trasplante y la etapa de laboratorio. El diseño que se utilizó fue: Diseño de bloques completamente al azar (BCA), los tratamientos que se evaluaron fueron: NPK, Testigo, Micorriza, Azotobacter, Combinado (Micorriza + Azotobacter). Entre los resultados de producción obtenidos tenemos NPK (556) frutos, Micorriza (354) frutos, combinado (332), Azotobacter (312) y testigo (280) frutos. En relación con la fenología NPK obtuvo los mayores promedios en diámetro y número de flores, superando a combinado que estaba en segundo lugar; sin embargo Micorriza superó al resto de tratamientos en altura. Las plantas inoculadas con Micorriza y Azotobacter presentaron poca presencia de enfermedades con respecto a NPK considerablemente la. En conclusión podemos decir que el uso de Micorriza, Azotobacter y su combinación son eficaces y se pueden utilizar como una alternativa de manejo de enfermedades, además son organismos amigables para el medio ambiente.

AGRADECIMIENTO

A nuestro tutor MSc. Wilber Salazar por su valiosa dedicación, paciencia y disponibilidad en ayudarnos a realizar nuestro trabajo.

Al Ing. Jorge Luís Rostrán por dar nos su valioso tiempo y apoyo para la realización de nuestro trabajo.

Al MSc. Octavio Guevara por haber facilitado materiales que hicieron posible la realización de nuestro trabajo.

Al conjunto de maestros que con gran voluntad y dedicación nos han guiado en nuestros estudios y trabajo de tesis.

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor por darme el don de la vida, la fortaleza y sabiduría para concluir mis estudios.

A mis padres: Florentina Alaniz Espinoza y Margarito Espinoza Centeno por ser mi ejemplo de superación en la vida, darme apoyo en todos los momentos difíciles y brindarme confianza para salir adelante cada día.

A mis hermanos, tías, abuelos que con esmero y dedicación me dieron un gran apoyo para realizar este trabajo.

A mis maestros por darnos dedicación y consejos que nos fortalecieron para terminar mis estudios y este trabajo.

A mis compañeros de tesis y amistades que con su apoyo y confianza me motivaron a seguir adelante.

Br. Yorleni Yadelia Espinoza Alaniz

DEDICATORIA

LE DEDICO A:

Dios, por darme el camino de la vida y guiarme en el sendero de la educación y finalización de mis estudios.

MIS PADRES, que con esfuerzos he logrado culminar una etapa mas de mi vida y su amor me ha llenado de fortaleza para poder romper todas las barreras.

MIS MAESTROS, que me enseñaron a tomar decisiones cada vez mas importantes, a su paciencia para poder comprender el propósito de mi carrera y su atención para poder seguir adelante y triunfar en mi vida.

MIS AMISTADES, que fueron el soporte de mis angustias y me supieron apoyar, sin esperar nada a cambio.

Br. Álvaro Caballero

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a Dios principalmente, a mis padres y hermanos por darme todo su apoyo, a mis abuelitos que de igual manera me dieron fortaleza para alcanzar este sueño.

Dedico mi tesis a una persona muy especial que con su amor y sugerencias me encamino en momentos muy difíciles, mi novio Carlos Marcelo Barahona Hernández.

Al Ing. Jorge Luís Rostran, que no solo nos entrego su empeño incondicional como asesor, sino como un amigo y supo darnos concejos muy valiosos para ser posible este trabajo.

Agradezco la dedicación y empeño que siempre nos mostró una persona muy digna de su profesión, a mi honorable tutor, el MSc. Wilber Salazar.

Por último le agradezco a mis compañeros de tesis que supieron trabajar en grupo para que nuestro mayor sueño de coronar la carrera se hiciera realidad.

Br. Consuelo Carolina López Centeno.

RESUMEN

Existen numerosas tecnologías que se enfocan en la utilización de microorganismos, entre las cuales podemos mencionar: uso de abonos orgánicos, controladores biológicos en plantas, mejoramiento del ciclo biológico en nutrientes y en la actualidad la aplicación de biofertilizantes, como Micorriza y Azotobacter. La presente investigación pretende evaluar el efecto de Micorriza Vesículo Arbusculares y Azotobacter sobre la fenología, productividad y susceptibilidad a patógenos en el cultivo de *Capsicum annum* (Chiltoma). Este trabajo se realizó en el Campus Agropecuario UNAN-León. Se dio en tres etapas: Etapa de semillero, etapa de trasplante y la etapa de laboratorio. El diseño que se utilizó fue: Diseño de bloques completamente al azar (BCA), los tratamientos que se evaluaron fueron: NPK, Testigo, Micorriza, Azotobacter, Combinado (Micorriza + Azotobacter). Entre los resultados de producción obtenidos tenemos NPK (556) frutos, Micorriza (354) frutos, combinado (332), Azotobacter (312) y testigo (280) frutos. En relación con la fenología NPK obtuvo los mayores promedios en diámetro y número de flores, superando a combinado que estaba en segundo lugar; sin embargo Micorriza superó al resto de tratamientos en altura. Las plantas inoculadas con Micorriza y Azotobacter presentaron poca presencia de enfermedades con respecto a NPK considerablemente la. En conclusión podemos decir que el uso de Micorriza, Azotobacter y su combinación son eficaces y se pueden utilizar como una alternativa de manejo de enfermedades, además son organismos amigables para el medio ambiente.

I. INTRODUCCIÓN

Existen numerosas tecnologías enfocadas en la utilización de microorganismos las cuales se destacan en los diferentes campos de la sociedad entre ellos están: medicina, biología, agricultura, ganadería. Durante los últimos veinte años se han logrado nuevos avances biológicos basándose en la sustentabilidad del medio ambiente, transformando los sistemas de producción y mejorando las ganancias a corto plazo, mediante la implementación de nuevas prácticas a bajos costos. Entre estas prácticas podemos mencionar: Uso de abonos orgánicos, controladores biológicos de insectos plagas y enfermedades, mejoramiento del ciclo biológico de los nutrientes y en la actualidad la aplicación de biofertilizantes en los cultivos.

Los biofertilizantes son inoculantes orgánicos que están compuestos por microorganismos, los cuales son conocidos por su habilidad para realizar actividades que modifican la disponibilidad de nutrientes y minerales del suelo. Algunos de estos son microorganismos solubilizadores de fosfato, fijadores de nitrógeno, promotores de crecimiento (rizobacterias y hongos micorrícicos), que pueden ser aplicados al suelo y a la materia orgánica como inoculantes para incrementar la diversidad microbiana, así como también mejorar el crecimiento, rendimiento y calidad de las cosecha (Mayea, 1998)

Dentro de las hortalizas, el chiltomo es uno de los cultivos que más demanda nutrientes y condiciones ambientales favorables, requiriendo para su desarrollo, gran cantidad de luz, calor, y sobre todo minerales. En el caso de su nutrición es posible utilizar fertilizantes químicos como una de las alternativas para suplir las necesidades de nutrientes de este cultivo (Montes 1998). Sin embargo, en la actualidad, la preocupación por proteger el medio ambiente ha incentivado el uso de biofertilizantes como Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA) y Azotobacter, estos han demostrado ventajas para el desarrollo de la planta, ya que las raíces de los cultivos pueden absorber mejor los nutrientes necesarios para su crecimiento. Otra ventaja del uso de biofertilizante es que promueve la biodiversidad de organismos en el suelo. (Martínez, 1986).

En relación a la nutrición de la planta, la importancia de usar MVA consiste en que promueve las asociaciones simbióticas entre el hongo y las raíces de plantas superiores, durante las cuales ambos organismos se benefician. (Boria, 1983).

Entre las bacterias aeróbicas de vida libre mas conocidas se encuentran las del género Azotobacter que estimula el metabolismo del carbono, la multiplicación y fijación de nitrógeno.

II .OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de Micorriza Vesículo-Arbusculares y Azotobacter sobre el desarrollo fenológico, productividad y susceptibilidad a patógenos en el cultivo de Chiltomo (*Capsicum annum* L.)

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ◆ Conocer la influencia de Micorriza Vesiculos Arbusculares y Azotobacter sobre el desarrollo fenológico y productivo del cultivo de chiltomo.

- ◆ Evaluar la producción entre los tratamientos.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades del chiltomo.

El chiltomo pertenece a la familia solanaceae (Ver Tabla 1), que incluye otras plantas como tomate, tabaco y berenjena. Este se destaca por su color, sabor agradable y por su alto contenido de vitamina C. Los frutos se utilizan en muchas formas: como condimentos, en salsa, en guisados, encurtidos, rellenos y en otros platos. En América Central el *Capsicum annuum* en todas sus formas es todavía una parte importante de la canasta familiar aunque, en el ámbito comercial, predominan las formas menos picantes, es decir, el Chiltomo.

Tabla 1. Taxonomía del cultivo del Chiltomo

División	Macrophyllphyta.
Subdivisión	Magnoliophytina.
Clase	Paeonopsida.
Orden	Scrophulariales.
Familia	Solanácea.
Género	Capsicum.
Especie	<i>Capsicum frutescens</i> (Chile)
	<i>Capsicum annum</i> (Chiltomo)

3.1.1 Origen.

El chiltoma es una de las principales formas cultivadas del género *Capsicum annum*. Se cree que procede de las zonas tropicales de América y probablemente la parte sur de Brasil y se cree que fue domesticada en México. Este se conoce como pimiento (pimentun) en España, pimienta en Portugal y Brasil (Casseres, 1984).

3.1.2 Propagación:

Durante la época precolombina el cultivo de *Capsicum frutesces* (chiltomo) se difundió por la mayor parte del continente y durante el siglo XV y XVI, los colonizadores Españoles y Portugueses lo llevaron a Europa, África y Asia. Actualmente se cultiva en todo el mundo.(Casseres, 1984).

3.1.3 Desarrollo del cultivo en Nicaragua.

En Nicaragua el chiltomo puede ser cultivado en todos los departamentos del país por presentar las condiciones agroecológicas favorables para su desarrollo. Se cultiva principalmente en Managua, Masaya, Granada, León, Chinandega, Estelí, Jinotega y en Matagalpa que es la zona de mayor producción de esta hortaliza (Casseres, 1984).

3.1.4 Importancia económica:

Actualmente la producción de chiltomo en el mundo es de unos 5.5 millones de toneladas de fruto verde procedente de 0.7 millones de ha.

En el caso de nuestro país el chiltomo se produce para venderlo fresco localmente; la demanda en el mercado interno es limitada, siendo sembrada por pequeños y medianos productores. El tipo de comercialización en las zonas chiltomeras es la venta por saco grande, cuyo precio depende de la oferta y de la demanda de este producto. Los rendimientos dependen del nivel tecnológico aplicado por los productores, de los factores climáticos, de las plagas que afectan el cultivo y además del suministro de agua adecuado, obteniéndose altos rendimientos con lluvias de 600 a 1250mm, bien distribuidas durante la etapa vegetativa. Una lluvia intensa durante la etapa de floración ocasiona la caída de la flor y un mal desarrollo de frutos y durante la etapa de maduración la pudrición de frutos.

3.1.5 Importancia Alimenticia.

Este cultivo se destaca porque su principal valor nutritivo es el alto contenido de vitamina C. Los frutos rojos contienen alto contenido de vitamina A o caroteno ver Tabla 2. Su sabor agradable y estimulante ya sea en variedades dulces o picantes, hacen que esta hortaliza sea un ingrediente valioso y casi esencial en la preparación de alimentos en muchos países del mundo (Casseres, 1984).

Tabla 2. Composición química de 100 g de Chiltomo.

	Fruto verde	Fruto maduro
Humedad. (%)	89.5	91.3
Calorías (cal)	34.9	28.7
Grasa (g)	0.22	0.18
Carbohidratos (g)	8.45	6.45
Calcio (mg)	13.8	15.2
Fósforo (mg)	28.9	29.2
Hierro (mg)	0.92	1.15
Vitamina A (mg)	0.43	1.78
Vitamina B1 (mg)	0.06	0.06
Vitamina B2 (mg)	0.15	0.18
Vitamina C (mg)	167	2.20
Niacina (mg)	0.97	1.25

Fuente: Compendio de agronomía tropical (IICA, 1993)

3.1.6 Variedades cultivadas:

- California Wonder: Es originaria de Estados Unidos, ampliamente usadas en las zonas chiltomeras. Es una planta pequeña con ramificaciones débiles, frutos grandes, prismáticos, de superficie lisa, sabor agradable y con peso promedio de

100 gramos. Se utiliza mucho para condimentos y relleno, el ciclo de la planta es anual (Bolaños, 1998).

- Yolo Wonder: Procede de los Estados Unidos, es derivada de la California Wonder y es resistente al virus del mosaico del tabaco (MVY.)
- Criolla de tres cantos: Variedad originaria de nuestro país, ampliamente difundida presenta porte mediano, con alta ramificación, frutos pequeños cónicos y con tres aristas, superficie lisa y cáscaras gruesas.
- Truhart: Procede de los Estados Unidos, las plantas pueden alcanzar una altura de 60 a 70 cm con ramificaciones poco sinuosas, las hojas son grandes y de verde intenso. Esta variedad se utiliza en la industria y es cosechada cuando está madura.
- Agronómico: planta fuerte de tamaño medio, fruto cónico y alargado de 2-3 lóbulos. (OPS, OMS, 2000).

3.1.7 Partes de la planta de chiltomo:

- **Raíz:**

El sistema de raíces es muy ramificado y veloso. La raíz principal cuenta con un buen número de raíces secundarias en los primeros 50 cm en el suelo. Esta profundidad del sistema de raíces determina entre otras cosas, los grandes requerimientos de esta planta con respecto a las condiciones físicas del suelo, humedad y balance nutricional.

El pimiento tiene una raíz pivotante que se rompe en el momento del trasplante, desarrollando después un sistema de raíces laterales, muy ramificado. La profundidad de las raíces puede llegar hasta 1 m, pero bajo riego, las raíces se concentran principalmente en la capa superior de suelo de 0.3 m de profundidad (Montes, 1998).

Normalmente el 100 % de absorción de agua tiene lugar en la primera capa de suelo de 0.5 a 1 m de profundidad (D= 0.5 – 1 m). Tallo:

- El tallo:

Es cilíndrico y con ligera angulosidad, su parte inferior es leñosa. El tallo puede alcanzar una altura de 30 a 130 cm en dependencia de la variedad y las condiciones de cultivo que existen. Las ramificaciones son en general débil, lo cual implica que se debe ser cuidadoso durante la cosecha.

- Flores:

Se forman en los nudos de las ramificaciones del tallo. Se puede presentar de uno a cinco flores por nudo, estas son hermafroditas regularmente con seis pétalos blancos y estambres. El estigma se encuentra al nivel de antera, lo cual facilita la autofecundación.

- Fruto:

Se compone de pericarpio, endocarpio y las semillas. El tamaño, grosor y forma del fruto van a depender de las características hereditarias de la variedad y de las condiciones del cultivo, pueden ser alargadas, prismáticos, redondeados y pueden pesar hasta 0.5 gramos. El pimiento presenta un color verde en la mayor parte de su desarrollo y rojo cuando alcanza su madures fisiológica.

- Semilla:

Son planas y lisas de color amarillento. El poder germinativo de las semillas frescas, generalmente es de 95 a 98 %, y se mantiene durante 4 a 5 años si las condiciones de almacenamiento son favorables (Montes, 1998).

3.1.8 Fisiología de la plata:

El ciclo vegetativo del pimiento va a depender en gran medida de la variedad, de las condiciones agronómicas en que se llevó el cultivo a todo lo largo de su explotación y del aspecto climatológico.

Las fases de desarrollo del ciclo vegetativo las podemos agrupar de las siguientes formas:

- Germinación a inicio de la floración.
- Floración a fructificación.
- Fructificación a maduración fisiológica del fruto.
- Maduración a cosecha. (Montes, 1998).

3.1.9 Comportamiento fisiológico del cultivo:

El período de pre-emergencia varía entre 8 a 12 días. Durante el período entre la germinación y la emergencia de la semilla, emerge primero una pequeña raíz pivotante (la radícula) y poco después, un par de hojas alargadas (hojas cotiledonares.). Una vez emergida estas, el crecimiento de la parte aérea proceden muy lentamente (parece detenerse), mientras la planta invierte sus recursos en el desarrollo de la raíz pivotante. Después del cese aparente del crecimiento vegetativo, empieza a desarrollarse las primeras hojas verdaderas, que son alternas y menores que las de una planta adulta; la planta sigue desarrollando el sistema radical, alargando, profundizando la raíz pivotante y empezando a producir algunas raíces secundarias laterales (Montes, 1998).

A partir de la producción de la sexta y octava hoja, la tasa de crecimiento del sistema radical se reduce gradualmente, y la del follaje y la de los tallos se incrementa. El tamaño de las hojas es casi el máximo; el tallo principalmente se bifurca y a medida que la planta crece, ambas se subramifican. La tasa de crecimiento es máxima en este período, luego de lo cual disminuye gradualmente, a medida que la planta entra en floración, al iniciar esta se produce abundantemente flores en la mayoría de las ramas, el período de la floración se prolonga hasta que la carga de frutos cuajados 0corresponda a la capacidad de madurarlos que tenga la planta. Bajo condiciones optimas, la mayoría de las flores producen frutos.

Cuando los primeros frutos empiezan a madurar, se inicia una nueva fase de crecimiento vegetativo y la producción de flores. De esta manera el cultivo tiene ciclos de producción de frutos que se traslapan con los siguientes ciclos de floración y de crecimientos vegetativos; ese patrón da origen a frutos con distintos grados de madurez a la planta, lo que permite cosechas semanales o bisemanales durante un período que puede variar entre seis y quince semanas.

El mayor número de frutos y los mayores tamaños se producen durante el primer ciclo de fructificación, los ciclos posteriores tienden a producir progresivamente menos frutos o frutos de menor tamaño como resultado del deterioro de la planta (Montes, 1998).

3.1.10 Labores agronómicas del cultivo:

- **Suelo.**

El chiltomo se puede cultivar en diferentes tipos de suelo; sin embargo, es exigente a la buena estructura y fertilidad de esto.

Los mayores rendimientos del chiltomo se obtienen en suelos con características físicas adecuadas. Especialmente suelos con textura ligera, con una buena capacidad en la retención de agua y buen drenaje por lo que los suelos arenosos y areno-arcillosos son los más adecuados para este cultivo, los suelos pesados no son muy recomendables debido a la mala aireación que afecta su sistema radical que es muy débil y superficial.

El Ph óptimo es 5.5 a 7 y en casos de suelos ácidos se necesita un previo tratamiento con cal para obtener un buen rendimiento. El encharcamiento incluso por periodos cortos ocasiona la caída de las hojas. Las necesidades de fertilizantes son de 100 a 170 kg/ha de N, 25 a 50 kg/ha de P y 50 a 100 kg/ha de K. (Bolaños, 1998).

El cultivo es moderadamente sensible a la salinidad del suelo, excepto en la etapa de semillero que es más sensible.

- **Humedad del suelo:**

Las plantas del pimiento son resistentes a la humedad del suelo, debido a la morfología de su sistema radicular. Las necesidades de humedad de esta especie varían en dependencia de los factores edáficos y climáticos.

La humedad incluye en las características morfológicas y fisiológicas. Cuando la humedad es deficiente se afecta el crecimiento de la planta, número de flores y frutos, el rendimiento y la calidad del fruto disminuye. (Bolaños, 1998).

3.1.11 Preparación del terreno para el cultivo:

La preparación del suelo constituye todo un conjunto de actividades llevadas a cabo para conseguir una capa arable para desarrollo del cultivo. Los efectos de esa labor van a estar sujetos al tipo de implemento que disponen, los efectos y eficacia de ellos sobre el suelo; para conseguir un suelo de textura suelta, poroso y mullido, que permita el desarrollo de la raíz sin ninguna interferencia.

La preparación del suelo es de vital importancia para el éxito del cultivo. Esta tiene como objetivo la eliminación de plantas indeseables y sus semillas, la destrucción de larvas de insectos en el suelo y una estructura adecuada que permita un buen desarrollo de plantas.

La preparación de los suelos debe efectuarse cuando están con cierto grado de humedad no en exceso, pues de lo contrario el suelo se compacta desfavoreciendo el aprovechamiento del aire y la humedad. (Bolaños, 1998).

La preparación del terreno incluye una limpia o chapoda para eliminar maleza, un pase de arado, dos pases de grada, un pase de grada banca (riel nivelador de terreno), si los camellones se hacen mecánicamente este se realiza con muriador, si es manual o cultural se hace con azadón.

Métodos de siembra: Los métodos de siembra que se utilizan comúnmente son la siembra directa y siembra por trasplante, de estos dos el último es el más usado.

El trasplante manual es el más empleado en nuestro país tanto en el sector privado como en las cooperativas aunque cuando se trata de plantaciones extensas se efectúan siembras directas. Las condiciones de suelo y de clima deben ser ideales desde el principio, ya que en la siembra directa urge el control eficaz de las malezas.

Norma de siembra: 2 g / m².

Distancia entre hilera: 10 cm.

Profundidad de siembra: 2 cm.

Número de postura por m² a lograr: 250-300.

El trasplante se lleva a cabo entre los 30 – 40 días después de la siembra, antes de que empiecen a ramificarse o cuando las plantas tienen de 15 a 20 cm de altura. Se debe humedecer el semillero al momento de extraer la planta, para evitar que se rompan las raíces, transplantándose las plantas en cajas o baldes al lugar definitivo. (Bolaños, 1998).

▪ Época de Siembra:

1. Postrera:

Establecimiento de almácigo = Agosto.

Transplante = Septiembre / Octubre.

Cosecha = Diciembre / Enero.

2. Siembra de riego / apante / verano.

Establecimiento de almácigo = A finales de Octubre y Noviembre.

Transplante = Diciembre.

Cosecha = Marzo / Abril.

3. Segunda siembra:

Establecimiento de almácigo = Diciembre / Enero.

Transplante = Enero / Febrero.

Cosecha = Abril / Mayo.

Pueden establecerse otros períodos de siembra en época lluviosa, pero los rendimientos se verán afectados debido a que hay muchas incidencias de enfermedades (Bolaños, 1998).

3.1.12 Manejo agronómico:

- Limpieza: se realiza con el objetivo de eliminar malezas que puedan ser hospederos de plagas y enfermedades que afecten el cultivo.
- Aporque: se hace con el objetivo de eliminar maleza que estén compitiendo con el cultivo, para darle mayor fijeza a la planta y evitar el acame o caída de esta, mayor drenaje en invierno evitando la exposición de las raíces, oxigenación.
- Muestreos de plagas: se tiene como objetivo realizar esta labor para evitar los daños que influyan en los rendimientos de producción.
- Uso de tutores: Es recomendable el uso de tutores en casi toda la variedad de pimiento, por tener estos tallos y ramas débiles. Hay dos maneras de tutorear los chiltomas:
 - Estacado por plantas: Este consiste en colocar una estaca de madera enterrada al pie de cada planta; a medida que esta crece se va amarrando a la estaca.
 - Estacado con mecate, plástico o alambre: Consiste en poner tutores entre cada 5 metros y otro, seguidamente se amarra un alambre o un mecate plástico al primer tutor del surco y pasa la segunda tensándolo, dándole una vuelta y pasando el tercero. Se hace esta operación cuando las plantas empiezan a florecer. Cuando la planta a crecido lo suficiente, se coloca el segundo hilo, los demás se colocan de acuerdo al crecimiento de la planta. Se debe de dejar una distancia de 15 a 20 cm entre hilos. (OPS, OMS, 2000).

3.2 Sanidad:

3.2.1 Principales plagas:

1. Grillos (*Anurogryllus abortivus*).
2. Picudo del chiltomo (*Anthonomus eugenii*).
3. Minador de la Hoja (*Iriomyza spp.*).
4. Gusano del fruto (*Helicoverpa zea*).
5. Ácaros (*Polypagotarsonemus latus*).
6. Afidos (*Aphis gossypii*).
7. Tortuguillas (*Diabrotica spp.*).
8. Mosca blanca del chiltomo (*Bemisia tabaci*).

- Picudo del chiltomo (*Anthonomus eugenii*).

Este insecto en su estado adulto es de color oscuro y mide aproximadamente de 2 a 4 mm de longitud.

La hembra deposita los huevos en el interior de los botones florales y de los frutos internos. La larva es de color blanco cremoso con la cabeza café, se desarrolla dentro del fruto y se alimenta de la semilla en formación. Posteriormente se transforma en pupa y luego en adulto. Este último hace un pequeño orificio por donde abandona el fruto, por este efecto se le conoce con el nombre de barrenillo.

Se puede notar la presencia de esta plaga por los agujeros y marcas de piquetes que deja en los frutos, lo que se comprueba al abrirlo y encontrar en el interior la larva o pupa ya formada.

Generalmente los botones florales y frutos tiernos que son atacados se desprenden de la planta disminuyendo su producción. Esta plaga completa su ciclo de vida en los frutos que permanecen adherido a la planta y en los que caen al suelo.

- Mosca blanca del chiltomo (*Bemisia tabaci*).

Son pequeños insectos blancos de uno a dos mm de longitud, con el aspecto de polillas.

Tienen dos pares de alas, cubierta de cera fina se producen numerosas generaciones por año con un ciclo de vida cercano a 21 días. Los huevos eclosionan a los 5 días, seguido por tres

etapas de ninfas y luego el estadio de pupa y emergencia de los adultos. Los adultos se encuentran alimentándose en el envés de las hojas.

Las hojas nuevas se encrespan y la planta sufre achaparramiento durante el ciclo vegetativo, muchos frutos se quedan verdes y pequeños sin llegar a madurar.

- Ácaros (*Polypagotarsonemus latus*).

El ácaro es de aproximadamente 150 micras de longitud y su color es blanco perlado. Los adultos son visibles a simple vista, pero con cierta dificultad. Está presente durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, pero normalmente su ataque solo afecta los primeros estadios en el haz y envés de las hojas jóvenes.

Si la infestación es alta, las hojas presentan color verde claro, ocurriendo también floración incipiente y aborto de los botones florales. (Trabanino, 1998).

- Afidos (*Aphis gossypii*).

Son pequeños insectos de cuerpo blando de diferentes colores. Cuando las poblaciones son muy altas, dañan el cultivo al extraer la sabia en grandes cantidades, además se convierten en un vehículo transmisor de enfermedades vírales, lo que puede causar pérdida en los cultivos.

3.2.2 Principales enfermedades:

1. Marchitez del pimiento (*Phytophthora capsici*).
2. Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*)
3. Mancha angular (*Cercospora capsici*).
4. Podredumbre del cuello (*Phytophthora capsici*).
5. Podredumbre húmeda del fruto (*Erwinia sp.*).
6. Mal del talluelo (*Pythium sp.*).

- Marchitez del chiltomo (*Phytophthora capsici*).

Esta enfermedad es causada por un hongo que vive en el suelo años tras años y que puede transferirse por las semillas infectadas, por la maquinaria agrícola y el agua de riego. El daño principal se localiza usualmente en el cuello de la raíz o base del tallo; una mancha de color oscuro y aspecto seco circunda el tallo y causa marchitamiento repentino y muerte la planta. (Trabanino, 1998).

- Mancha bacteriana (*Xanthomonas vesicatoria*).

Los síntomas que presenta esta enfermedad tanto en las hojas como en los frutos son pequeñas, puntas irregulares de color café amarillentas, al inicio y después se tornan color café. Las manchas o puntos llegan a hacerse numerosos y algunas veces se forman manchas grandes, las hojas infestadas se vuelven amarillentas y caen. Se observa con frecuencia la marchitez en hilera debido a que la bacteria sale de las raíces de la planta infectada y penetra en las plantas sanas adyacentes.

La disminución de la enfermedad se realiza por las semillas que se infectan durante el proceso de extracción, también por salpique, arrastre superficial producido por las lluvias y el agua de riego; sobreviven en plantas silvestres y residuos de cosecha.

- Podredumbre del cuello (*Phytophthora capsici*).

Es una enfermedad que ataca en tiempos lluviosos o húmedos afectando el tallo y las raíces indistintamente, apareciendo en ellos necrosis de color pardo oscuro con destrucción de tejidos.

Cuando el ataque es en las hojas, se presentan manchas de distintas formas de color oscuro y acuoso, la parte necrosada se seca y la parte foliar de la planta presenta la apariencia de estar quemada.

- Podredumbre húmeda del fruto (*Erwinia sp*).

Esta se transmite por bacteria que penetran a través de heridas; se disemina por la acción de los insectos, de la lluvia y por el agua de riego. Esta bacteria vive en la superficie del fruto y el follaje de la planta, sobrevive en forma saprofitica, tanto de residuos de cosechas como en el suelo. Los síntomas se inician con una mancha húmeda, opaca en la superficie del fruto verde; luego externamente la lesión se arruga, mientras que en el interior la podredumbre avanza transformando los tejidos en una mancha blanda, acuosa, incolora y de color fétido.

- Virosis:

Los virus; mosaico de tabaco y mosaico del pepino, pueden ser transmitidos por los afidos o mecánicamente. Estos pueden afectar las plantaciones de pimiento provocando moteado del follaje, engrosamiento de las hojas, enanismo, y frutos deformados.

Como medida de control se recomienda la eliminación de hierbas hospederas de afidos, aplicación de insecticidas para su control y eliminación de plantas enfermas. (Trabanino, 1998).

3.2.3 Control de malezas:

Las malezas son plantas ecológicamente adaptadas a crecer en las condiciones en las que siembran los cultivos, por lo que perjudican la cosecha.

Las malezas se convierten en uno de los obstáculos de los productores de esta solanácea, pues compiten con la planta por nutrientes, humedad y luz; esta también son hospederas de plagas como hongos y nemátodos que afectan severamente estas plantaciones.

La incidencia de las malezas se traduce en plantas débiles, con poca fructificación y producción escasa. Para contrarrestar el efecto de estas es necesario ejecutar un control desde su aparición por medios mecánicos con el empleo de cultivadoras, azadoras manuales o mediante el uso de agroquímicos. (Trabanino, 1998).

Entre las malezas tenemos:

1. Bledo (*Amaranthus spinosus*), (Amaranthaceae).
2. Coyolillo (*Cyperus rotundus*), (Cyperaceae).
3. Verdolaga (*Portulaca oleraceae*), (Portulacaceae)
4. Clavelillo (*Emilia fosbergii*), (Asteraceae)

- Bledo (*Amaranthus spinosus*)

Es una planta anual o perenne, de vigoroso crecimiento y de porte erecto, ramificado, de 0.4 a 1.5 metros de altura, su tallo es rojizo y espinoso. Se propaga por semillas sexuales. Puede ser fuente de infestación (cultivo trampa) de *Spodoptera* spp (Gusano del fruto).

- Coyolillo (*Cyperus rotundus*).

Esta es una hierba perenne, común en muchos suelos agrícolas tropicales, de 0.1 a 0.5 m de altura, inflorescencia rojiza. Se propaga principalmente por tubérculos y bulbos basales que forman cadenas muy densas y persistentes.

- Verdolaga (*Portulaca oleraceae*).

Es una hierba anual, suculenta postrada, de 0.1 a 0.5 m de alto, de tallo hueco, carnoso, muy ramificado, de color rojizo y flores amarillas. Se propaga por semillas sexuales y en forma vegetativa. Pueden ser fuente de infestación (Cultivo trampa) de *Spodoptera* Sp (Gusano del fruto). (CATIE, 1993).

3.3 Factores edafoclimáticos que inciden en el desarrollo del cultivo de chiltomo:

El clima de la región de Masaya es predominante cálido casi todo el año, a excepción de las zonas altas ubicada al sur y norte de la región. El régimen de precipitación es estacional, iniciándose la época lluviosa a mediados de mayo, concluyendo generalmente al final de octubre. Manifestándose picos de mayor precipitación en los meses de junio y septiembre; con un descenso drástico de las lluvias entre los meses julio y agosto, cuyo fenómeno se conoce con el nombre de canícula o veranillo.

El clima describe las condiciones de humedad relativa, velocidad del viento, precipitación, evaporación, brillo solar y temperatura. Estos factores actúan sobre alrededor y dentro de las cubiertas vegetales, pero al mismo tiempo afectan al suelo. (Bolaños, 1998).

3.3.1 Clima:

- **Precipitación:**

La importancia de la precipitación se debe al aporte de humedad que ofrece al suelo la cual es utilizada por las plantas.

La lluvia que cae no es totalmente aprovechada por las plantas, debido a que existen pérdidas ya sea por percolación profunda o escorrentía superficial. El término precipitación efectiva se refiere a la fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas.

La humedad relativa, temperatura y brillo solar son factores importantes al momento de determinar las necesidades de los cultivos y los efectos que pueden provocar en dichos cultivos y los sistemas de riego empleados.

Con aguas de mala calidad (salina) el rendimiento de las primeras recogidas es reducido, pero su efecto es menos pronunciado en las recogidas siguientes. El riego por aspersión con agua de mala calidad causa quemadura en las hojas y la pudrición en la punta de los frutos, caso que no se da con la utilización de riego por goteo debido a que el contacto del agua es directamente a la raíz de la planta y no con sus hojas. (Bolaños, 1998).

- **Temperatura.**

La temperatura del aire, es uno de los elementos meteorológicos más importantes para determinar el grado de adaptabilidad de algunos cultivos. La temperatura media mensual es cálida a caliente en la mayor parte de la región, a excepción de terrenos altos.

El crecimiento vegetativo del pimiento es óptimo cuando los límites de temperatura están entre los 18 °C a 27 °C durante el día y de 15 °C a 18 °C en la noche, unas temperaturas nocturnas inferiores ocasionan un mayor desarrollo de las ramas y más flores; unas temperaturas nocturnas más cálidas favorecen floración temprana, efecto que es más pronunciado cuando aumenta la intensidad de la luz.

La apertura de la flor y el cuajado de los frutos se dan entre 18 °C a 26 °C en plantas jóvenes y de 12 °C a 36 °C en plantas adultas.

- Evaporación.

Es el paso del agua a una superficie líquida a la atmósfera, la cual se convierte en vapor debido a la aceleración que sufren sus moléculas, este proceso se provoca debido a la incidencia solar, temperatura, viento, etc.

- Humedad Relativa.

Es la relación entre la cantidad de humedad contenida en un espacio y la que podría contenerse si estuviera saturado. La humedad relativa de la región presenta una medida anual moderadamente alta.

- Viento.

Es una masa de aire en movimiento la cual contiene una gran importancia en la elaboración de un diseño de riego.

El comportamiento del viento es muy importante para la agricultura, pues cuando se proceden vientos muy fuertes ocasionan el volcamiento de los cultivos, además de aquí disminuye los rendimientos cuando ocurren en el periodo de floración por la caída de las mismas y por la disminución de la polinización.

- Insolación y Nubosidad.

La insolación o cantidad de brillo solar y la nubosidad son dos elementos íntimamente ligados. La mayor o menor cubierta de nubosidad y su espesor determina la mayor o menor cantidad de insolación sobre la superficie terrestre. Este elemento es muy importante para la capacidad productiva de algunos cultivos que requieren mayor o menor brillo solar.

- Luz.

La intensidad de la luz ejerce un papel fundamental para el desarrollo del cultivo del pimiento dulce, siendo diferentes las exigencias de acuerdo a la variedad.

Cuando las plantas están expuestas a una deficiencia luminosa, presentan raquitismo, demora en florecer y fructificar, el ciclo vegetativo se alarga y la producción es menos. (Casseres, 1984).

3.4 Cosecha:

Los pimientos dulces pueden empezar a cortarse desde los 3 o 5 meses después de la siembra, prolongándose por 3 o 4 meses, la cosecha se realiza cuando los frutos están sazones, su cobertura es brillante y grasosa. Debe dejarse una porción del péndulo del fruto al cortarlo, debe mantenerse en lugares frescos y evitar daños por golpes. El período de la cosecha se puede alargar con fertilizaciones complementarias y podando las plantas para inducir el crecimiento de nuevo follaje y más floración. (Bolaños, 1998).

La recolección debe hacerse cuidadosamente ya que las ramas son muy débiles y se parten con facilidad; Por ello es recomendable el empleo de tijeras para esta labor. Con la variedad criolla pueden obtenerse rendimientos de 200 a 300 qq por mz, con la variedad Yolo Wonder pueden obtenerse rendimientos entre 30 a 40 qq por mz debido a su gran tamaño y calidad.

3.4.1 Poscosecha:

Aunque la investigación en este campo es muy escasa, la experiencia ha mostrado que los frutos de los chiles se pueden conservar por periodos largos sin que ocurra un serio deterioro. Los chiles verdes se logran almacenar hasta por tres semanas a temperaturas entre 7 y 10 °C y con 90 a 95 % de humedad relativa, mientras que los rojos se deben mantener entre los 4 y 7 °C y con 90 a 95 % de humedad relativa. (Cooper, 1993).

3.4.2 Procesamiento industrial:

El chiltomo en nuestro país no es un producto industrializado, ya que se produce para venderlo fresco. El fruto se utiliza como condimento en la comida, picado, fresco en salsa y

en curtido; se distribuye en supermercados y mercados, se vende por unidades y su precio depende de la oferta y demanda.

3.5 Requerimientos nutritivos del chiltomo.

Nitrógeno:

Es un elemento nutritivo que intervienen en el desarrollo de la planta, cantidad de frutos y fortalece el follaje. El pimiento por otro lado es exigente de nitrógeno pero debe aplicársele fósforo y potasio. Una deficiencia de nitrógeno produce raquitismo, amarillamiento de las hojas, poco follaje y producción baja de frutos y flores. Este cultivo necesita 100 kg/ha de este nutriente.

Fósforo:

Este influye en el crecimiento de la planta, en el cuajado y maduración del fruto. El suficiente suministro de este elemento contribuye a la calidad de los frutos, la ausencia provoca que las hojas sean amarillas y pequeñas, tallo delgado sin floración y fructificación. Es muy importante la utilización de este nutriente por lo que se recomienda utilizar de 100-150 kg/ha.

▪ Potasio:

EL potasio junto con el fósforo y el nitrógeno influyen en la calidad de los frutos, en la temprana maduración y en el incremento del rendimiento. Cuando hay deficiencia de potasio las hojas jóvenes de las plantas son pequeñas, de color verde oscuro que después cambia a amarillo. Este nutriente puede ser aplicados con dosis de 100-150 kg/ha.

Algunas de las técnicas aplicadas son ya prácticamente de conocimiento público y tienen, además, costos relativamente bajos. Como por ejemplo la utilización de inóculos orgánicos, que no es más que la introducción de microbios o patógenos a un organismo o medio de cultivo, para la producción de plantas con enorme potencial en zonas tropicales, las que pueden sustituir en un futuro la utilización de fertilizantes químicos.

En la actualidad se están realizando diversas aplicaciones biotecnológicas que ayudan a las plantas a tener un mejor crecimiento, desarrollo y vigor, incrementando de esta manera los

rendimientos productivos, ejemplo de estos son los inoculantes orgánicos como la Micorriza y Azotobacter. (Montes, 1998).

En el mundo desarrollado la agricultura depende en gran medida del uso de fertilizantes químicos y pesticidas para mantener sus altas producciones agrícolas, sin tener en cuenta los terribles daños que estos pueden ocasionar ya sea afectando el ciclo global del nitrógeno, contaminando las aguas subterránea y superficiales, incrementando los riesgos de intoxicaciones químicas y aumentando los niveles de óxido nitroso (N₂O) atmosférico; el cual es un potente gas invernadero. El uso de nitrógeno sintético en los últimos 40 años ha aumentado de 3.5 millones a 80 millones de toneladas, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, incrementándose sus costos de producción a más de \$ 20 billones USD anualmente. Para el año 2050 la población mundial se espera crezca el doble de la cifra actual de habitantes, de esta proyección el 90% debe residir en las regiones tropicales o subtropicales de los países en desarrollo de Asia, África y América Latina. Según estos datos, es razonable esperar que la necesidad de fijación de N₂ para la producción de alimentos agrícolas para esta fecha también duplique la cifra fijada actualmente. Si esta es suministrada por fuentes industriales, su uso se incrementará en 160 millones de toneladas de nitrógeno por año; lo que requerirá quemar más de 270 millones de toneladas de energía para su producción, sin tener en cuenta la duplicación de las fatales consecuencias que pudieran ocasionar

Más del 90 % de las especies existentes en el planeta están micorrizadas cuando crecen en condiciones naturales y de estas en un 95 % de los casos la asociación corresponde a micorriza de tipo arbuscular (MA). En los trópicos la endomicorriza arbuscular (MA) es diez veces más abundante que las ectomicorrizas y ocurre en la mayoría de las especies vegetales.(Montes,1998).

Se ha encontrado que el 97% de las fenoragamas, incluidas casi todas las especies de interés agronómico, pastoril y selvático presentan este típico de micorriza.

3.6 Micorrizas:

La gran mayoría de las plantas, que cubren nuestra tierra, no tienen únicamente un sistema para alimentarse del suelo, sino dos sistemas, la raíz y la micorriza. Se sabe que las plantas

se alimentan con la ayuda de los pelos absorbentes, cerca de la punta de la raíz. Estos son protuberancias de las células de la epidermis que transporta agua, macro y micro elementos a la raíz, los que tienen una vida corta, existiendo en gran número y multiplicando la superficie de la raíz en contacto con la tierra.

La palabra micorrhiza que quiere decir en griego *mykes* hongo y *rhiza* raíz. Se le denomina como asociaciones simbióticas mutualistas existente entre los hongos del suelo y raíces de plantas superiores. Se trata de una asociación simbiótica puesto que los hongos se benefician con el suministro de fuentes carbonadas provenientes de la planta, mientras que esta última se beneficia por la mayor cobertura de suelo al nivel de raíces facilitada por los hongos, aumentando la capacidad de absorción de nutrientes minerales.(Andresson, 1994).

3.6.1 Clasificación.

Siguiendo criterios morfológicos y estructurales, las Micorrizas se clasifican en dos grupos: ectotróficas y endotróficas. Esta clasificación se refiere al lugar donde se encuentran el micelio del hongo con relación a las células radiculares de la corteza.

En la ectotróficas el micelio forma un manto de hifas que rodea la raíz. El desarrollo del hongo en el interior de la corteza es intercelular, dando un aspecto de red, llamada red de Hartig. La ectomicorriza o Micorriza formadora de manto están asociadas con las raíces de muchas especies arbóreas en las que ocasionan cambios morfológicos en la raíz al producirse la infección. Estas pueden incrementar su capacidad de absorción de fósforo al explorar más suelo por medio de hifas que se extienden más allá de la zona radicular. Esta acumulación de (P) es posteriormente liberada al huésped en condiciones de deficiencia de este elemento. También se ha demostrado que este tipo de Micorrizas produce fosfatasas extracelulares que pueden servir para reciclar (P) proveniente de restos vegetales. Son las más comunes en bosques de regiones templadas, especialmente se encuentran en Pinaceae, Betulaceae y Fagaceae. Algunos hongos formadores de ectomicorrizas pertenecen a Basidiomycetes (Boletaceae, Agaritaceae), Gasteromycetes, Ascomycetes, Phycomycetes, etc.(Sánchez,1999).

En las endotróficas el hongo no forma manto sobre la raíz, pero las hifas del hongo penetran en el interior de las células de la corteza. En las endomicorriza el micelio se

encuentra principalmente en forma intracelular a la corteza radicular. No produce manto fungoso (a excepción de un tipo de Ericaceae) y sus hifas crecen dentro del hospedante por un periodo de tiempo, luego son digeridas o disgregadas. Las plantas que forman endomicorrizas pertenecen a la familia Orquidaceae y Ericaceae. Los hongos relacionados con las Orquidaceae son hongos imperfectos como Basidiomycetes, mientras que los relacionados con Ericaceae son los Ascomycetes y Boletus. Otro tipo de endomicorrizas está relacionado con vesículas Arbusculares que poseen hifas intracelulares. Forman grandes vesículas vacuoladas fuera y dentro del tejido del hospedante. Los hongos relacionados con estas vesículas son especies principalmente del género Endogone, aunque también se encuentran del género Rhizophagus y Pythium. Es posible encontrarlas en todos los climas y poseen un amplio rango de hospedantes, especialmente angiospermas, coníferas, algunos helechos y musgos. No se encuentran en Pinaceae, Betulaceae, Fagaceae, Orquidaceae y Ericaceae, Chenopodiaceae, Cruciferaeae, Fumariaceae, Cyperaceae, Cummelinaceae, Urtica.

3.6.2. Morfología y desarrollo de la simbiosis de la simbiosis de micorriza Vesiculo arbuscular.

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; estableciendo una marcada diferencia con las infecciones radicales de hongos patógenos que sí penetran en los haces conductores y meristemas.(Harley y Smith, 1983).

El proceso de formación de la simbiosis comienza con la germinación de las esporas de resistencia en el suelo, cuando las condiciones ambientales de temperatura y humedad son favorables. Tras la emisión del tubo germinativo, el micelio del hongo crece hasta encontrar una raíz hospedadora, donde forma entonces una estructura similar a un apresorio y penetra entre las células epidérmicas o a través de los pelos radicales. (Bolan, 1983).



Foto 1. Raíz colonizado por el hongo formador de micorrizas arbusculares *Glomus intraradices*.

Después de la penetración comienza la colonización del tejido parenquimático de la raíz. En la capa interna de este tejido se forman los arbusculos, producidos por una ramificación masiva de la hifa después de penetrar la pared celular.

La hifa ramificada se encuentra rodeada por la membrana plasmática de las células del parénquima cortical, siendo el espacio apoplástico producido entre la membrana plasmática y el hongo la zona de intercambio de nutrientes. La vida de los arbusculos es muy corta, inferior a 15 días (David, 1994). Las vesículas se forman generalmente en los extremos de las hifas del hongo y pueden producirse a lo largo de todo el parénquima cortical colonizado; suelen aparecer más tarde que los arbusculos y son considerados órganos de reserva, principalmente de lípidos (Beilby y Kidby, 1980; Cooper y Lösel, 1978).

La colonización del hongo puede extenderse también mediante hifas exteriores (runners) por la superficie de la raíz y penetrar en ésta a intervalos irregulares (Sieverding, 1991).

Cuando la infección interna está bien establecida, las hifas del hongo pueden crecer externamente desde la raíz de la planta hacia el suelo (micelio externo) y explorar un volumen de suelo inaccesible a las raíces; con ello la planta aumenta considerablemente su superficie de absorción, de 100 a 1000 veces (Gil, 1995), y por tanto su capacidad de captación de nutrientes y de agua.

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares producen, normalmente, esporas a partir del micelio externo, y también en algunos casos, las forman en el interior de la raíz a partir de micelio interno. Las esporas de resistencia pueden permanecer inalteradas en el suelo por mucho tiempo, mientras que las hifas del hongo se colapsan tras una permanencia en suelo de 2 a 4 semanas si no encuentran una raíz hospedadora, (Bolan y Abbott, 1983).

3.7 Factores Ecológicos relacionados a la Micorrización

La infección micorrizica depende de condiciones que determinan las características de los hospederos y del suelo, en particular el potencial fotosintético del hospedero, la fertilidad, condiciones físicas, contenido de agua, cantidad y calidad del humus, presente en el suelo.

Entre estos factores condicionantes de las anteriores características se pueden mencionar:

- **Luz:**

Al aumentar la intensidad luminosa, el aumento de Micorrizas es proporcional al número de raíces cortas, posiblemente por un aumento en la disponibilidad de nutrientes, principalmente carbohidratos libres en las raíces.

- **Temperatura:**

La temperatura tiene una acción directa sobre el porcentaje de crecimiento radical y sobre la producción de nuevas raíces. Las temperaturas óptimas para el crecimiento de las Micorrizas varía entre 17 y 27 °C para la mayoría de estos hongos, como por ejemplo Lactarius, Amanitas, y algunos Boletus, que tienen un óptimo térmico superior a los 20 °C.

- **Agua y Aireación:**

Las formaciones micorrizicas están influenciadas por la humedad del suelo y por la aireación. Se presume que el crecimiento miceliar decrece a una baja concentración de oxígeno, debido a que la mayoría de estos hongos micorrizicos son aeróbicos. En efecto, la formación Micorrizica se inhibe en suelos arcillosos, debido a la dificultad de las raíces para penetrar en este, así como también por una pobre aireación.

- **Suelos y fertilidad:**

Los bosques templados desarrollados en suelos pardos, podsolidados, se componen por árboles formadores de ectomicorrizas. En estos suelos, la presencia de raíces asociadas a Micorrizas se detecta especialmente en el horizonte húmico. La cantidad y la calidad de humus, constituyen el factor más importante en la formación de las Micorrizas, por lo tanto estas disminuyen con la profundidad. La pobreza relativa en sales minerales disponibles, por otra parte, determina la presencia de Micorrizas en bosques. Cuando los nutrientes son abundantes en el suelo y el crecimiento de árboles es vigoroso, la mayoría de los nuevos

carbohidratos pueden ser utilizados para formar nuevos tejidos, siendo pobre su acumulación en las raíces. Al existir deficiencias de NPK disponibles, se impide la formación micorrizica y el crecimiento radicular, pero al existir una deficiencia moderada de uno de estos nutrientes la infección se lleva a cabo. (Daniels, 1978).

3.8 Efecto de las Micorrizas sobre la nutrición mineral de las plantas.

Es un hecho universalmente aceptado que las Micorrizas estimulan el crecimiento, desarrollo y nutrición de las plantas, especialmente en suelos de baja y moderada fertilidad; la Micorriza beneficia sustancialmente la absorción de nutrientes, especialmente de (P) y de agua por la planta. Se debe tener presente que el (P), a diferencia del (N), es un elemento prácticamente inmóvil en el suelo por lo que su absorción por parte de las raíces, depende de la capacidad de exploración de estas últimas. En este sentido, la micorrización proporciona una superficie de absorción incrementada y más eficaz. En efecto, se acepta que el papel clave de las Micorrizas radica en que las hifas del hongo extienden el campo de absorción de la raíz mas allá de la zona normal de agotamiento radicular (en 1-5 mm), Permitiendo a la raíz incrementar su superficie de absorción y explorar un volumen de suelo mayor del que lo hacen las raíces no micorrizadas, concretamente hasta 7 cm de la superficie radicular. Además, se ha logrado poner de manifiesto de que las raíces micorrizadas absorben mas eficazmente los fosfatos que las no micorrizadas y han calculado que en 1cm. de raíz micorrizada posee unos 80 cm de hifas externas. (Boria, 1983).

La posibilidad de que las hifas o las raíces que forman Micorrizas Vesiculo Arbusculares tengan capacidad para solubilizar formas de P no disponible a plantas no infectadas ha sido objeto de gran controversia. Sin embargo, estudios realizados con P32 concluyeron que la absorción más eficiente por las raíces micorrizadas se debe fundamentalmente a una aceleración de la disociación del fosfato insoluble.

Además, las Micorrizas benefician a las plantas por su acción protectora contra la invasión y deterioro causado por microorganismos del suelo. Las ectomorrizas protegen la raíz pues reciclan los carbohidratos, aminoácidos y otros compuestos producidos por las raíces, capaces de atraer agentes patógenos. También proveen una barrera física a patógenos

debido a la formación del manto y la red de Harting, y pueden sintetizar compuestos como el diatretinenitrilo, con efecto de tipo antibiótico. (Daniels, 1978).

3.9 Micorrizas en suelos volcánicos

Desde hace muchos años se viene demostrando la presencia de Micorrizas Vesículo Arbusculares (MVA) en prácticamente todo el mundo, desde regiones tropicales a regiones árticas, por lo que no es extraño encontrarlas en los suelos alofánicos del sur de Chile. Estudios en distintos suelos volcánicos en Chile, no se ha encontrado correlación entre el número de esporas y otros parámetros como régimen de fertilización, tipo de cultivo y cantidad de nutrientes de suelo, especialmente fósforo asimilable. Lo anterior se debería a las dificultades que se encuentran para predecir los niveles de las poblaciones de hongos (MVA) producto del gran número de factores que afectan su distribución (fertilidad del suelo, intensidad de la luz, altura, materia orgánica, susceptibilidad de la planta huésped, etc.). (Viera, 1986).

En cuanto al tipo de esporas que es posible encontrar en suelos volcánicos, algunas de ellas con características morfológicas que la hacen diferente de las conocidas, corresponden a *Glomus* y *Acaulospora*.

Aún cuando se ha demostrado la presencia de Micorrizas en suelos volcánicos, permanecen algunas interrogantes, en particular respecto de la verdadera importancia de estas en la nutrición vegetal y de las posibilidades prácticas de manipular la asociación simbiótica para aumentar la eficiencia en beneficio de los vegetales involucrados. (Daniels, 1978).

Las Micorrizas se originaron prácticamente con las plantas, permitiendo la evolución de ambas y perpetuándose. La importancia de esta colonización en suelos volcánicos radica en que estos suelos tienen un alto nivel de (P) total, pero el P disponible es muy bajo. Datos llevado por los autores indican una fuerte tendencia a la infección por hongos VAM en las especies pioneras que crecen en este material volcánico. Así en la zona de erupción del Volcán Villarrica, los vegetales que se desarrollaron ahí están fuertemente micorrizados, al igual que la mayor parte de los vegetales en los faldeos del volcán. Lo mismo sucede en zonas de rocas volcánicas (Coñaripe, Ensenada) en las que es posible observar una clara secuencia ecológica, tanto en vegetales como en hongos MVA que infectan sus raíces y/o

rizoides. El hecho de que estos hongos sean capaces de aportar Fósforo a las plantas a partir de materiales inorgánicos como lo son estos suelos volcánicos y en condiciones ambientales tan adversas, indica que las cepas de estos hongos son excepcionalmente eficientes y su acción es fundamental para la vida de estos vegetales en dichas condiciones. (Boria, 1983).

Los resultados de estos estudios indicarían que las especies vegetales que se desarrollan en estos suelos son microtróficos, es decir, presentan una dependencia casi absoluta de las Micorrizas, lo que supone que para un crecimiento óptimo del vegetal es necesaria la presencia de hongos MVA.

Es importante señalar que existe cierta dependencia de endófitos (VA) respecto del (P) adicionado como fertilizante. Es un hecho que dosis elevadas de fertilizantes fosforados inhiben la formación de Micorrizas, reduciendo los beneficios, que esta trae consigo. Dosis moderadas de fertilizante (100Kg P₂O₅/ha) estimularon la micorrización en suelos naturales de Osorno, con la población de endófitos autóctonos no modificados, pero al incrementar la dosis de fosfato se encuentra que, paulatinamente se afecta negativamente la formación de Micorrizas.

Desde el punto de vista microbiológico, los resultados concuerdan con lo que se recomienda en la práctica como fertilización adecuada de estos suelos. Dosis mayores provocan una respuesta positiva por parte del vegetal, pero ella no es lineal debido a la consecuente inhibición de la micorrización a esas altas dosis de fertilizante. (Boria, 1983).

Distintos ensayos sobre plantas de cebolla y de trigo dieron resultados. Que indican, que es mayor la efectividad del inóculo obtenido sobre raíces de cebolla como inoculante de trigo. Acercándose así a las recomendaciones de diversos autores, que indican que para la obtención de inóculos es mejor utilizar plantas diferentes a las que posteriormente se va a micorrizar, eliminando en parte la posibilidad de introducción de patógenos propios de los cultivos. (Boria, 1983)

Es evidente que los resultados obtenidos en los distintos estudios llevados a cabo en cámaras de cultivo, bajo condiciones naturales de luz y temperatura, indican el decisivo papel de las Micorrizas en suelos volcánicos y permite visualizar un notable efecto

beneficioso, en la nutrición mineral de los vegetales que crecen en este tipo de suelos, si se pudiese conseguir una adecuada manipulación de los hongos MVA en ellos. (Mosse, 1973).

3.10 Perspectivas agronómicas de las Micorrizas Vesículas Arbusculares (MVA).

Aun cuando se conoce el potencial de las Micorrizas Vesículo Arbusculares, una apreciación cuantitativa de la contribución del hongo en la captación de nutrientes en ecosistemas naturales presenta muchas dificultades, principalmente, porque son sistemas dinámicos.

Dados los resultados altamente satisfactorios en experiencias llevadas a cabo en invernadero, en la actualidad están siendo cada vez mas seriamente consideradas las posibilidades de inoculación de Micorrizas Vesiculo Arbusculares en campo, con objeto de mejorar el rendimiento de las cosechas agrícolas y disminuir la dependencia a los fertilizantes químicos tradicionales. Sin embargo, no se puede predecir cómo y en qué forma la inoculación con endófitos VA llega a ser factible. Se hace imprevisible confirmar previamente si las respuestas obtenidas en invernadero son reproducibles en el campo, donde se hace más difícil la introducción del inóculo y la distribución del fertilizante.

Las respuestas positivas a la introducción de endófitos Vesiculo Arbusculares, son de esperar, principalmente en suelos en el que los hongos Vesículos Arbusculares indígenas, sean escasos o infectivos. Debido a ello, en la mayor parte de los ensayos que se han llevado a cabo en suelos naturales, se han utilizado esterilizantes para eliminar los endófitos nativos. Sin embargo, también se han iniciado trabajos en campo sobre suelo no estéril en los cuales se demuestran incrementos de cosecha, como consecuencia de la acción de estos "fertilizantes biológicos".

El problema más importante que existe actualmente al pretender una inoculación del endófito Vesiculo Arbusculares radica en la obtención de cantidades suficientes de inóculo. Por lo cual estos hongos no crecen en un cultivo puro, haciéndose necesario él reproducirlo sobre plantas. Este proceso, a demás de ser caro y lento tiene el peligro latente de introducir patógenos juntamente con el hongo simbiote.

En suelos deficientes en fósforo, las Micorrizas Vesiculo Arbusculares son potencialmente importantes para el funcionamiento adecuado de la fijación simbiótica de nitrógeno por

rhizobium, puesto que las Micorrizas son capaces de captar el fósforo necesario para producir una correcta nodulación y fijación de nitrógeno. Una combinación de los dos sistemas simbióticos ofrece gran ventaja al implantar estas especies vegetales en suelos marginales. (Viera, 1986).

Los endófitos Vesículo Arbusculares son bastante efectivos en la recuperación de suelos, ya sea por erosión o en los sistemas de dunas, en cultivos en zonas áridas y en suelos de bosques tropicales. El valor potencial de las Micorrizas se ha demostrado claramente, pero todo lo lejos que está del poder utilizarlas masivamente en prácticas agrícolas y forestales, es una interrogante que aun no se puede contestar y un desafío que es necesario afrontar. (Daniels, 1978).

3.11 Atributos de las Micorrizas

- Mejoran el crecimiento de las plantas en suelos pocos fértiles
- Aumentan la capacidad de absorción de minerales relativamente inmóviles, como es el fósforo, en la planta
- Mejoran el transporte y absorción del agua en la planta
- Disminuye el estrés debido a altas temperaturas, trasplante, desbalance nutricional, etc.
- Pueden reducir el efecto de la interacción patógeno-hospedante.

Las Micorrizas ofrecen un amplio potencial biológico en la agricultura tropical sostenible, ya que pueden ser utilizadas satisfactoriamente como agente que mejoran la absorción de nutrientes de la planta en suelos empobrecidos o que limitan la disponibilidad de nutrientes para la planta. También ofrecen una valiosa alternativa para el manejo de enfermedades sin utilizar plaguicidas que contaminen el ambiente.

Los suelos del trópico son una valiosa fuente de estos organismos, y es necesario desarrollar esfuerzos para conocer la biota presente en ellos, optimizar los procesos de selección de organismos y especialmente hacer énfasis con los pequeños agricultores sobre los beneficios de las Micorrizas, para contribuir al equilibrio sostenido de nuestro agro ecosistema. (Boria, 1983).

De los elementos del suelo el nitrógeno es el más necesario para el desarrollo y sobre vivencia de las plantas, este es el que presenta más transformaciones microbiológicas y por consiguiente el que más comúnmente se encuentra deficiente en el suelo, contribuyendo a la reducción de los rendimientos agrícolas en todo el mundo (Anónimo, 2000).

Las principales formas de mantener suficiente nitrógeno en el suelo es mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados y las formas de fijación biológicas, pero debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados, la gran cantidad de energía requerida para su producción y las capacidades subóptimas para su transportación limita su uso en países subdesarrollados, especialmente en comunidades agrícolas pequeñas (Anónimo, 2000).

4. Azotobacter:

Desde el punto de vista histórico, es Azotobacter el microorganismo que de una forma más amplia ha sido utilizado en la agricultura. Las primeras aplicaciones de estas bacterias datan de 1902, alcanzando una amplia utilización durante las décadas del 40, 50 y 60, particularmente en los países de Europa. La aplicación práctica de Azotobacter ha sido positiva observándose notablemente en los rendimientos en diferentes cultivos, principalmente en cereales (González, 1992).

De los elementos del suelo el nitrógeno es él más necesario para el desarrollo y supervivencia de las plantas, este es el que presenta más transformación microbiología y, por consiguiente, el que más comúnmente se encuentra deficiente en el suelo.

Las principales formas de mantener suficiente nitrógeno en el suelo son mediante la aplicación de fertilizantes nitrogenados y las formas de fijación biológica.

Los procesos naturales de fijación biológica del nitrógeno juegan una importante función (rol) en la activación de los sistemas agrícolas sustentables por su beneficio ambiental. El incremento de su aplicación puede mitigar la necesidad del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, con su consiguiente efecto benéfico al ciclo del nitrógeno, el calentamiento global y el saneamiento de las aguas subterráneas y superficiales. Este proceso depende básicamente de la acción de los microorganismos en conjunto con las plantas (anónimo, 2000).

Existen algunas especies de microorganismos que poseen la habilidad de convertir en dinitrógeno atmosférico (N_2) a amonio (NH_4^+) mediante la acción de la enzima nitrogenasa. Estas especies son denominadas diazótrofos y requieren de energía para realizar su metabolismo. Dentro de los diazótrofos capaces de realizar este proceso se encuentran los denominados fijadores de vida libre, los cuales fijan nitrógeno atmosférico sin la cooperación de otras formas vivas, siendo la familia Azotobacteriaceae la biofertilización a diversos cultivos (Lluch, 1992).

Las bacterias aeróbicas de vida libre fijadoras de nitrógeno mas conocidas se encuentran las del género azotobacter, se han descrito varias especies; azotobacter chroococcum, azotobacter vinelandii, azotobacter agilis, azotobacter paspali (Rodelas, 2001); Sin embargo no todas tienen características perfectamente definidas (Martínez, 1986).

La capacidad de fijación de nitrógeno por estas bacterias varía considerablemente en dependencia de la composición del medio, acidez, temperatura y aireación, de la presencia de nitrógeno combinado, de la naturaleza de las fuentes de carbono, microelementos y de la acción de organismos antagónicos en el medio. (Mayea et.al, 1998).

El efecto de diferentes fuentes de carbono sobre la fijación de nitrógeno por esta especie depende de la estructura de las sustancias orgánicas y de las reservas de energía química utilizable que contiene, siendo también importantes los procesos de oxidación de la materia orgánica durante la respiración. La propagación de estas bacterias está relacionada estrechamente con la presencia en el medio de suficientes cantidades de fósforo y potasio siendo mayor el efecto del fósforo, cuya escasez o ausencia puede hasta inhibir el desarrollo del cultivo. (Burdman, 2000).

Este elemento estimula el metabolismo del carbono, la multiplicación y fijación de nitrógeno. Las cantidades necesarias de potasio son menores, cuando existen altas concentraciones de este en el suelo se inhibe el desarrollo de las bacterias fijadoras, dependiendo del grado de toxicidad de la fracción aniónica de sal. Los requerimientos de microelementos son notables, el molibdeno (Mo) Es esencial para la mayoría de las cepas de este genero, tanto cuando crecen sobre medios libres de nitrógeno como cuando se desarrollan sobre nitratos, aunque las necesidades son mayores en ausencia de nitrógeno combinado (Martínez, 1986).

Dentro del grupo de los fijadores de vida libre el género azotobacter presente la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico cuando en el suelo existen suficientes cantidades de materia orgánica, ya que en suelos pocos fértiles con escaso contenido de materia orgánica no se obtienen efecto agronómico positivo (Rodelas, 2001).

El género azotobacter presenta altas capacidades de biodegradación, muy especialmente para la oxidación de compuestos fenólicos sustituidos aumentando su actividad biológica incluyendo la capacidad fijadora de nitrógeno en suelos agrícolas adicionados de residuos que poseen un alto contenido de sustancias fenólicas, pudiéndose sugerir que estos microorganismos pueden contribuir a la biotransformación de este tipo de residuos cuando se usen como fertilizantes (González y Lluch, 1992).

Estos microorganismos en determinadas condiciones su efecto beneficioso se debe fundamentalmente a la capacidad de solubilizar fosfatos y sintetizar sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal, tales como vitaminas y hormonas vegetales que intervienen directamente sobre el desarrollo de la planta.

Una ventaja de este organismo es que pueden formar quistes, estructuras latentes que pueden resistir la desecación. El almacenaje y el envío de quistes no tienen los problemas que se encuentran con la producción y la distribución de células vegetativas (Burdman, 2000).

Estos diazótrofos son capaces de sintetizar sustancias fungistáticas que, al inhibir el crecimiento de los hongos fitopatógenos del suelo, promueven indirectamente el desarrollo de las plantas, especialmente en las etapas tempranas del cultivo. Estos compuestos tienen acción sobre hongos pertenecientes a los géneros fusarium, alternaría, penicillium y rhizoctonia variando su acción antagónica con la cepa bacteriana utilizada. Mediante su acción conjunta, estas sustancias son capaces de estimular la germinación de las semillas y acelerar el crecimiento de las plantas siempre y cuando sea adecuada la concentración de organismos en la rizosfera de la planta. (Mayea et.al, 1998), (Rodelas 2001) .

IV. DISEÑO METODOLÓGICO.

El estudio se realizó en el Campus Agropecuario de la UNAN – León, ubicado en la parte este de la ciudad de León a 1.5 kilómetro carretera a la Ceiba. El cultivo estudiado fue el chiltomo (*Capsicum annuum*), variedad agronómica. El producto biológico a empleado fue Mycorral y Azotobacter.

Los tratamientos evaluados fueron:

1. NPK.
2. Testigo.
3. Micorriza.
4. Micorriza + Azotobacter. (Combinado).
5. Azotobacter.

4.1 El ensayo comprendió 3 etapas:

Etapa de semillero: Siembra en bandejas.

En la etapa de semillero se aplicaron tratamiento distribuido de la siguiente manera:

1. NPK. Se aplicó 5 gramos de fertilizantes 20 – 20 – 20 al drench en 2.5 litros de agua.
2. Testigo absoluto. No se aplicó ningún tipo de tratamiento.
3. Micorriza. Se aplicó 7 gramos de Mycorral por celda lo que correspondió a 1,134 gramos por bandeja. Este producto fue aplicado al fondo de la celda y posteriormente se aplicó el sustrato, después se procedió a la siembra.
4. Combinado (Micorriza + Azotobacter) En este tratamiento se aplicó 7 gramos de Mycorral por celda utilizando la misma metodología empleada en el tratamiento 3; una vez sembrado se aplicó 1 ml de suspensión bacterial (azotobacter) a cada celda utilizando una pipeta de 10 ml
5. Azotobacter. Se sembraron las bandejas únicamente con sustrato y una vez sembrada se aplicó 1 ml de suspensión bacterial (azotobacter) por cada celda, utilizando una pipeta de 10 ml.

El procedimiento se realizó a tempranas horas de la mañana.

Se utilizaron 20 bandejas plásticas con capacidad de 162 plántulas, utilizando una sola semilla en cada celda. El sustrato utilizado fue peatmoss.

La distribución de agua se dió dos veces al día incluyendo dos horas por la mañana y dos horas por la tarde

Las variables medidas en esta etapa fueron:

- Porcentaje de germinación (12 días después de la siembra)
- Enfermedades. (2 veces por semana)
- Mortalidad. (2 veces por semana)

Las plántulas permanecieron durante 30-40 días en el semillero, haciéndose los muestreos correspondientes, posteriormente trasplantadas a la parcela definitiva.

4.1.2 Etapa 2:

Trasplante del cultivo a la parcela correspondiente.

El ensayo se estableció en una parcela rectangular con una longitud de 19.8 m por 14 m de ancho, totalizando un área de 277.2 m² en la cual se construyeron 15 surcos separados a 1 metro entre ellos. La preparación del terreno se realizó con azadón. Ver anexo 7.

VARIABLES MEDIDAS:

- Altura (quincenal)
- Diámetro basal del tallo (Semanal)
- Número de flores (semanal.)
- Número de plantas enfermas con *Sclerotium rolfsii* y Virosis (semanal)
- Número de frutos cosechados (cuando lo amerite.)
- Porcentaje de colonización de Micorriza (90 ddt)
- Peso fresco del follaje (90 ddt.)
- Número de raíces (90 ddt.)

En la etapa de trasplante se aplicaron tratamiento distribuido de la siguiente manera:

1. NPK. Se aplicó 4 libras de fertilizantes 15-15-15 distribuidos en cada bloque donde se encontraba este tratamiento, aplicado al momento del trasplante directamente en el hoyo donde se plantó la planta. Una vez establecido el cultivo se hicieron aplicaciones cada 15 días alrededor de la planta.
2. Testigo absoluto. No se aplicó ningún tratamiento.
3. Micorriza. Se aplicó 7 gramos de Mycorral por orificio de la parcela lo que corresponde a 840 gramos en total. Este producto fue aplicado al fondo del orificio donde se iba a sembrar la plántula y posteriormente se tapó con tierra.
4. Combinado (Micorriza + Azotobacter). En este tratamiento se aplicó 7 gramos de Mycorral por orificio utilizando la misma metodología empleada en el tratamiento 3; una vez trasplantado se aplicó 2 ml de suspensión bacteriana (azotobacter) en cada plántula utilizando una pipeta de 10 ml.

5. Azotobacter. Posteriormente de haberse transplantado las bandejas de azotobacter, se aplicó 2 ml de suspensión bacterial (azotobacter) por cada plántula, utilizando una pipeta de 10 ml.

El diseño experimental fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA) con 4 bloques y 5 tratamientos, haciéndose cuatro repeticiones por tratamiento (una/bloque). Cada uno de los bloques tuvo 7 metros de largo y un espacio de 1 metro entre bloques; para garantizar independencia en el efecto de los tratamientos, se dejaron 2 surcos de borde 1 a cada lado de los tratamientos, exceptuando el último surco de la parcela el cual tuvo borde solo a uno de los lados y al otro se encontraba una parcela de tomate. Esto obedeció a que las instalaciones del sistema de riego únicamente permitieron irrigar 15 surcos. En el mapa del anexo 7. Puede observarse la distribución de los tratamientos.

El ensayo consto con una población total de 900 plantas distribuida en los 4 bloques. Se tomaron 300 plantas como efecto de borde los que no fueron sometidos a análisis estadísticos cada bloque constaba con 15 surcos (15 plantas/surco) tomándose 10 plantas por cada tratamiento.

Cada bloque constaba con 15 surcos; tomándose dos surcos por tratamiento respectivamente, teniendo 15 plantas en cada surco haciendo un subtotal de 30 plantas en los dos surcos de las cuales se tomaron 10 plantas por tratamiento (5plta/surco), para ser muestreada. Obteniendo 200 plantas como población muestreada en todo el ensayo. Cada tratamiento tenía 120 plantas muestreándose solamente 40 plantas para el monitoreo de nuestras variables.

4.1.3 Etapa 3:

Laboratorio:

Fase I. Preparación y tratado químico de la muestra.

En este estudio para realizar esta prueba de análisis se seleccionó 5 plantas por tratamiento (25 plantas en todo el ensayo), se extrajeron de la parcela y se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

- Corte de raíces: realizado con una tijera esterilizada para evitar contaminaciones.
- Tamizado: Con el propósito de eliminar el suelo adherido a las raíces y la escogencia de raíces finas que eran las útiles para el ensayo.
- Lavado: Se realizo con el propósito de eliminar impurezas y limpiarlas de restos de suelo.

- Colocación de raíces en platos petri: en este proceso se le agrego a las raíces la solución FAA (formaldehído), para conservar las raíces, se sellaron los platos petri con parafilm y se colocaron en un refrigerador a una temperatura de 4 °C hasta hacer la tensión de raíces.

Fase II:

Preparación de raíces para su observación:

Se emplea la técnica de tinción de raíz y observación de infección intraradicular (método de Phillips y Hayman, 1970), en la que se hace uso de azul de tripano.

Primero se lavan las raíces con agua corriente y se depositan dentro de rejillas plásticas (Fisher Omnissette) reposadas en agua. Se dispensa en un baeker de 400ml la cantidad de 200ml KOH al 10 % se coloca sobre una cocina eléctrica, se calienta hasta alcanzar los 80 °C y hasta entonces se incorporan las rejillas por 30 minutos, después se decanta el KOH y las raíces se lavan con agua corriente por 5 minutos. Las rejillas se someten a inmersión en H₂O₂ al 3 % durante 10 minutos a 50 °C y nuevamente se enjuagan por cinco veces con agua.

Se cubren las rejillas con HCL al 10 % se decanta el HCL sin realizar lavados, se prepara el azul de tripano al 0.05 % en lactoglicerol calentándose hasta alcanzar los 80 °C, se adicionan las rejillas por separado (tratamientos) manteniéndolos a esta temperatura por 30 minutos, luego se deja enfriar hasta que la temperatura baje a 50 °C, se decanta el colorante y las raíces se enjuagan una sola vez con agua. Posteriormente se colocaron las raíces en platos petri que contenían lactoglicerol luego se sellaron con parafilm y se conservaron en refrigeración a 4-5 °C

Fase III:

Cuantificación de colonización radicular de Micorriza Vesiculo Arbusculares:

A las 48 horas de haber teñido las muestras se seleccionaron por repetición un total de 30 segmentos de raíces jóvenes delgadas que fueron colocadas un porta objeto y se observaron en el microscopio a 40 X de aumento, para determinar el porcentaje de colonización micorrizogena se realiza por medio del método de Newman (1966).

En cada segmento se realizaron tres observaciones donde se cuantifico el número de hifas, vesículas, Arbusculos. Una vez que se cuantificaron los intersectos totales de los segmentos de raíces colonizados y no colonizados durante el proceso se aplica la siguiente formula para el calculo de porcentaje de colonización.

$$P.C = \frac{\text{Numero de segmentos colonizados} * 100}{\text{Numero total de segmentos interceptados.}}$$

4.2 Análisis de datos:

Se realizaron cálculos de las estadísticas descriptivas, las cuales serán presentadas a manera de tablas y gráficos de líneas para resumir los promedios y desviaciones estándares de las variables mencionadas arriba.

EL experimento se dispuso en un diseño de bloque completo al azar (BCA). Se escogió este modelo por que homogeniza la variabilidad entre tratamientos, puesto que cada uno de ellos se incluye en cada repetición o bloque. Los datos fueron sometidos a validación de los supuestos de normalidad. Una vez validados los supuestos del análisis de varianza, se realizaron los análisis, complementados por pruebas de comparaciones de media (Tukey), en los casos en que los resultados de los ANDEVA sean significativos.

Además, se realizaron análisis de correlación entre las siguientes variables:

- Rendimiento vs. porcentaje de colonización de Micorriza
- Rendimiento vs. número de raíces.
- Rendimiento vs. peso fresco del follaje.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

5.1. Etapa de semillero

El porcentaje de germinación fue muy bajo en los cinco tratamientos estudiados, presentando el mas alto porcentaje de germinación el tratamiento Micorrizas (T3) con un 65.1 % de germinación seguido por el tratamiento NPK (T1) con un 62.9 % de germinación (Tabla 5.1). El tratamiento en el que se presento el menor porcentaje de germinación fue Azotobacter (T5) con un 52 %. Estos porcentajes de germinación fueron muy bajos debido a que la parte central de las bandejas estaban a un nivel mas bajo que los extremos de las mismas, lo que provoco encharcamiento y pudrición de las semillas sembradas en el centro de la bandeja.

La enfermedad de mal del talluelo se presento en el estudio 5 días después de la emergencia, sin embargo la incidencia de esta enfermedad fue baja alcanzando su mayor porcentaje en el tratamiento combinado (T4) con un porcentaje de 4.84% de plantas enfermas. El tratamiento que presento el menor porcentaje de incidencia fue azotobacter (T5) y el testigo (T2) con 2.07% y 2.44 % respectivamente.

Los porcentajes de plantas muertas a causa de mal del talluelo fueron bajos, destacándose el tratamiento NPK (T1) en cual no hubo plantas muertas como consecuencia de esta enfermedad. El resto de los tratamiento presentaron porcentajes de mortalidad muy similares entres si, oscilando entre 0.59 % y 4.5 %.

Los resultados indican que los diferentes sustratos no incidieron de manera significativa en la germinación, incidencia de mal del talluelo y mortalidad. En el caso de germinación, existe diferencias significativas entre el tratamiento Micorrizas (65.1 %) y Azotobacter (52 %) no así para el resto de tratamientos estudiados.

Tabla 5.1.1 Porcentaje de germinación, incidencia de mal del talluelo y mortalidad en semillero para los diferentes tratamientos

Tratamiento	Germinación (%)	Incidencia (%)	Mortalidad (%)
1 (NPK)	62.9	3.59	0
2 (Testigo)	56.1	2.44	1.09
3 (Micorrizas)	65.1	4.26	4.5
4 (Combinado)	54.1	4.84	3.13
5 (Azotobacter)	52	2.07	0.59

5.2. Etapa de trasplante

5.2.1. Influencia de los biofertilizantes sobre el desarrollo fenológico del chiltomo.

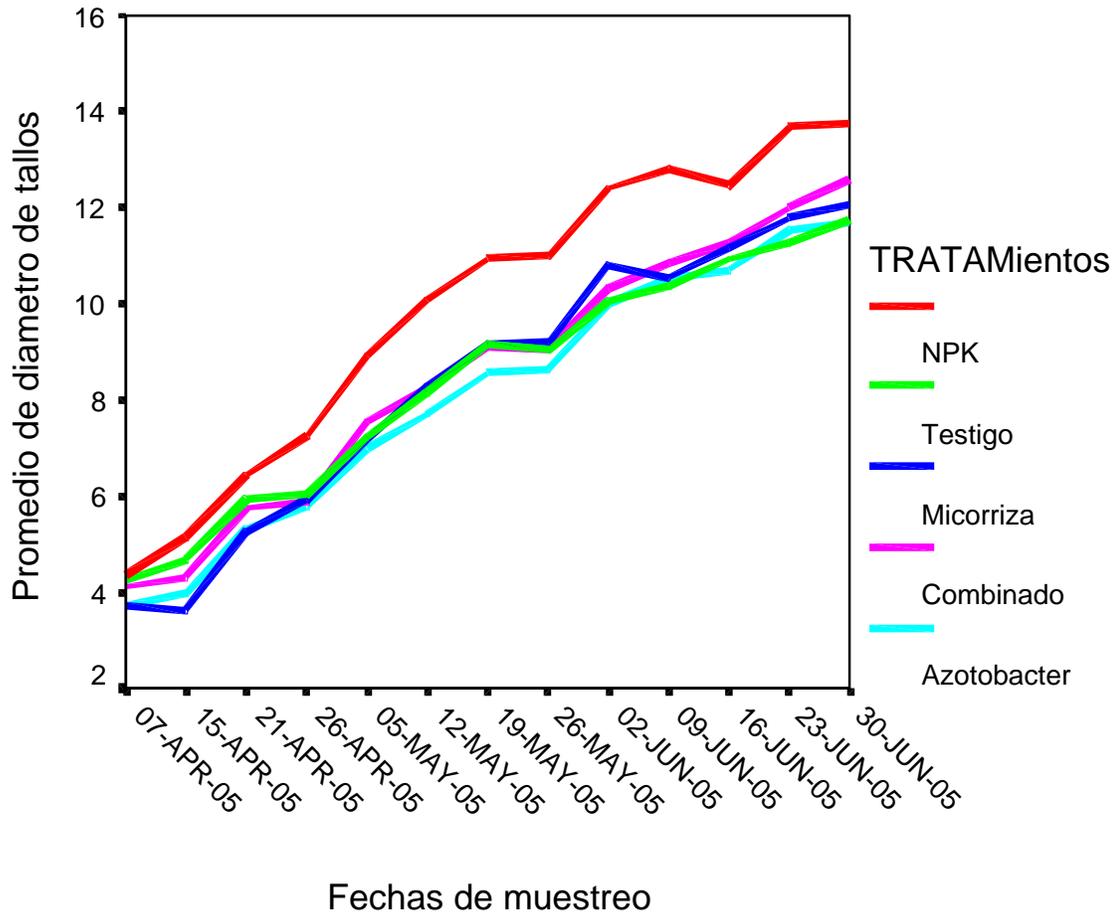


Gráfico 1. Promedio de diámetros del tallo de las plantas por tratamientos.

Se puede observar en el gráfico que en el muestreo realizado el 26 de mayo hubo una disminución en el promedio del diámetro del tallo. Esto se debió a una alta presencia de enfermedades entre las que se destacó *Sclerotium rolfsii*, el cual se caracteriza por estrangulamiento del tallo y posteriormente la muerte de la planta.

El gráfico 1 muestra que el tratamiento NPK obtuvo el mayor desarrollo basal en el estudio, presentando un promedio de 12.6 mm lo cual es significativamente mayor que el resto de los tratamientos, podemos observar también que el tratamiento combinado obtuvo promedios de 12.3 mm a pesar de haber obtenido un alto promedio de incidencia de enfermedades

En los tratamientos Combinado y Micorriza, los resultados obtenidos fueron más bajos que en el NPK presentando promedios de 12.3 y 11.8 respectivamente. El azotobacter y testigo presentaron los más bajos promedios en diámetro basal con 11.3 y 10.4 respectivamente, estos tratamientos también fueron afectados al igual que el resto de tratamientos por las mismas enfermedades, presentado ambos tratamientos una alta mortalidad.

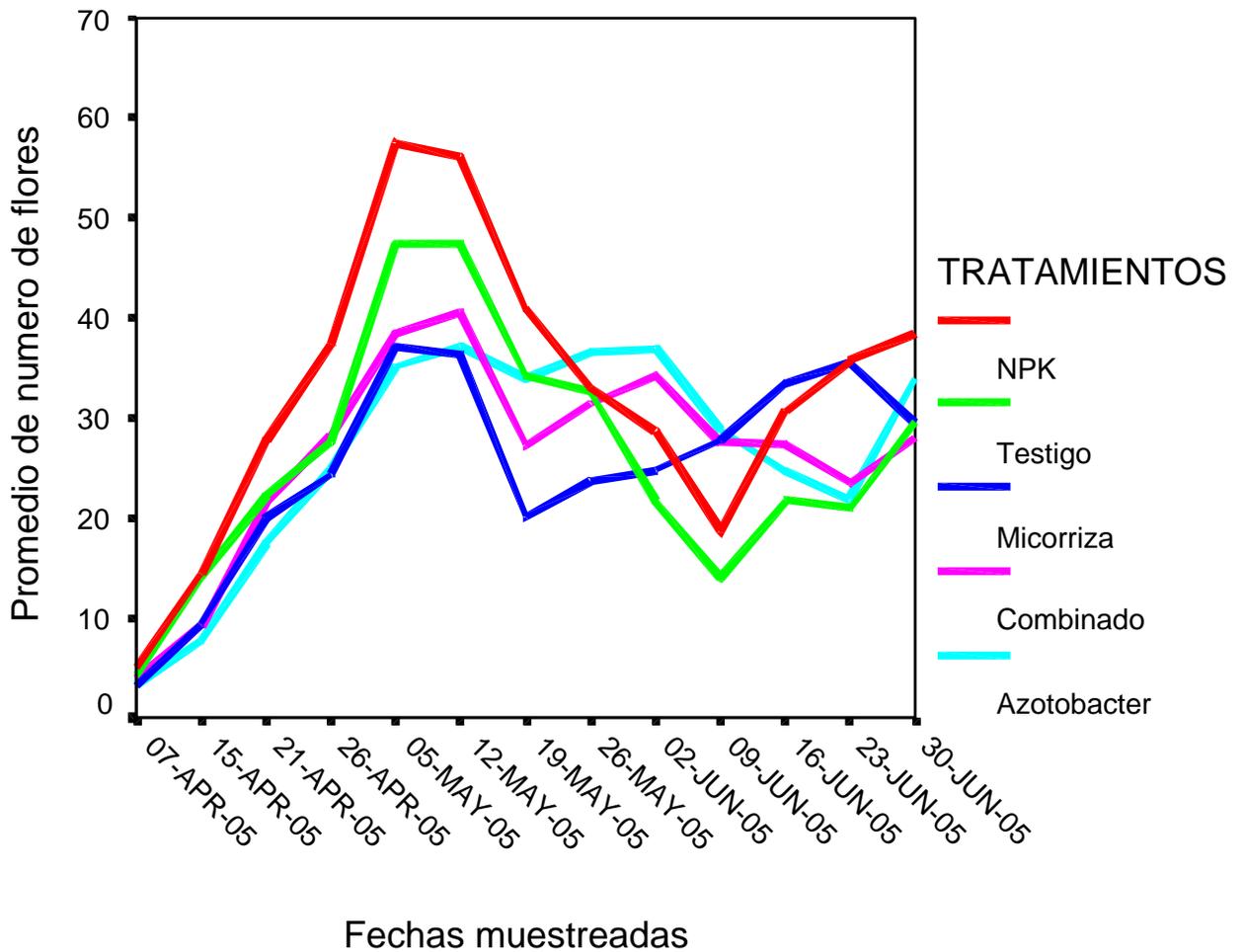


Gráfico 2. Promedio de número de flores por tratamientos.

El número de flores se vio afectado por diversos factores entre los que podemos mencionar vientos, lluvias tempranas, temperaturas extremas y por procesos fisiológicos propios de la planta como es el aborto floral.

A pesar de los factores adversos antes mencionados, el gráfico 2 muestra que el tratamiento NPK presentó un promedio máximo de 59 flores por planta, superando al resto de tratamientos. Este resultado coincide con los rendimientos obtenidos en los cuales se puede apreciar que NPK fue el que presentó mayor número de frutos superando ampliamente al resto de tratamientos.

El tratamiento testigo presentó promedio máximos de 48 flores superando a los tratamientos micorrizas, azotobacter y combinados, sin embargo, estos tres últimos tratamientos obtuvieron una mayor producción que el testigo. Esto se pudo deber a que las micorrizas y azotobacter favorecen la nutrición de la planta lo que influye en la producción de la planta.

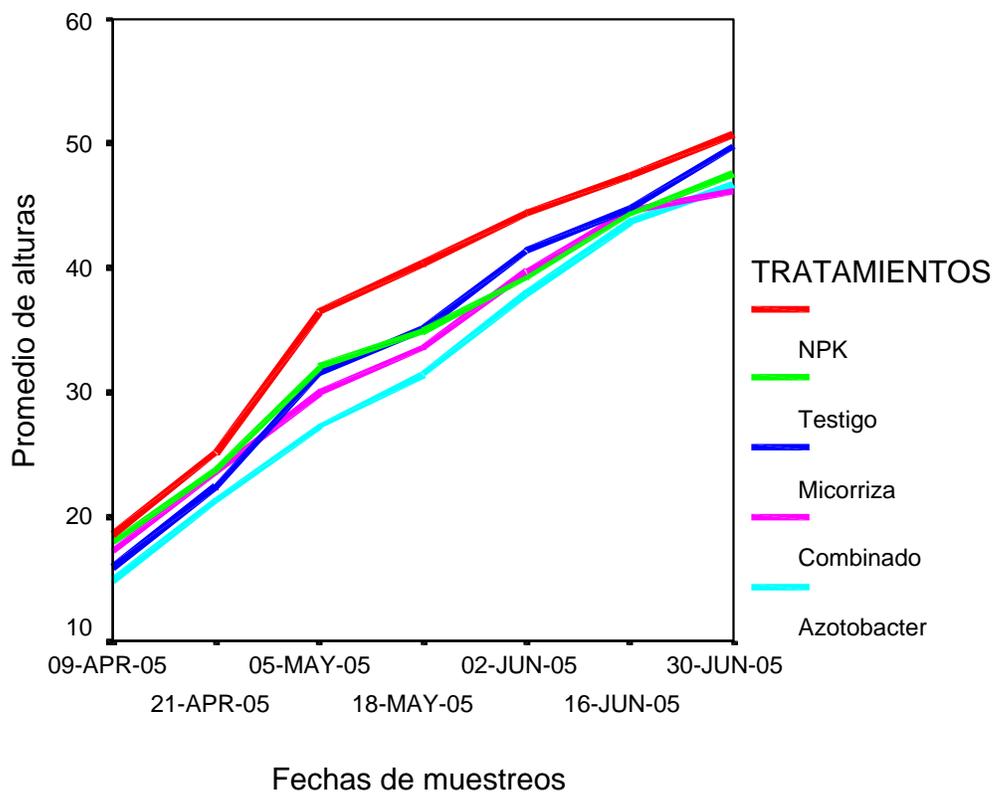


Gráfico 3. Promedio de alturas por tratamientos.

Los promedios de alturas obtenidos en el estudio se presentan en el gráfico 3, en el cual se puede observar que NPK supera nuevamente al resto de tratamientos estudiados. El tratamiento NPK presentó el promedio máximo de altura con 50.5 cm superando a los tratamientos Micorriza y Azotobacter, los cuales presentaron promedios de 49.6 y 45.9 respectivamente. El comportamiento de NPK se debió probablemente al efecto de las fertilizaciones químicas lo que facilitó una rápida absorción de nutrientes, lo cual influyó en la altura de las plantas.

Los demás tratamientos tienen un comportamiento similar, obteniendo promedios menores de alturas demostrando que existe una diferencia significativa con respecto al NPK, sin embargo el crecimiento de las plantas pertenecientes a los tratamientos Micorriza, Azotobacter, Combinado fue lento debido al exceso de humedad y altas temperaturas presentes en las parcelas lo que influye negativamente en el desarrollo de las micorrizas y azotobacter en el suelo.

5.3 Comparación de la producción en dependencia de los tratamientos.

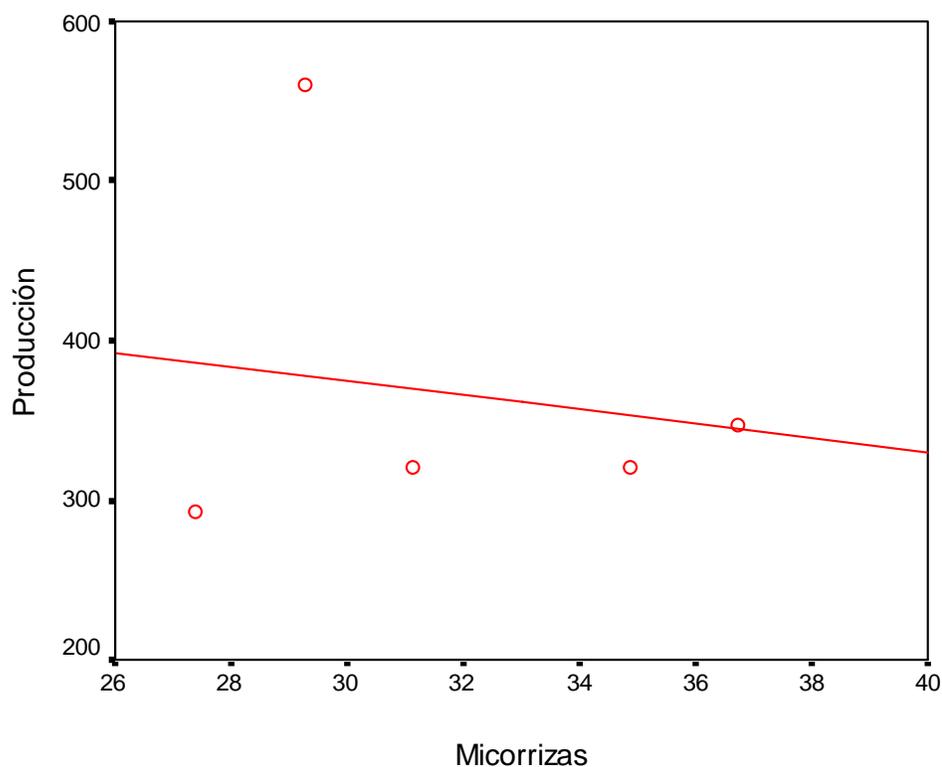


Grafico 4. Correlación de producción vs. Porcentaje de colonización de Micorriza

En el gráfico 4 de correlación se puede observar que el porcentaje de colonización encontrado por tratamientos, aparentemente no influye en los rendimientos. Ya que el tratamiento NPK el cual posee el menor porcentaje de micorrizas presenta los mayores rendimientos con un promedio de 556 frutos. Sin embargo esta correlación no toma en

consideración el hecho de que al tratamiento NPK se aplicaron 4 libras de fertilizante 15-15-15 cada 15 días. Además de esto, el porcentaje de micorrizas presente, corresponde a micorrizas nativas. Por lo que el rendimiento de este tratamiento se vio favorecido tanto por micorrizas nativas así como por la adición de fertilizantes químicos.

Cuando obviamos el tratamiento NPK, y analizamos los tratamientos restantes los resultados que se obtiene indican que si existe relación entre el porcentaje de micorrizas y los rendimientos.

En los tratamientos testigos, azotobacter, combinado y micorrizas, los rendimientos obtenidos son directamente proporcionales al porcentaje de micorrizas presente, en estos se puede observar que a medida que aumenta el porcentaje de colonización de micorrizas aumenta también el rendimiento.

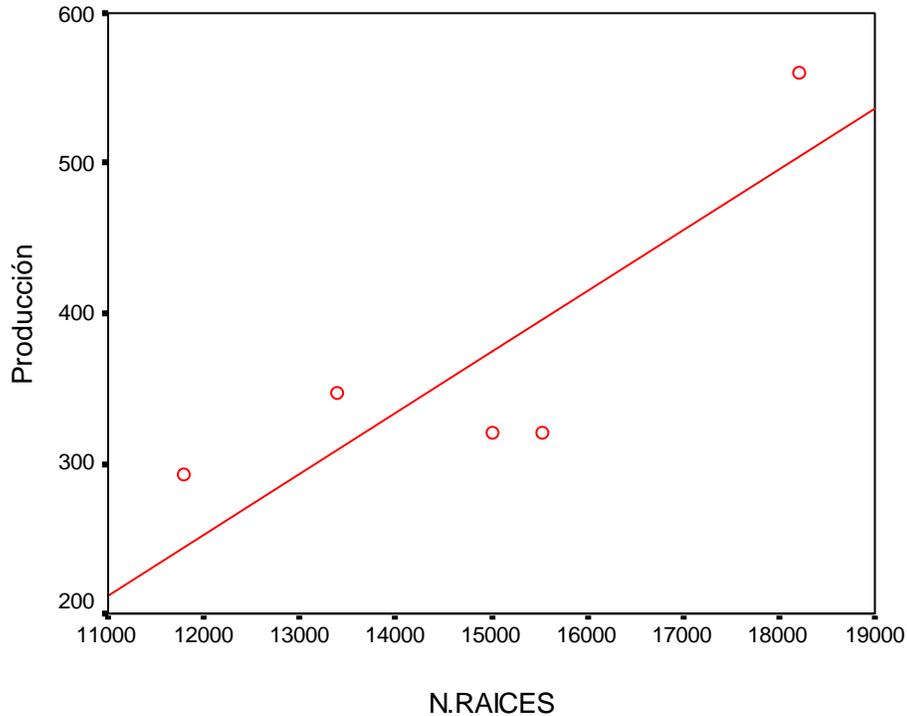


Gráfico 5. Correlación producción vs número de raíces

El gráfico 5 de correlación de Pearson presenta una $R^2 = 0.7$ lo que indica que existe una fuerte relación de dependencia entre los rendimientos y el número de raíces. A medida que aumenta el número de raíces aumentan también los rendimientos.

El tratamiento NPK presenta el mayor número de raíces con un promedio 17,900 raíces por tratamiento. Este tratamiento se vio beneficiado por la aplicación de 15-15-15 y así como también un 29 % de micorrizas nativas lo cual le permitió no solo un mayor número de raíces pero también una mayor producción. El resto de tratamientos se comportó de manera similar presentando promedios que oscilaron entre 13410-14671 raíces por tratamiento. El testigo presentó el más bajo número de raíces con 13135 raíces, lo cual explica en parte los bajos rendimientos obtenidos, ya que se conoce que las raíces juegan un papel importante en la nutrición de la planta. El poseer un mayor número de raíces le provee a la planta un incremento en la absorción y exploración de un mayor volumen de suelo haciendo más eficaz la asimilación de nutrientes (Itzigsohn, et al, 2000).

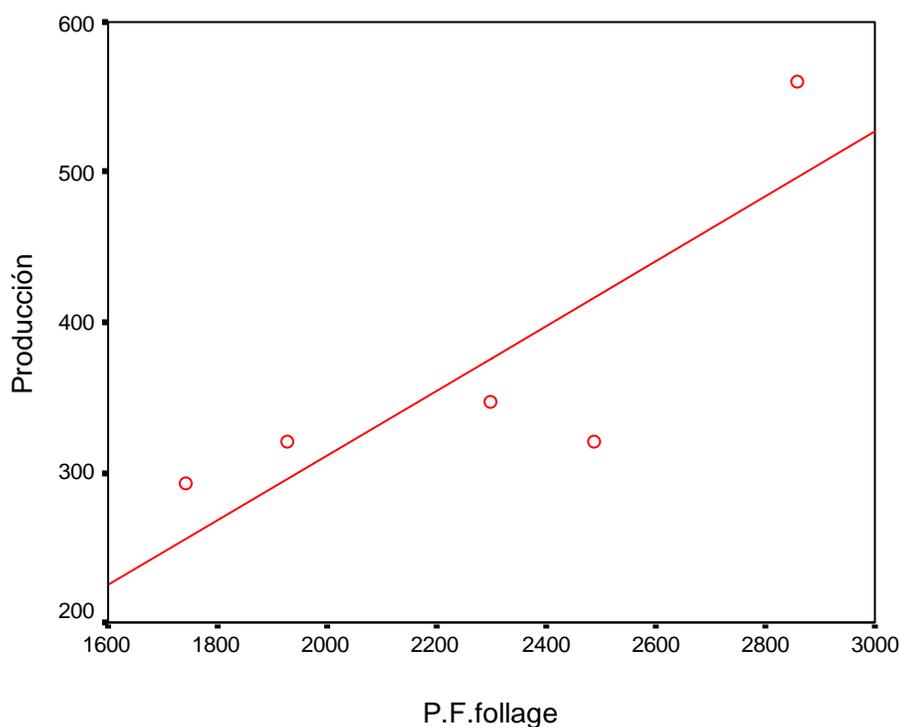


Gráfico 6. Producción vs peso fresco de follaje por tratamientos.

En el gráfico 6 se puede apreciar que existe una fuerte relación de dependencia entre el peso fresco del follaje y el rendimiento.

La literatura reporta que las plantas bien nutridas tienen mayor capacidad fotosintética e incrementan su producción en comparación con las plantas desnutridas (Matías, Ferrera, Torres, 1993). Estos resultados coinciden con los obtenidos en nuestro estudio en el cual se aprecia que los rendimientos del chiltomo poseen una correlación positiva con el follaje.

El tratamiento NPK continuo superando al resto de tratamientos bajo estudio ya que presenta el mayor peso fresco con 2824 g por tratamiento. El resto de tratamientos presento promedios de pesos bajos en comparación con el NPK, oscilando entre 1957 – 2486 g por tratamiento. El testigo presento el mas bajo peso fresco en todo el estudio con 1725 g lo cual coincide con los resultados obtenidos en producción, porcentaje de colonización de micorrizas, diámetro basal y numero de raíces.

VI. Conclusiones

Con la elaboración del presente trabajo podemos concluir:

1. El tratamiento químico obtuvo los mejores resultados durante todas las etapas fenológicas del cultivo. Micorrizas ocupó el segundo lugar y en tercer lugar quedó el tratamiento combinado.
2. La mayor producción la obtuvo el tratamiento NPK con 556 frutos ocupando el segundo lugar Micorriza con 354 frutos, luego el Combinado con 332 frutos, Azotobacter con 312 y Testigo con 280 frutos, comportamiento durante todo el ciclo del cultivo.
3. Las plantas inoculadas con hongos Micorrizogenos y bacterias fijadoras de nitrógeno presentaron una mayor tolerancia a las enfermedades presentes, siendo consideradas una alternativa de manejo para enfermedades.

VI. Recomendaciones

1. Es necesario e importante continuar este tipo de estudio aplicándolo a diferentes cultivos pertenecientes a la familia (Solanaceae) que nos permitan validar que rangos de adaptabilidad tienen estos microorganismos en los suelos de estas zonas.
2. Recomendamos hacer uso de los microorganismos Micorrizas y Azotobacter como una alternativa de manejo teniendo en cuenta la calidad de sus productos y beneficios ambientales que nos proporcionarían en un futuro.
3. Se recomienda realizar estudios de Micorrizas y Azotobacter para determinar las dosificaciones que lograrán los mejores resultados.
4. Se recomienda la utilización de Micorrizas y su efecto Combinado debido a que son más tolerantes al ataque de enfermedades tomándose en cuenta como una alternativa de manejo.

IX. BIBLIOGRAFÍA.

1. Andresson Rodríguez.1994.efecto de la inoculación con Azotobacter y MVA en plantas de yame y cultivos tropicales. La Habana.
2. Anónimo.2000. Biología del nitrógeno. Agencia internacional.
3. Beilby y Kiddy. 1980. Uso de biofertilizantes en la fase de plántula en el cultivo de papa, centro agrícola 2. pp-54.
4. Bolan y Abbot.1983.Aislamiento y caracterización de la actividad antagónica de cepas de rizobios. La Habana pp-91.
5. Bolaños Herrera A. 1998. Introducción a la Olericultura. 1ed. San José.Costa Rica.
6. Boria.1983. Efecto de distintas combinaciones de micorriza en plantas de cafeto. La Habana.
7. Burdman.2000. efecto de distintas combinaciones de Micorriza y azotobacter Chroococcum, sobre diferentes sustratos. La Habana.
8. Casseres.E.1984.Producción de Hortalizas .1ed.IICA.San José. Costa Rica.
9. Cooper. 1993. Cultivos de Hortalizas en el trópico. Zamorano Honduras.
10. Daniels.1978. Evaluación del comportamiento de Micorriza en plantas del trópico. México.
11. Enciclopedia práctica de agricultura y ganadería.2000.
12. Gil. 1995. Aislamiento y caracterización de micorrizas en plantas tropicales. México.
13. González y Lluch.1992.Biología del nitrógeno. Cap I y II.ed Científico Técnico. La Habana.

14. Guía metodológica para el desarrollo de procesos de capacitación participativas en el cultivo del Chiltomo. OPS/OMS. Nicaragua, Managua.2000.
15. Guía del Manejo Integrado de Plagas del cultivo del chile dulce. Centro agronómico enseñanza. Turrialba. Costa Rica.1993.
16. Guía para el manejo de malezas en el cultivo de Chiltomo. CATIE.1993.
17. Guía técnica en cultivo de chiltomo. INTA.2004
18. Harley y Smith. 1998. Efecto de l uso de micorrizas en hortalizas. Costa Rica.
19. Martínez. 1986. Ciclo biológico del nitrógeno. cap II. La Habana
20. Mayea. 1998. Microbiología agropecuaria. Tomo II. La Habana. pp 156.
21. Montes A. 1998. Cultivos de hortalizas en el trópico. Escuela agrícola. Zamorano Honduras
22. Rodelas. 2001. interacción Rhizobium- Azotobacter. Efectos sobre la nodulación y fijación simbiótica del nitrógeno. México
23. Sánchez. 1999. endomicorrizas en agroecosistemas Colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira.
24. Sieverding. 1991. efecto del uso de bacterias solubilizadoras de fósforo en plantas de papa (*Solanum tuberosum*). La habana.
25. Trabanino R.1998. guía para el manejo integrado de plagas invertebradas en Honduras. Zamorano Academia Press. Tegucigalpa, Honduras.
26. Viera. 1986. Evaluación agronómica de la inoculación de hongos micorrizogenos en el cultivo de soya (*Glycine max*). pp 21

ANEXOS

Anexo 1. Comparación múltiple de diámetro de tallo de plantas de chiltomo

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: DTALLO

(I) TRATAM	(J) TRATAM	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD de Tukey	NPK	Testigo	1.85*	.227	.000	1.23	2.47
		Micorriza	1.73*	.222	.000	1.12	2.33
		Combinado	1.47*	.219	.000	.87	2.07
		Azotobacter	1.83*	.219	.000	1.23	2.43
	Testigo	NPK	-1.85*	.227	.000	-2.47	-1.23
		Micorriza	-.12	.232	.984	-.76	.51
		Combinado	-.38	.229	.459	-1.00	.24
		Azotobacter	-.02	.229	1.000	-.65	.61
	Micorriza	NPK	-1.73*	.222	.000	-2.33	-1.12
		Testigo	.12	.232	.984	-.51	.76
		Combinado	-.26	.224	.786	-.87	.36
		Azotobacter	.11	.225	.990	-.51	.72
	Combinado	NPK	-1.47*	.219	.000	-2.07	-.87
		Testigo	.38	.229	.459	-.24	1.00
		Micorriza	.26	.224	.786	-.36	.87
		Azotobacter	.36	.221	.480	-.24	.96
Azotobacter	NPK	-1.83*	.219	.000	-2.43	-1.23	
	Testigo	.02	.229	1.000	-.61	.65	
	Micorriza	-.11	.225	.990	-.72	.51	
	Combinado	-.36	.221	.480	-.96	.24	

*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Anexo 2. Comparaciones múltiples de altura de plantas de chiltomo

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: ALTURA

	(I) TRATAM	(J) TRATAM	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	NPK	Testigo	4.82(*)	1.218	.001	1.49	8.15
		Micorriza	4.14(*)	1.195	.005	.87	7.40
		Combinado	4.20(*)	1.170	.003	1.00	7.39
		Azotobacter	5.93(*)	1.176	.000	2.72	9.14
	Testigo	NPK	-4.82(*)	1.218	.001	-8.15	-1.49
		Micorriza	-.68	1.249	.982	-4.09	2.73
		Combinado	-.62	1.224	.986	-3.97	2.72
		Azotobacter	1.11	1.230	.895	-2.25	4.47
	Micorriza	NPK	-4.14(*)	1.195	.005	-7.40	-.87
		Testigo	.68	1.249	.982	-2.73	4.09
		Combinado	.06	1.202	1.000	-3.23	3.34
		Azotobacter	1.79	1.208	.572	-1.51	5.09
	Combinado	NPK	-4.20(*)	1.170	.003	-7.39	-1.00
		Testigo	.62	1.224	.986	-2.72	3.97
		Micorriza	-.06	1.202	1.000	-3.34	3.23
		Azotobacter	1.74	1.183	.584	-1.50	4.97
	Azotobacter	NPK	-5.93(*)	1.176	.000	-9.14	-2.72
		Testigo	-1.11	1.230	.895	-4.47	2.25
		Micorriza	-1.79	1.208	.572	-5.09	1.51
		Combinado	-1.74	1.183	.584	-4.97	1.50

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Anexo 3. Comparaciones múltiples entre el número de frutos cosechados en plantas de chiltomo.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: N.FRUTOS

	(I) TRATAM	(J) TRATAM	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de NPK Tukey	Testigo	Testigo	1.20(*)	.338	.004	.28	2.12
		Micorrizas	1.20(*)	.334	.003	.29	2.11
		Azotobacter	1.22(*)	.321	.001	.35	2.10
		Combinado	1.30(*)	.323	.001	.41	2.18
	NPK	Testigo	-1.20(*)	.338	.004	-2.12	-.28
		Micorrizas	.00	.352	1.000	-.96	.96
		Azotobacter	.03	.341	1.000	-.91	.96
		Combinado	.10	.343	.998	-.84	1.04
	Micorrizas	NPK	-1.20(*)	.334	.003	-2.11	-.29
		Testigo	.00	.352	1.000	-.96	.96
		Azotobacter	.03	.337	1.000	-.90	.95
		Combinado	.10	.339	.998	-.83	1.03
	Azotobacter	NPK	-1.22(*)	.321	.001	-2.10	-.35
		Testigo	-.03	.341	1.000	-.96	.91
		Micorrizas	-.03	.337	1.000	-.95	.90
		Combinado	.07	.327	.999	-.82	.97
	Combinado	NPK	-1.30(*)	.323	.001	-2.18	-.41
		Testigo	-.10	.343	.998	-1.04	.84
		Micorrizas	-.10	.339	.998	-1.03	.83
		Azotobacter	-.07	.327	.999	-.97	.82

* La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

Anexo 4. Porcentaje de colonización de Micorrizas por tratamiento.

Porcentaje de colonización de Micorrizas por tratamientos

Tratamiento	% de colonización de Micorrizas
1(NPK)	29.3
2 (Testigo)	27.8
3 (Micorriza)	36.4
4 (Combinado)	34.5
5 (Azotobacter)	30.9

Anexo 5. Producción total por tratamientos.

Producción total por tratamientos

Tratamientos	Producción
1(NPK)	556 frutos
2 (Testigo)	280 frutos
3 (Micorriza)	354 frutos
4 (Combinado)	332 frutos
5 (Azotobacter)	312 frutos

MAPA DE LA PARCELA DE CHILTOMO

