

**Efecto de las infecciones virales en el
desarrollo del cultivo de chile dulce
(*Capsicum annuum* L.) inoculado con
Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) y
*Trichoderma harzianum***

Darío Javier Chávez Velásquez

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Noviembre, 2005

**Efecto de las infecciones virales en el
desarrollo del cultivo de chile dulce
(*Capsicum annuum* L.) inoculado con
Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) y
*Trichoderma harzianum***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Darío Javier Chávez Velásquez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Darío Chávez

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2005

Efecto de las infecciones virales en el desarrollo del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) inoculado con Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) y *Trichoderma harzianum*

Presentado por:

Darío Javier Chávez Velásquez

Aprobado:

Alfredo Rueda, Ph. D.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph. D.
Encargado área de Fitotecnia/ CCPA

Gloria Arévalo de Gauggel, M. Sc.
Asesor

Abelino Pitty, Ph. D.
Director Interino Carrera de Ciencia
y Producción Agropecuaria

Antonio Jaco, Agr. Lic. Admón.
Asesor

George Pilz, Ph. D.
Decano Académico

Rogelio Trabanino, M. Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

DEDICATORIA

A mis padres, como fruto de su confianza y esfuerzo por permitirme cumplir con mis sueños y anhelos.

A mis hermanos, por cada una de las cosas que he podido aprender de ellos y por la dedicación que pusieron para que yo llegara a ser mejor.

A Esteban, Byron, Santiago y Alejandro por haber pasado en momentos buenos y malos junto a mí.

A Ricardo por ser un buen amigo y hermano, y por compartir sus vivencias conmigo.

A mi siempre recordado amigo Mario que estés donde estés gracias por todo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que permitieron la realización de este trabajo.

A la sección de cultivos orgánicos y a todas las personas que la conforman por su ayuda incondicional.

Al Dr. Alfredo Rueda por su apoyo a cada momento y por tener confianza en lo que se podía lograr.

Al Ing. Antonio Jaco y al Ing. Octavio Ávila por su tiempo utilizado en consejos y ayuda para la realización de este proyecto.

A Julia, Melina, Ana y Diego por colaborarme en el establecimiento del ensayo.

A mis asesores por su dedicación.

RESUMEN

Chávez, Darío. 2005. Efecto de las infecciones virales en el desarrollo del cultivo de chile dulce (*Capsicum annuum* L.) inoculado con Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) y *Trichoderma harzianum*. Proyecto especial para el programa de Ingeniería en Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 28 p.

Es difícil evaluar las pérdidas en rendimiento debido a enfermedades de las plantas ya que están afectadas también por la genética del hospedante, por el suelo y factores nutricionales, y por condiciones ambientales. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de las infecciones virales en plantas de chile dulce inoculadas con VAM y *Trichoderma harzianum* como técnicas para el manejo de cultivares bajo el concepto de agricultura orgánica o sostenible. Se realizó un ensayo con cuatro rangos de severidad de virus y con cuatro tratamientos para cada nivel, éstos consistieron en la aplicación o no de *Trichoderma harzianum* adicionado a la inoculación o no de VAM. El estudio se efectuó entre mayo y septiembre de 2005. Se utilizó un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 4$ en un diseño completamente al azar (DCA). Se inoculó con VAM al momento del transplante y una semana después se colocó la solución de *Trichoderma harzianum*. Para todos los rangos de severidad del ataque de virus se encontraron diferencias significativas con respecto a las plantas sanas ($P < 0.05$). Para el rango de severidad leve hubo una reducción para altura (18%), botones florales (22%), flores (22%), frutos cuajados (21%), rendimiento total (34%) y frutos (22%). Para el rango de severidad moderado con respecto a las plantas sanas hubo una reducción para altura (25%), botones florales (26%), flores (24%), frutos cuajados (38%), rendimiento total (43%) y frutos (36%). Finalmente, para el rango de severidad severo con respecto a las plantas sanas hubo una reducción para altura (27%), botones florales (23%), flores (27%), frutos cuajados (43%), rendimiento total (50%) y frutos (46%). El uso de *Trichoderma harzianum* incrementó la altura de las plantas con respecto a las plantas sanas en un 8% para el rango de severidad leve ($P = 0.01$) y en un 10% para el rango de severidad severo ($P = 0.01$). La inoculación con VAM aumentó la producción de flores en un 22% para las plantas sanas ($P < 0.05$) y redujo la altura en un 6% para el rango de severidad severo ($P = 0.04$). Se concluyó que la interacción de *Trichoderma harzianum* y VAM no presentó algún beneficio en frutos ni rendimiento producido en presencia del virus. Se recomendó realizar un tratamiento preventivo en el cultivo para evitar la infección con virus; estudiar de manera separada *Trichoderma harzianum* y VAM para identificar el comportamiento de cada uno de ellos en presencia del virus; además de continuar con los ensayos para obtener mayor información.

Palabras clave: Antagonismo, control biológico, rangos de severidad, simbiosis, virus.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 UBICACIÓN Y ÁREA.....	4
2.2 CULTIVAR	4
2.3 SUSTRATOS.....	4
2.4 BOLSAS	5
2.5 COBERTOR PLÁSTICO	5
2.6 TUTOREO	5
2.7 RIEGO	5
2.8 FERTILIZACIÓN.....	5
2.9 COSECHA.....	5
2.10 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS.....	8
3.1.1 Altura de las plantas en centímetros	8
3.1.2 Botones florales	9
3.1.3 Flores.....	9
3.1.4 Frutos cuajados	12
3.1.5 Frutos totales producidos por planta.....	14
3.1.6 Rendimiento total en kilogramos por hectárea	14
4. CONCLUSIONES.....	17
5. RECOMENDACIONES	18
6. BIBLIOGRAFÍA.....	19
7. ANEXOS.....	21

ÍNDICE DE CUADROS

1. Altura promedio de las plantas de chile dulce para el ensayo.	8
2. Botones florales totales producidos por chile dulce.	11
3. Flores totales producidas en chile dulce.	11
4. Frutos cuajados totales en chile dulce.....	14
5. Número de frutos totales producidos en chile dulce.....	16
6. Rendimiento total en chile dulce.....	16

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Altura de las plantas en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción <i>T. harzianum</i> × VAM.....	10
2. Botones florales en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción <i>T. harzianum</i> × VAM.....	12
3. Flores producidas en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción <i>T. harzianum</i> × VAM.....	13
4. Frutos cuajados totales en relación a los rangos de severidad de virus para la interacción <i>T. harzianum</i> × VAM.....	15

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Análisis del sustrato del macrotúnel de la sección de producción orgánica.	21
2. Análisis de nutrientes del bokashi producido en la sección de agricultura orgánica....	22
3. Distribución de los tratamientos dentro del macrotúnel.	23
4. Resultado de diagnóstico laboratorio de fitopatología.....	24
5. Diagramas estándares para estimar severidades reales de enfermedades en plantas....	28

1. INTRODUCCIÓN

Es difícil evaluar las pérdidas en rendimiento debido a enfermedades de las plantas ya que están afectadas también por la genética del mismo hospedante, por el suelo y los factores nutricionales, y por las condiciones ambientales (Castaño-Zapata 1994).

Las causas primarias de enfermedad son los patógenos o factores presentes en el ambiente físico, pero los mecanismos específicos varían considerablemente con el agente causal y algunas veces con la planta. Al principio la reacción de la planta al agente causal de la enfermedad es en el sitio de infección, siendo de naturaleza química e invisible; sin embargo, la reacción llega a ser más intensa y ocurren cambios histológicos que se manifiestan microscópicamente y constituyen los síntomas de la enfermedad (Castaño-Zapata 1994).

Los principales híbridos cultivados de chile dulce son: Nathalie, Melody, Dominó, Quetzal, Tikal y Lido. Su ciclo vegetativo se ubica entre 90 y 100 días, se cultivan entre los 0 a 2300 msnm, su rendimiento aproximado está entre 16 a 22 t/ha (CENTA 2000).

Uno de los problemas que afectan a la producción hortícola son las infecciones virales. En un estudio realizado en el año 2001 se muestra que de un total de 61 muestras de chile recolectados entre marzo y junio, en la época seca se encontró una infección entre el 50% y el 88% por geminivirus (Bermeo 2001).

El geminivirus es transmitido por un vector: *Bemisia tabaci* de la familia Aleyrodidae. Entre los síntomas se identifican enanismo de las hojas, mosaico verde amarillo, acaparamiento, engrosamiento de las venas y limitado número de flores y frutos. El control dentro de este tipo de virus consiste principalmente en la eliminación de las fuentes de virus y el control de la mosca blanca (Sherf y Macnab 1983).

La agricultura orgánica es definida como un sistema que excluye el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas, y reguladores de crecimiento (USDA 1980). En el caso de la producción orgánica hortícola en invernaderos debe ser regularmente practicada por agricultores certificados orgánicamente (Greer y Diver 2000).

Dentro de las técnicas para el manejo de cultivares bajo el concepto de agricultura orgánica o sostenible, las micorrizas constituyen un valioso insumo natural para el mejoramiento nutricional de las plantaciones del trópico y subtropical, ya que son microorganismos que estimulan el desarrollo del sistema radicular de los vegetales potencializando la nutrición y controlando el ataque de microorganismos patógenos, como pueden ser los hongos y nemátodos establecidos en el suelo (Rosas 2003).

Desde el punto de vista nutricional, el mayor beneficio que las plantas derivan de la micorriza es un mayor crecimiento debido a un incremento en la absorción de P cuando este elemento es limitante. Teniendo la mayor parte de los suelos tropicales poca disponibilidad de P para las plantas, la utilidad de las micorrizas en estas condiciones resulta obvia. Cuando el P no es limitante, el beneficio puede ser nulo o reducido, según el grado de dependencia micorrízica de la planta. Es conocido además que altos niveles de P inhiben la simbiosis (Blanco y Salas 1997).

La Micorriza Vesículo Arbuscular (VAM) se forma entre hongos ficomicetos, pertenecientes a la familia *Endogonaceae*, orden *Endagonales*, clase de los *Zigomicetos*. Se conocen varios géneros de hongos que forman simbiosis VAM; entre estos géneros se encuentran: *Glomus*, *Entrophospora*, *Gigaspora*, *Sclerocystis*, *Scutellospora*, *Acaullospora* y *Endogone* (Rosas 2003).

Adicional a las prácticas tradicionales se ha utilizado en varias investigaciones *Trichoderma harzianum*, como un agente de biocontrol, ocupando así un lugar importante dentro de las técnicas de manejo de enfermedades de las plantas causadas por los patógenos fúngicos del suelo, dentro de los cuales se pueden identificar los géneros *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Phytophthora* y *Fusarium* entre otros (Stefanova *et al.* 1999).

La posibilidad de controlar hongos patógenos con microorganismos antagónicos introducidos como sustitutos o en combinación con bajas dosis (sub-letales) de fungicidas ha sido largamente considerado y estudiado. El uso potencial para las especies de *Trichoderma* como agentes de biocontrol fue sugerida hace 50 años por Weindling, citado por Chet (1990) quien fue el primero en demostrar la actividad parasítica de los miembros de este género a patógenos como *Rhizoctonia solani* (Chet 1990)

Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados dentro del control de enfermedades causadas por hongos, poseen facilidad para ser aisladas y cultivadas, crecimiento rápido en un gran número de sustratos y no atacan a cultivos superiores; estas desplazan al fitopatógeno por competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos y parasitismo directo (Ezziyyani *et al.* 2004).

Se ha identificado que *Trichoderma* spp. produce una serie de sustancias de las cuales más de 300 compuestos de estos metabolitos secundarios han sido descritos hasta la fecha; como es el caso de peptaiboles y de peptaibióticos, que son polipéptidos antipáticos lineares. Estos compuestos son formados por 5-20 aminoácidos y son generalmente producidos por mezclas micro-heterogéneas. Los peptaiboles y peptaibióticos muestran interesantes propiedades físico-químicas y biológicas incluyendo la formación de poros en la doble capa de la membrana de lípidos, como también función antibacterial, antifúngica y ocasionalmente presenta actividades antivirales, incluso puede estimular la resistencia de las plantas (Szekeres *et al.* 2005).

Este estudio evaluó el efecto de las infecciones virales en plantas de chile dulce inoculadas con Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) y *Trichoderma harzianum* desde el punto de vista agronómico, y determinó la influencia dentro de la producción agrícola en Zamorano. Los objetivos específicos fueron evaluar el efecto de VAM y/o *Trichoderma harzianum* y su interacción en relación con los rangos de severidad del virus.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 UBICACIÓN Y ÁREA

El estudio se efectuó entre los meses de mayo y septiembre de 2005 en la sección de Cultivos Orgánicos de Zamorano, ubicada en el valle del río Yeguaré a 30 km de la ciudad de Tegucigalpa, a 14° latitud norte y 87° longitud oeste. La altitud es de 800 msnm, la temperatura promedio anual de 24 °C y la precipitación anual de 1,200 mm (Estación meteorológica EAP 2004). El experimento se desarrolló en el macrotúnel de esta sección, con una dimensión de 45 × 10 m.

2.2 CULTIVAR

En este ensayo se utilizó el híbrido Lido, casa comercial estadounidense Seminis (USA), la plántula se produjo en pilón en la unidad de producción de plántulas de Horticultura.

2.3 SUSTRATOS

Los sustratos utilizados fueron dos. Las proporciones de los sustratos fueron las siguientes, dependiendo de la fase del cultivo:

- Sustrato semillero: 50% de peat most (“Sunshine mix”), 25% de humus y 25% de bokashi. Este fue utilizado como medio de cultivo para las bandejas.
- Sustrato macrotúnel: 50% de casulla de arroz, 34% de compost (llevó gallinaza y lombri-humus) y 16% de arena. Utilizado dentro de los 450 m² que posee el macrotúnel en un total de 1200 bolsas.

El sustrato se desinfectó utilizando una caldera que emite vapor de agua a 70 °C por períodos de 4 horas; en dos tandas de 2 × 1.5 × 1 m. Posterior a este proceso se ubicó el medio en una base plástica, con el fin de evitar contaminación cruzada por parte del ambiente y otros vectores. Se analizó el extracto de saturación en agua de medio de crecimiento (Anexo 1) en el laboratorio de Suelos de Zamorano.

2.4 BOLSAS

El material de las bolsas fue polietileno, la dimensión de las mismas fue de 19 cm de diámetro por 16 cm de alto (0.0045 m^3) y con un grosor de 4 milésimas de pulgada, de color negro y perforadas. En un área de 450 m^2 se ubicaron 1200 bolsas en cuatro camas de doble hilera, teniendo así 150 bolsas por hilera; las bolsas fueron llenadas con 2.5 L/bolsa de sustrato.

2.5 COBERTOR PLÁSTICO

Se utilizó un cobertor plástico de color plateado para las camas para evitar el crecimiento de malezas y permitir un mejor control de las enfermedades en el cultivo. El cobertor tuvo las siguientes dimensiones: 0.75 m de ancho por 45 m de largo por 1.25 milésimas de pulgada.

2.6 TUTOREO

Se realizó a las cinco semanas después del transplante. Se usaron estacas de madera de 1 m de alto y 2 m de distancia una de otra. Se utilizó cabuya a doble línea a 25 cm de separación de hilera a hilera; se levantaron dos pisos de cabuya.

2.7 RIEGO

Dentro del ensayo, se utilizaron mangueras por goteo con una descarga de 3 L/h. El macrotúnel se regó dos veces por día con una duración de 15 min, siguiendo las recomendaciones utilizadas en la sección de cultivos hortícolas.

2.8 FERTILIZACIÓN

Se tomó el programa de fertilización que se aplica dentro de la sección de agricultura orgánica. Cada 15 días a partir del transplante se procedió a colocar 0.05 kg/planta de bokashi. Se decidió continuar con esta fertilización debido al análisis realizado en el bokashi (Anexo 2).

2.9 COSECHA

Se inició el 27 de julio de 2005 y continuó hasta el 17 de agosto de 2005. Se realizaron cuatro cosechas, en las cuales se recogió todo fruto que presentó madurez (estándares del mercado). Posterior a las cosechas se procedió a contar y pesar los frutos de cada tratamiento.

2.10 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

Establecimiento del ensayo en el semillero

El ensayo se estableció en el invernadero para producción de plántulas para el cual se utilizaron ocho bandejas de germinación de 200 celdas cada una. Se utilizó el sustrato semillero antes mencionado, este se usó como medio estándar para la producción orgánica sin promotores de crecimiento ni fertilizantes.

La siembra se realizó el 5 de mayo de 2005. La ubicación de las bandejas en el invernadero fue de acuerdo a las necesidades de control en cuanto a parámetros de manejo orgánicos.

Evaluación en el macrotúnel

Una vez listas las plántulas fueron llevadas al macrotúnel de producción del programa de agricultura orgánica para ser transplantadas (Anexo 3). Anterior a la siembra se procedió a inocular con micorrizas a razón de 60 g por bolsa a las plantas seleccionadas al azar en el macrotúnel. Después de cuatro días a partir del trasplante se colocó una solución de *Trichoderma harzianum* en concentración de $2-3 \times 10^9$ conidios/g, con una dosificación de 6 g de *T. harzianum* en 30 L de agua; se aplicaron 50 ml por planta.

El trasplante se realizó el 3 de junio de 2005, a doble hilera con un distanciamiento de 0.3 m entre plantas y 0.75 m entre cama; de cama a cama había un distanciamiento de 1.4 m con un total de cuatro camas de doble hilera, se contó con 450 m², dando una densidad de 26,700 plantas/ha.

A los 36 días después del trasplante comenzaron a identificarse los primeros síntomas de virus que aparecieron en el ensayo de manera natural, se tomó una muestra representativa que serviría para verificarse que los síntomas pertenecían a geminivirus (Anexo 4); se estableció con estas plantas cuatro rangos de severidad de virus: plantas sanas, rango de severidad leve, rango de severidad moderado y rango de severidad severo (Anexo 5). Para cada uno de estos rangos se seleccionaron 40 plantas, y dentro de estos se ubicaron las interacciones entre los tratamientos de *Trichoderma harzianum* y micorrizas seleccionadas, formando de esta manera un total de 160 plantas seleccionadas.

Las variables medidas en el ensayo fueron: altura semanal de las plantas, número de botones, número de flores, número de frutos cuajados, rendimiento total, frutos totales producidos.

Altura de la planta: Se realizaron mediciones a partir de la base de la planta en contacto con la superficie del sustrato hacia el meristemo apical de cada una de las plantas en cada uno de los rangos y en su grupo respectivo, esto fue hasta iniciar la cosecha.

Número de botones, flores y frutos cuajados: Se realizaron mediciones semanales desde el transplante; se contabilizó el número de botones, flores y frutos cuajados presentes por cada planta al momento de la medición.

Rendimiento: La unidad de peso fue el kilogramo. El peso de los frutos se realizó en cada una de las plantas, en cada uno de los rangos de severidad de virus y en su grupo respectivo.

Frutos producidos: Se contó el total de frutos producidos para cada una de las plantas, en cada uno de los rangos de severidad de virus y en su grupo respectivo.

Diseño Experimental

Se utilizó un arreglo factorial de $2 \times 2 \times 4$ en un diseño completamente al azar (DCA). El factor A: con o sin *T. harzianum*, el factor B: con y sin Mycoral[®], el factor C: plantas sanas, rango de severidad leve, rango de severidad moderado y rango de severidad severo. Se tomaron 160 plantas en total, 40 plantas para cada rango y 10 plantas para cada una de las interacciones entre *T. harzianum* y Mycoral[®].

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los datos obtenido en el macrotúnel se utilizó el programa estadístico “Statistical Analysis System” (SAS[®] 2000) utilizando un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias LSD, con un nivel de significancia de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS AGRONÓMICOS

3.1.1 Altura de las plantas en centímetros

El virus causó un descenso en la altura con respecto a las plantas sanas de un 18% para el rango de severidad leve (SL), un 25% para el rango de severidad moderada (SM) y un 27% para el rango de severidad severa (SS) ($P < 0.01$) como resultado de la reducción en la actividad metabólica de las células y de la planta, debido a la infección viral (Cuadro 1).

Cuadro 1. Altura promedio de las plantas de chile dulce para el ensayo.

Rango de severidad	Tratamientos		Altura (cm)	
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral®	Por tratamiento	Promedio
Sana	Con	Con	64.4 a [§]	67.4 a [§]
	Con	Sin	70.4 a	
	Sin	Con	67.6 a	
	Sin	Sin	66.7 a	
Leve	Con	Con	56.9 bc	55.2 b
	Con	Sin	57.5 b	
	Sin	Con	51.9 de	
	Sin	Sin	54.0 cd	
Moderada	Con	Con	51.6 de	50.8 c
	Con	Sin	51.7 de	
	Sin	Con	47.5 ef	
	Sin	Sin	51.7 de	
Severa	Con	Con	51.0 de	49.0 c
	Con	Sin	51.7 de	
	Sin	Con	44.2 f	
	Sin	Sin	49.2 e	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD ($P < 0.05$).

En general, la altura de las plantas ($P=0.01$) aumentó en un 5% con el uso de *Trichoderma harzianum* frente aquellas en que no se colocó. El uso de Micorrizas Vesículo Arbusculares (VAM) presentó una reducción del 3% en la altura con respecto al testigo, esto se atribuyó posiblemente a que los virus no tienen un metabolismo propio, necesitan el metabolismo de una célula viva, por lo cual el virus al encontrarse con las células en plena actividad con VAM puede presentar una incidencia mayor, según Raddatz (2001) no hay suficientes resultados científicos que permitan tener una conclusión general sobre este efecto.

Para las plantas sanas y rango de SL mayor altura fue lograda con *Trichoderma harzianum* y sin VAM, en el caso del rango de SL se mantuvo hasta los 48 días después del transplante (DDT). En el rango de SM y rango de SS a partir de los 36 hasta los 48 DDT se mantuvo superior el efecto con *T. harzianum* y con VAM, a partir los 48 DDT se obtuvo mayor altura con *Trichoderma harzianum* y sin VAM. Finalmente, tanto para el rango de SL, SM y SS de virus se presentó que la menor altura se obtuvo sin *T. harzianum* y con VAM (Figura 1).

3.1.2 Botones florales

Se identificó entre un 22 a 25% de reducción en la producción de botones florales en el cultivo comparado con las plantas sanas debido al virus para los rangos de severidad leve, moderada y severa ($P<0.01$) (Cuadro 2).

Para las plantas sanas y el rango de SL se presentó la mayor producción de botones florales con *T. harzianum* y sin VAM a los 48 DDT. Para el rango de SM hubo mayor número de botones por parte del testigo hasta los 48 DDT, punto en el cual comenzó a igualarse en producción con los otros tratamientos. Finalmente, para el rango de SS el tratamiento con *T. harzianum* y con VAM como el testigo presentaron mayor producción de botones florales y como menor el tratamiento sin *T. harzianum* y con VAM (Figura 2).

3.1.3 Flores

Se presentó mayor desarrollo floral en las plantas sanas en relación con los demás rangos de severidad de virus ($P<0.01$), en los rangos de SL, SM y SS se produjo un descenso del 22 al 27% (Cuadro 3).

Para las plantas sanas, rango de SL, rango de SM y rango de SS no hubo diferencias significativas con el uso de *Trichoderma harzianum* ($P>0.05$); como tampoco con la inoculación de VAM ($P>0.05$).

Para las plantas sanas y el rango de SL se presentó mayor número de flores a los 48 DDT con el tratamiento con *Trichoderma harzianum* y sin VAM. Igualmente, en el rango de SM y SS para los 48 DDT se identificó mayor producción de flores para el tratamiento con *T. harzianum* y con VAM. El menor número de flores para las plantas sanas y las

plantas del rango de SS a los 48 DDT fue producido por el tratamiento sin *T. harzianum* y con VAM (Figura 3).

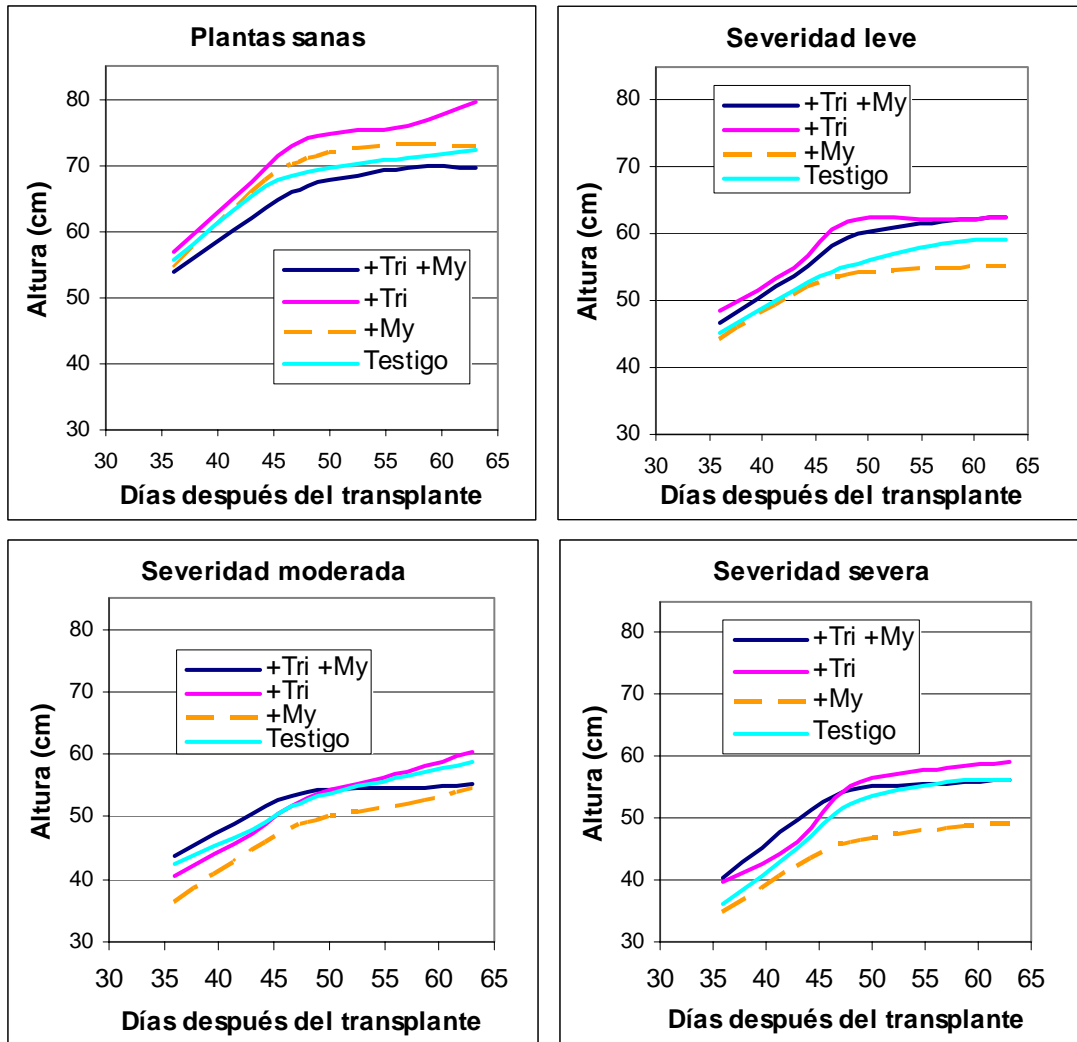


Figura 1. Altura de las plantas en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción *T. harzianum* × VAM.

+Tri +My = Con *Trichoderma harzianum* y con VAM; +Tri = Con *T. harzianum* y sin VAM; + My = Sin *T. harzianum* y con VAM; testigo = Sin *T. harzianum* y sin VAM.

Cuadro 2. Botones florales totales producidos por chile dulce.

Rango de severidad	Tratamientos		Botones florales totales		Promedio
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral [®]	Por tratamiento		
Sana	Con	Con	57.6	bc [§]	63.0 a
	Con	Sin	68.2	a	
	Sin	Con	62.1	bc	
	Sin	Sin	64.0	bc	
Leve	Con	Con	48.4	cd	49.1 b
	Con	Sin	54.5	bc	
	Sin	Con	45.4	cd	
	Sin	Sin	48.0	cd	
Moderada	Con	Con	43.9	cd	46.9 b
	Con	Sin	46.9	cd	
	Sin	Con	43.5	cd	
	Sin	Sin	53.3	bc	
Severa	Con	Con	53.5	bc	48.7 b
	Con	Sin	46.4	cd	
	Sin	Con	39.9	d	
	Sin	Sin	55.1	bc	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD (P<0.05).

Cuadro 3. Flores totales producidas en chile dulce.

Rango de severidad	Tratamientos		Flores totales		Promedio
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral [®]	Por tratamiento		
Sana	Con	Con	25.9	ab [§]	26.9 a
	Con	Sin	32.0	a	
	Sin	Con	22.9	b	
	Sin	Sin	26.8	ab	
Leve	Con	Con	20.6	b	21.1 b
	Con	Sin	25.7	ab	
	Sin	Con	18.8	b	
	Sin	Sin	19.3	b	
Moderada	Con	Con	19.7	b	20.5 b
	Con	Sin	20.8	b	
	Sin	Con	19.8	b	
	Sin	Sin	21.8	b	
Severa	Con	Con	22.4	b	19.7 b
	Con	Sin	19.5	b	
	Sin	Con	15.6	b	
	Sin	Sin	21.2	b	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD (P<0.05).

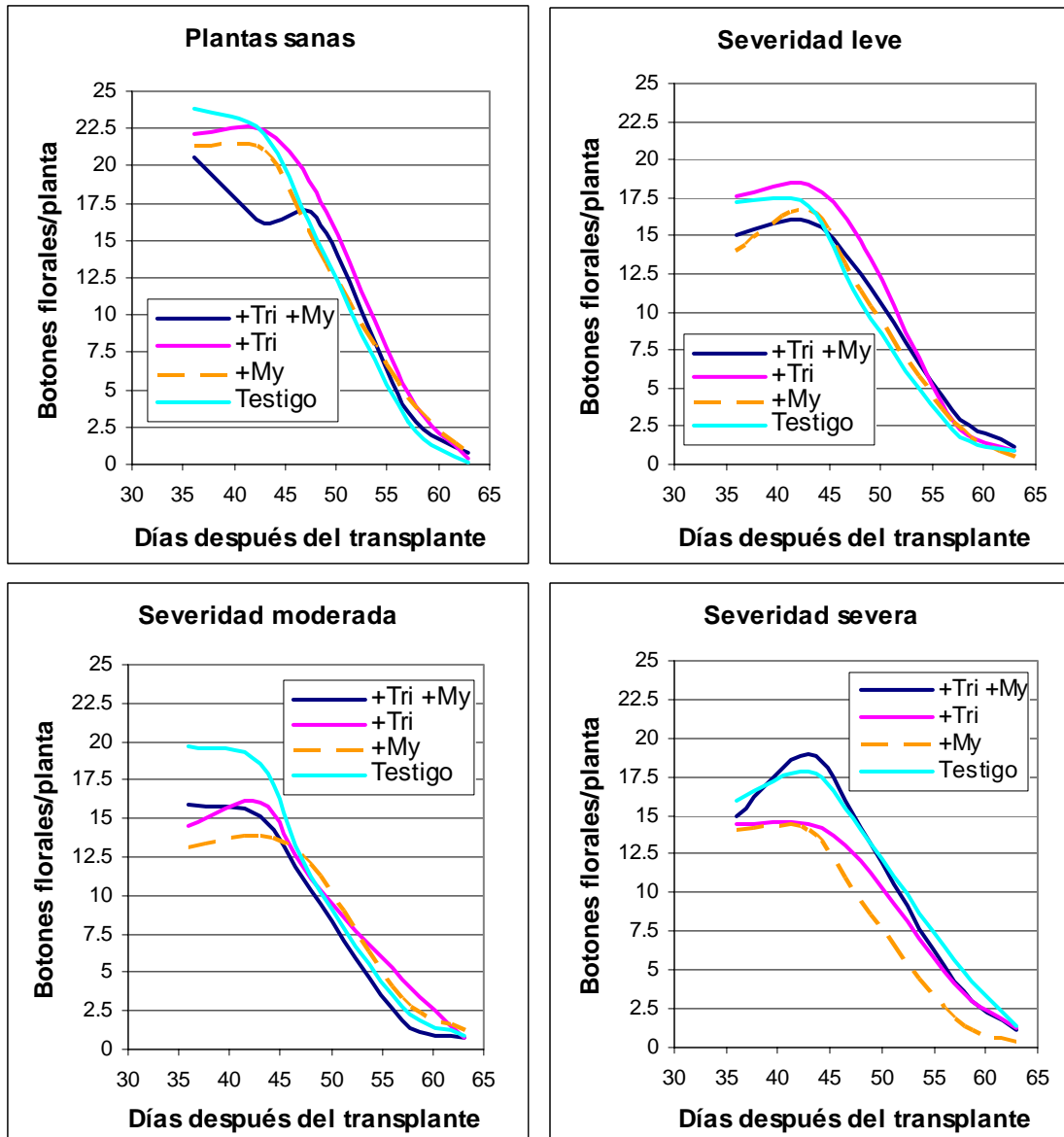


Figura 2. Botones florales en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción *T. harzianum* × VAM.

+Tri +My = Con *Trichoderma harzianum* y con VAM; +Tri = Con *T. harzianum* y sin VAM; + My = Sin *T. harzianum* y con VAM; testigo = Sin *T. harzianum* y sin VAM.

3.1.4 Frutos cuajados

El rango de SL presentó un 21% menos de frutos cuajados con respecto a las plantas sanas, y entre 38 y 43% de reducción de frutos para los rangos de SM y de SS ($P < 0.01$). Para la inoculación con VAM no se presentó diferencias significativas ($P = 0.86$), como tampoco para el uso de *Trichoderma harzianum* ($P = 0.09$) (Cuadro 4).

En el rango de SL se observó a los 48 DDT un mayor número de frutos cuajados para el tratamiento con *Trichoderma harzianum* y sin VAM, esto después decrece. Igualmente, a los 48 DDT el rango de SM y el rango de SS presentó con *T. harzianum* y con VAM la mejor respuesta (Figura 4).

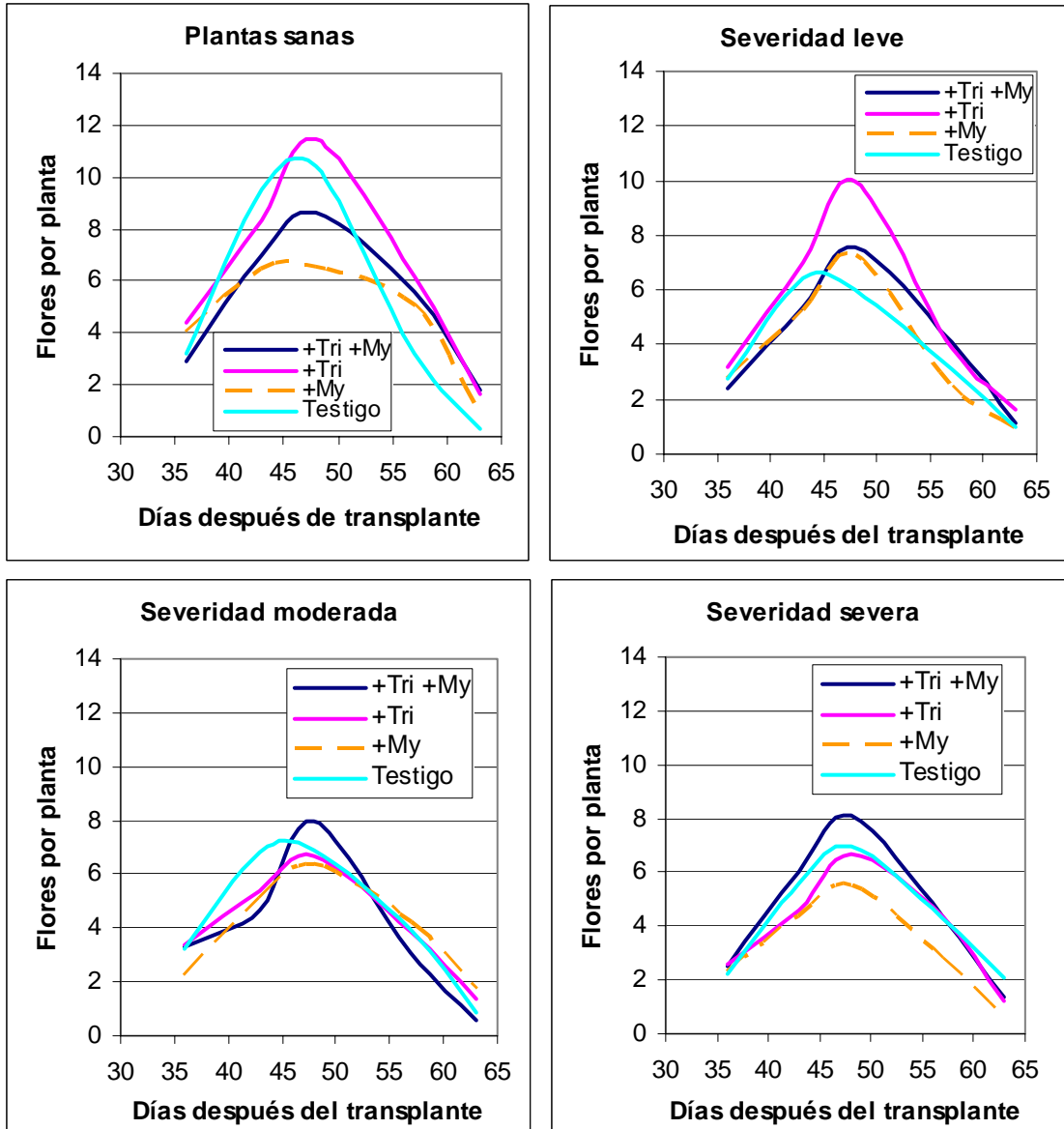


Figura 3. Flores producidas en relación con los rangos de severidad de virus para la interacción *T. harzianum* × VAM.

+Tri +My = Con *Trichoderma harzianum* y con VAM; +Tri = Con *T. harzianum* y sin VAM; +My = Sin *T. harzianum* y con VAM; testigo = Sin *T. harzianum* y sin VAM.

Cuadro 4. Frutos cuajados totales en chile dulce.

Rango de severidad	Tratamientos		Frutos cuajados		Promedio
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral®	Por tratamiento		
Sana	Con	Con	23.9	ab [§]	25.8 a
	Con	Sin	28.1	a	
	Sin	Con	25.1	ab	
	Sin	Sin	26.0	ab	
Leve	Con	Con	20.9	b	20.3 b
	Con	Sin	22.6	ab	
	Sin	Con	20.6	bc	
	Sin	Sin	17.0	bc	
Moderada	Con	Con	20.2	bc	16.1 c
	Con	Sin	15.2	bc	
	Sin	Con	13.4	c	
	Sin	Sin	15.7	bc	
Severa	Con	Con	16.7	bc	14.7 c
	Con	Sin	14.2	bc	
	Sin	Con	13.7	c	
	Sin	Sin	14.0	c	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD (P<0.05).

3.1.5 Frutos totales producidos por planta

Se mermó la producción de frutos en un 22% para el rango de SL, entre un 36% y un 45% para el rango SM y SS con respecto a las plantas sanas (P<0.01). El uso de *Trichoderma harzianum* no presentó diferencias significativas (P=0.49), tampoco la inoculación con Micorrizas Vesículo Arbusculares (P=0.92). Igualmente, entre *T. harzianum* × VAM no se observó diferencia (Cuadro 5).

3.1.6 Rendimiento total en kilogramos por hectárea

Se redujo en un 34% el rendimiento para el rango de SL, un 43% para el rango de SM y un 50% para el rango SS con respecto a las plantas sanas (P<0.01).

No hubo diferencia significativa con el uso de *Trichoderma harzianum* (P=0.86) como tampoco para Micorrizas Vesículo Arbusculares (P=0.14). Para la interacción *Trichoderma harzianum* × VAM no se observó diferencias significativas (P>0.05) (Cuadro 6).

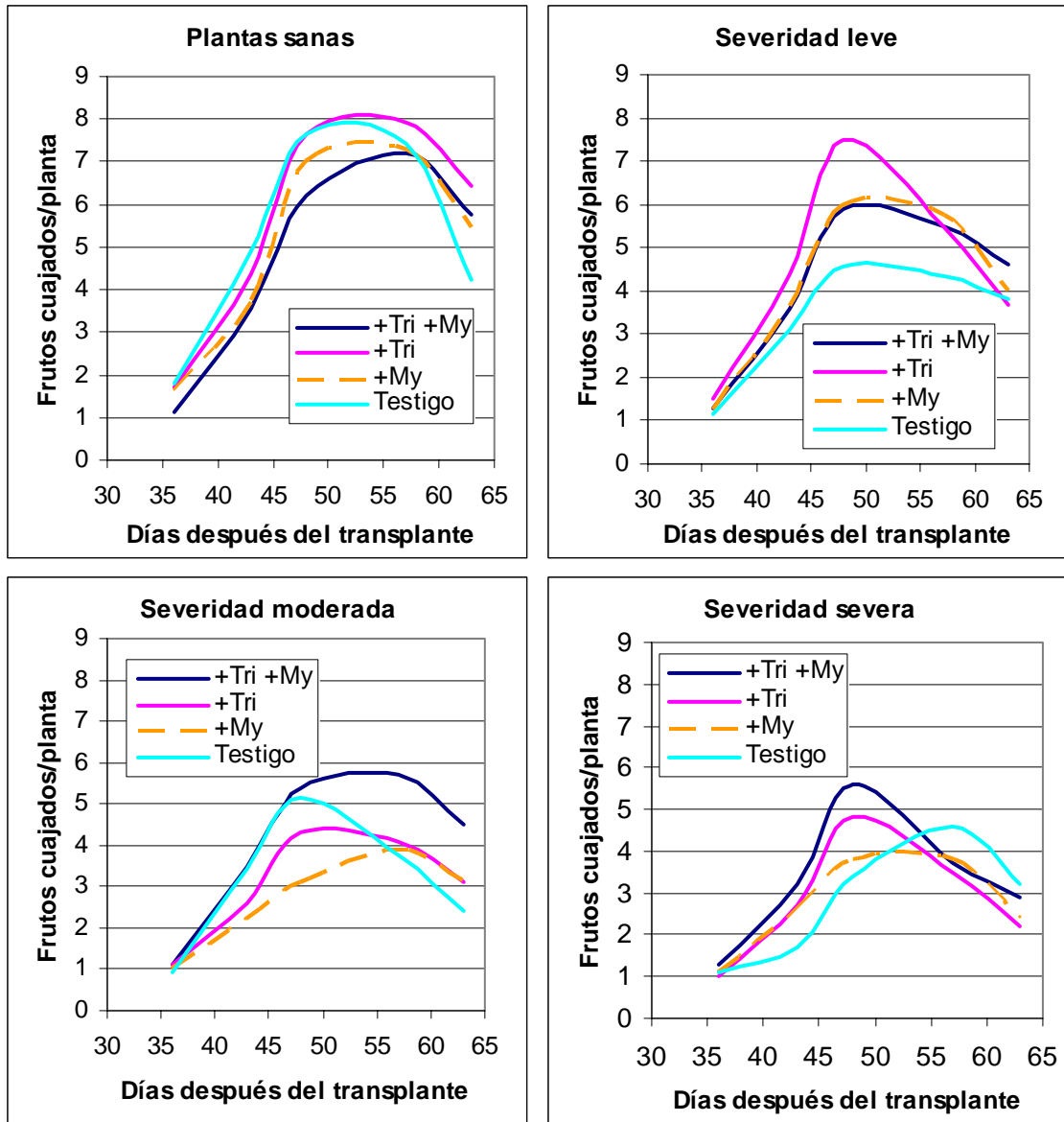


Figura 4. Frutos cuajados totales en relación a los rangos de severidad de virus para la interacción *T. harzianum* \times VAM.

+Tri +My = Con *Trichoderma harzianum* y con VAM; +Tri = Con *T. harzianum* y sin VAM; + My = Sin *T. harzianum* y con VAM; testigo = Sin *T. harzianum* y sin VAM.

Cuadro 5. Número de frutos totales producidos en chile dulce.

Rango de severidad	Tratamientos		Frutos totales/planta		Promedio
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral®	Por tratamiento		
Sana	Con	Con	7.8	ab [§]	8.8 a [§]
	Con	Sin	9.1	a	
	Sin	Con	9.1	a	
	Sin	Sin	9.3	a	
Leve	Con	Con	7.2	ab	6.9 b
	Con	Sin	7.4	ab	
	Sin	Con	7.0	ab	
	Sin	Sin	6.3	bc	
Moderada	Con	Con	6.9	ab	5.6 c
	Con	Sin	5.0	bc	
	Sin	Con	4.6	bc	
	Sin	Sin	5.7	bc	
Severa	Con	Con	5.3	bc	4.8 c
	Con	Sin	4.8	bc	
	Sin	Con	4.2	c	
	Sin	Sin	4.9	bc	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD (P<0.05).

Cuadro 6. Rendimiento total en chile dulce.

Rango de severidad	Tratamientos		Rendimiento (kg/ha)		Promedio
	<i>Trichoderma</i>	Mycoral®	Por tratamiento		
Sana	Con	Con	13,734	b [§]	17,256 a
	Con	Sin	18,955	a	
	Sin	Con	19,042	a	
	Sin	Sin	17,292	ab	
Leve	Con	Con	10,944	cd	11,418 b
	Con	Sin	13,247	bc	
	Sin	Con	9,886	cd	
	Sin	Sin	11,596	cd	
Moderada	Con	Con	9,819	cd	9,821 b c
	Con	Sin	8,441	cd	
	Sin	Con	9,366	cd	
	Sin	Sin	11,663	c	
Severa	Con	Con	9,194	cd	8,653 c
	Con	Sin	9,317	cd	
	Sin	Con	6,668	d	
	Sin	Sin	9,432	Cd	

[§]= Medias dentro de la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, prueba LSD (P<0.05).

4. CONCLUSIONES

- Para el rango de severidad leve de virus se presentó una reducción con respecto a las plantas sanas para altura en un 18%, botones florales en un 22%, flores en un 22%, frutos cuajados en un 21%, rendimiento total producido en un 34% y frutos totales producidos en un 22%.
- Para el rango de severidad moderado de virus se presentó una reducción con respecto a las plantas sanas para altura en un 25%, botones florales en un 26%, flores en un 24%, frutos cuajados en un 38%, rendimiento total producido en un 43% y frutos totales producidos en un 36%.
- Para el rango de severidad severo de virus se presentó una reducción con respecto a las plantas sanas para las variables agronómicas como altura en un 27%, botones florales en un 23%, flores en un 27%, frutos cuajados en un 43%, rendimiento total producido en un 50% y frutos totales producidos en un 46%.
- El uso de *Trichoderma harzianum* incrementó con respecto al testigo la altura en un 8% para el rango de severidad leve y en un 10% para el rango de severidad severo. Para frutos y rendimiento producido no produjo variaciones con respecto al testigo.
- La inoculación con Micorrizas Vesículo Arbusculares aumentaron la producción de flores con respecto al testigo en un 22% para las plantas sanas y redujo la altura en un 6% para el rango de severidad severo. Para frutos y rendimiento producido no produjo variaciones con respecto al testigo.
- La inoculación con VAM resultó en la reducción de la altura de las plantas para el rango de severidad severo posiblemente debido al incremento en la actividad celular por la simbiosis del hongo-planta que probablemente favoreció a la maquinaria celular utilizada por los virus para reproducirse y por ende aumentar su efecto en las plantas.
- El uso de *Trichoderma harzianum* en conjunto con VAM no produjo variaciones para frutos y rendimiento producido con respecto al testigo.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar un tratamiento preventivo en el cultivo para evitar la infección de las plantas de chile dulce con virus, como la propagación de los vectores.
- Seguir con los ensayos con *Trichoderma harzianum* y Micorrizas Vesículo Arbusculares en interacción con la severidad de virus para obtener mayor información.
- Evaluar de manera separada *Trichoderma harzianum* y Micorrizas Vesículo Arbusculares para identificar el comportamiento de cada uno de ellos con respecto a los diferentes rangos de severidad de virus.
- Evaluar el efecto que puede tener la conductividad eléctrica del medio en el desarrollo del cultivo con el uso Micorrizas Vesículo Arbusculares y *Trichoderma harzianum*.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bermeo, E. 2001. Identificación de las principales infecciones virales en los cultivos de chile, tomate y sandía en Honduras. El Zamorano, Honduras: ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA, 2001. 71 p.
- Blanco, F.; Salas, E. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica. Consultado 7 may 2005. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n01_055.pdf
- Castaño- Zapata, J. 1994. Principios básicos de fitopatología. 2da. Edición. Zamorano, Honduras: Zamorano Academic Press. 538 p.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 2000. Guía Técnica del Cultivo de Chile. Consultado 25 may 2005. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/documentos/guias/chile.pdf>
- Chet, I. 1990. Biological control of soil-borne plant pathogens with fungal antagonists in combination with soil treatments. Biological control of soil-borne plant pathogens. Rehovot, IS. 480 p.
- Estación metereológica EAP. 2004. Datos de precipitación anuales en el valle del río Yeguaré, Zamorano, HN.
- Ezziyyani, M.; Pérez, C.; Sid, A.; Requena, M.; Candela, M. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). Consultado 14 jun 2005. Disponible en: <http://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Greer, L.; Diver, S. 2000. Organic greenhouse vegetable production. Consultado 20 may 2005. Disponible en: <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/ghveg.pdf>
- Raddatz, E. 2001. VAM y la resistencia de las plantas contra causantes de daños. Cali, CO. 45 p.
- Rosas, A. 2003. Agricultura orgánica práctica. LCD litografía y publicidad. Bogotá, CO. 286 p.
- SAS Institute Inc. 2000. SAS/stats user's guide. Version 8, SAS Institute Inc, Cary, NC.

Stefanova, M.; Leiva, A.; Larrinaga, L.; Coronado, M. F. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp. para el control de hongos fitopatógenos del suelo. Consultado 14 jun 2005. Disponible en: http://www.revfacagronluz.org.ve/v16_5/v165z006.html

Sherf, A.; Macnab, A. 1983. Vegetable diseases and their control. Second Edition. New York, US. 728 p.

Szekeres A.; Leitgeb B.; Kredics L.; Antal Z.; Hatvani L.; Manczinger L.; Vagvolgyi, C. 2005. Peptaibols and related peptaibiotics of *Trichoderma*. A review. University of Szeged, Hungary. *Acta Microbiol Immunol Hung.* 2005;52(2):137-68.

USDA Study Team on Organic Farming. 1980. Report and Recommendations on Organic Farming. USDA, Washington, DC. 94 p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Análisis del sustrato del macrotúnel de la sección de producción orgánica.

ZAMORANO LABORATORIO DE SUELOS CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Zamorano tels. (504) 776-6140 al 50 ext. 2316 Fax: (504) 776-6242

Resultado de análisis del extracto de saturación en agua de medio de crecimiento

Fecha : 7 de junio de 2005

Solicitante: Darío Chávez

Interpretación

Muy A=Muy Alto
Op=Optimo

pH
MLAL=Muy Levemente Alcalino

C.E
ES=Extremadamente Salino

# Lab.	Muestra	pH	C. E. mmhos/cm	ppm					
				Sales Solubles	N-NO ₃	P	K	Ca	Mg
914	Sustrato	MLAL 7.13	E S 19.57	Muy A 12525	Muy A 2908	Op 10	Muy A 2100	Muy A 1400	Muy A 570
	Guía general Rango óptimo	5.8 - 6.8	1.56-2.3	1000- 1500	80-140	8-14	110- 180	140- 220	60- 100

Categoría	Efecto
Bajo	Insuficiente concentración de nutrimentos para un crecimiento adecuado
Aceptable	La concentración de nutrimentos puede ser suficiente para un crecimiento satisfactorio pero no el máximo, este rango es adecuado para plántulas
Optimo	Suficiente concentración de nutrimentos para producir máximo crecimiento para la mayoría de los cultivos
Alto y muy alto	Sobre-fertilización, puede causar desbalances y reducción de crecimiento
Sales	Valores superiores a 2000 ppm causa reducción de crecimiento en plantas jóvenes Con valores superiores a 2800 ppm se puede observar daño y reducción de crecimiento

Responsable:


Ing. Hilda Flores

Anexo 2. Análisis de nutrientes del bokashi producido en la sección de agricultura orgánica.

ZAMORANO LABORATORIO DE SUELOS
 CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

Zamorano tels. (504) 776-6140 al 50 ext. 2316 Fax: (504) 776-6242

Fecha: 12 de junio de 2005

Resultado de análisis bokashi

Solicitante: Darío Chávez

# Lab.	Muestra	% total					pH
		N	P	K	Ca	Mg	
913	Bokashi 1	1.09	2.08	1.97	10.94	0.70	7.56

Responsable:

Ing. Hilda Flores

Fertilizacion

0.11 lb/planta
 1200 plantas
 132 lb por 450m²
 2933.3 lb por 10000m²
 1333.3 kg por ha

Análisis de bokashi

N 1.09 %
 P 2.08 %
 K 1.97 %

Aporte nutrientes

N 14.5 kg/ha
 P 27.7 kg/ha
 K 26.3 kg/ha
 aplicacion / 15
 dias 6

Recomendaciones

N 120 kg/ha
 P 120 kg/ha
 K 170 kg/ha

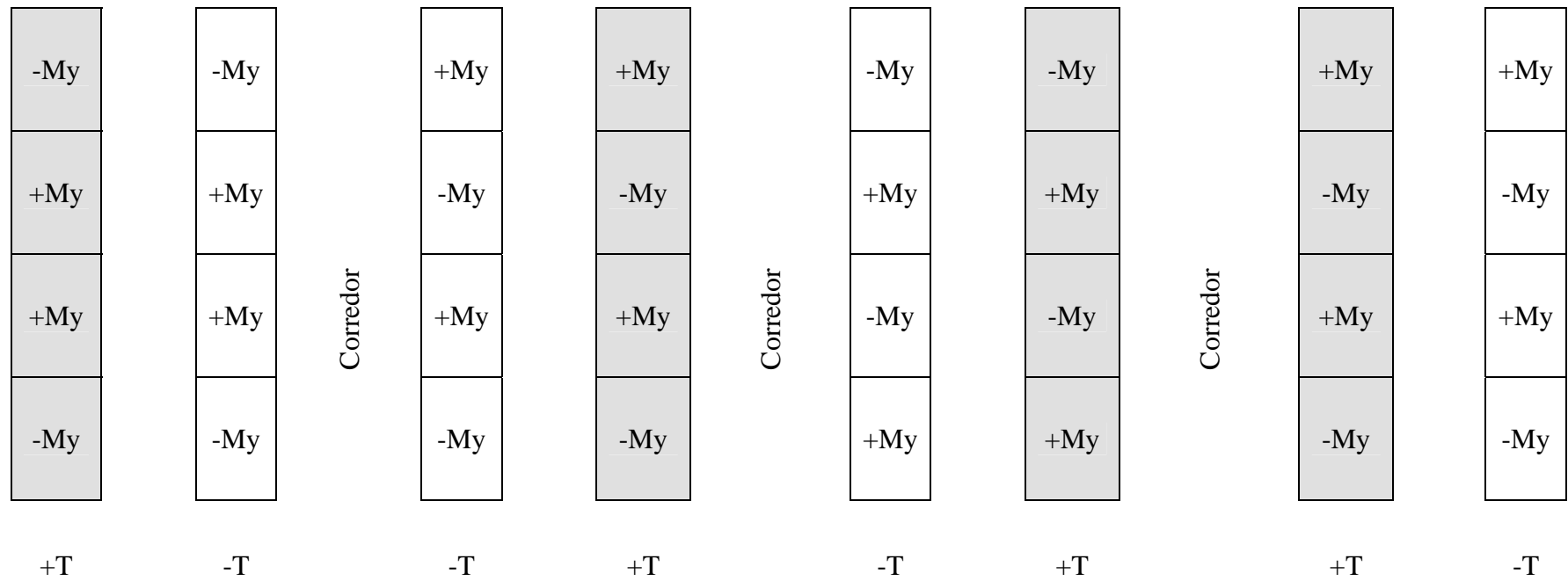
Total aplicado con bokashi

N 87.2 kg/ha
 P 166.4 kg/ha
 K 157.6 kg/ha

Recomendaciones

120 kg/ha
 120 kg/ha
 170 kg/ha

Anexo 3. Distribución de los tratamientos dentro del macrotúnel.



+T= Con *Trichoderma harzianum*.

-T= Sin *Trichoderma harzianum*.

+My= Con Mycoral[®]

-My= Sin Mycoral[®]

Anexo 4. Resultado de diagnóstico laboratorio de fitopatología.



CENTRO DE DIAGNOSTICO

Servicio de diagnóstico de patógenos en plantas

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano
Tel: (504) 776-6140 ext. 2362 Fax: (504) 776-6242.
Apartado postal 93, Tegucigalpa, Honduras.

Fecha: 02 de agosto de 2005

Destinatario: Ing. Antonio Jaco

Estimado: Ing. Jaco

A continuación se detallan los resultados del análisis, realizado en las muestras analizadas en nuestro laboratorio.

Cultivo: Chile

Síntomas: Inicialmente la muestra fue traída al laboratorio por que se sospechaba se tratara del Mal de Talluelo, por que los talluelos se observaban con apariencia necrótica, para lo cual se muestran las siguientes fotos:



También se observó una patología por virus, se muestran las siguientes fotos con los síntomas:



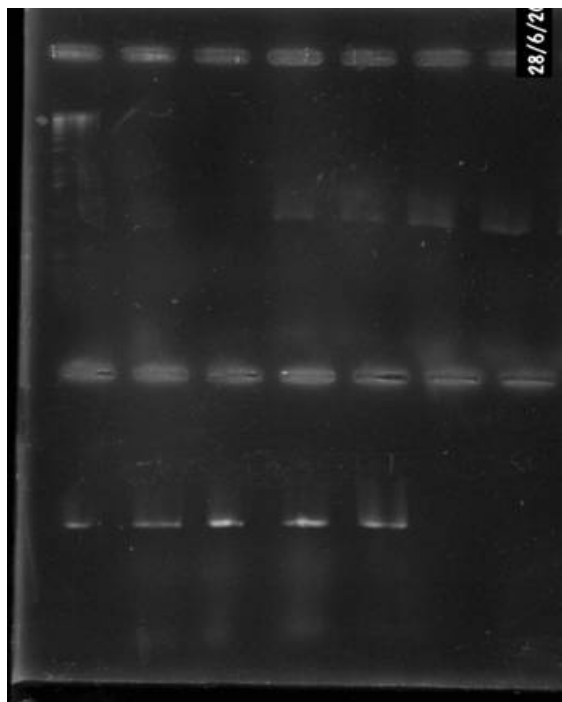
También se sospechó una bacteriosis.

Tipo de diagnóstico: Molecular, inmunológico y fitopatológico.

Técnica de diagnóstico: Para el diagnóstico molecular se realizó una PCR para detección de Geminivirus, diagnóstico fitopatológico observación al estereoscopio, exudado bacterial y para confirmar el resultado del mismo, una prueba de ELISA en tiras inmunológicas (AGDIA).

Resultados: Se realizó la extracción de ADN de la muestra recibida y se amplificó por la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) con los primers 514 y 1048 para detección de Geminivirus, resultando positiva la muestra analizada.

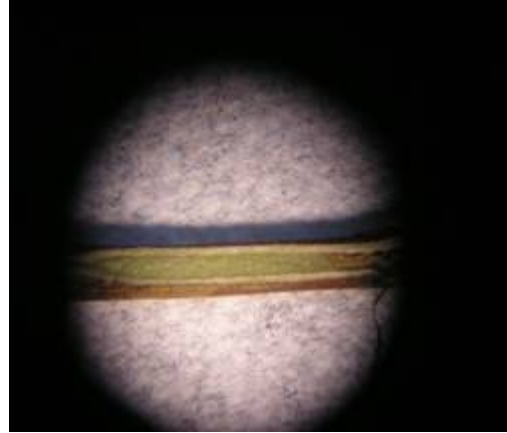
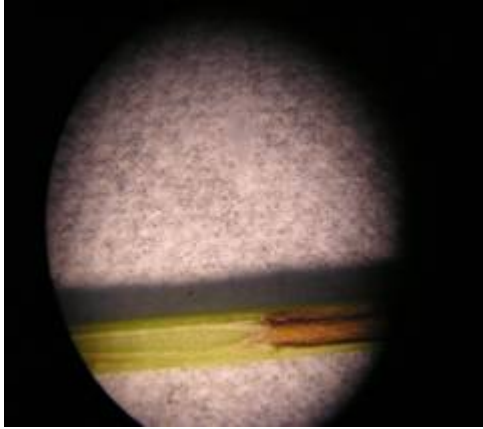
Se pueden observar los resultados en la siguiente foto:



Se detectó una bacteriosis, por la prueba del exudado bacterial y se determinó que es causada por *Ralstonia solanacearum* de acuerdo a los resultados observados en las tiras inmunológicas de AGDIA, se muestran los resultados, 2 bandas (+):



En la observación al estereoscopio, no se observó daño al sistema vascular, síntoma consistente del Mal de Talluelo (“Damping Off”). Los síntomas observados son como una quemazón, posiblemente fueron causados por algún producto agregado al cultivo. El resultado se puede observar en las siguientes fotos:

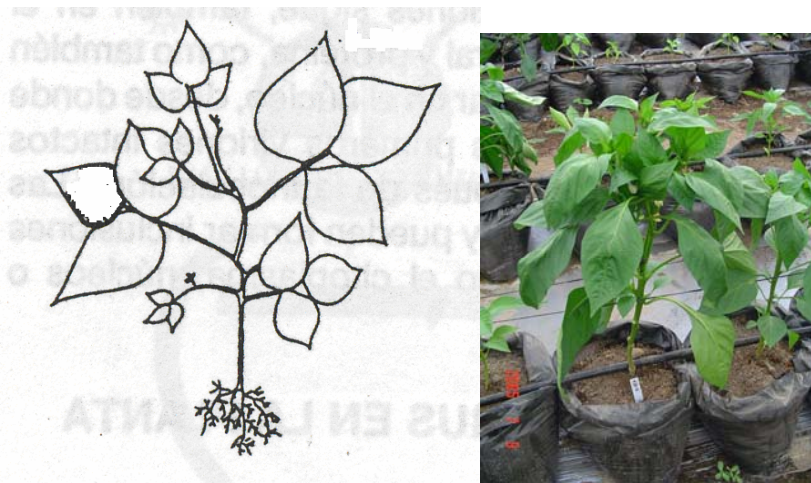


Recomendaciones: Debe realizarse rotación de cultivos, evitando las solanáceas (tamote, chile, papa, etc) por al menos 5 años. Es posible realizar eliminación de las plantas infectadas para evitar la contaminación de las plantas que aún estén sanas. Es recomendable suspender el riego en las zonas afectadas, para evitar la dispersión de la enfermedad por medio del agua de riego.

ATENTAMENTE

Débora Casco Foeller
Microbióloga Industrial

Anexo 5. Diagramas estándares para estimar severidades reales de enfermedades en plantas.



Plantas sanas



Rango de severidad leve



Rango de severidad moderada

Fuente: Castaño-Zapata 1994, adaptado por el autor.



Rango de severidad severa