

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL.



**DETERMINACIÓN DE LAS DOSIS EFECTIVAS DEL BIOPREPARADO  
*Trichoderma (koningii y harzianum)* SOBRE *Sclerotium rolfsii* CAUSANTE  
DEL MAL DEL TALLUELO EN CHILE DULCE (*Capsicum annum*) EN  
EPOCA LLUVIOSA.**

PRESENTAN:

Arias Rivera Orlando Ubense.  
Duarte Rivas Carlos Antonio.

Para optar al título de  
Ingeniero Agrónomo.

San Salvador, Abril del 2006.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.**

Rectora: Dr. Maria Isabel Rodríguez.

Secretario General: Lic. Alicia Margarita Rivas de Recinos.

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.**

Decano: Ing. Agr. Jorge Alberto Ulloa Erroa.

Secretario: Ing. Agr. Santos Alirio Sandoval.

**Jefe del Departamento de Protección Vegetal.**

Ing. Agr. Msc. Rafael Antonio Menjivar Rosa.

**Docentes Directores.**

Ing. Agr. Msc. Andrés Wilfredo Rivas Flores.

Ing. Agr. Morena Argelia Rodríguez de Soto.

## RESUMEN.

La investigación tiene como finalidad, el evaluar biopreparado *Trichoderma (koningii y harzianum)*. Hongo compuesto por esporas de microorganismos seleccionados del género *Trichoderma*, son nativos del suelo y es un producto natural. El hongo tiene la capacidad de reducir los índices de infestación de la enfermedad mal del talluelo. En la investigación se utilizaron cepas del hongo patógeno *Sclerotium rolfsii*, realizando una prueba de agresividad entre antagonista y patógeno, posteriormente se inoculo el hongo patógeno al sustrato, para que presente la infestación. La investigación de campo se llevó a cabo, en pasaje Danilo, colonia sitio del niño, lote # 73, Municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad, con una altura de 505 msnm y coordenadas geográficas 13° 52'40"ln; 89° 21'37" lwg., en los meses de (sep- nov 2005). El diseño experimental utilizado fue *randomizado*, empleando seis tratamientos (dosis) y cuatro repeticiones, esta consistió en la adhesión del *Trichoderma* a la semilla, las dosis a utilizar son: (T0: Testigo; T1:0.75 gr; T2: 0.37gr; T3:0.56gr; T4:0.93gr; T5:1.12gr) para cada dosis se utilizo un total de 193 semillas de chile dulce variedad Yolo Wonder, empleando macetas con un volumen de 145.32 cm<sup>3</sup>. La prueba estadística a utilizar es diferencia mínima significativa (D.M.S.) Finalizando con un análisis económico y se determino cual de los tratamientos en estudio es mejor desde el punto de vista económico. El resultado de laboratorio demostró que el crecimiento del antagonista fue de 41.32 cm<sup>2</sup> y patógeno de 2.10 cm<sup>2</sup> en un área total de 66.48 cm<sup>2</sup>, que mide la caja Petri, en un tiempo de 3 días. Las dosis de tratamientos de *Trichoderma koningii y harzianum* a nivel de semillero Estadísticamente usar dosis diferentes en las variables en estudio produce una significancia a un nivel de confianza del 5%, la mejor dosis fue T3: 0.75 oz de PROMOT/2 oz de semilla. La variables germinación, presentó que aplicando hongo antagonista se obtiene un 96 % de germinación, en los tratamientos T3,T4 y T5; T1 con 94%; T2 con 90% y T0 con un 75 % de germinación. La incidencia de la enfermedad mal del talluelo, en las plantas de chile dulce, presento 66 plantas enfermas de un total de 384, equivalente a un 17.19% del total de plantas, el testigo T0 presento 14.84 % de plantas enfermas (57 plantas); T1 0.52 % (2 plantas); T2 1.04 % (4 plantas) y T3, T4, T5 con un 0.26 % cada uno (1 planta). La variable altura de plantas el T3 presento promedio de 9.73 cm, T1 con 9.41 cms, T2 con 9.20 cm, T4 con 9.06 cm y T5 con 8.86 cm, aplicando dosis más altas del hongo antagonista a la semilla, no garantiza un crecimiento mayor de la planta. La variables peso húmedo demuestra que existe combinación de agua de hidratación en combinación con carbohidratos o con los polisacáridos y con diversas sales. La materia seca total para determinar porcentaje de humedad de las plantas de chile dulce, demostraron que los tratamientos T1, T2 y T3 presentan arriba del 94% de humedad y los tratamientos T4 y T5 con un 93 % de humedad, y el tratamiento testigo que solo presento 70 %, debido a que la mayor parte de planta no logro un crecimiento. El análisis económico, utilizando T2 y T3 producen menores erogaciones y su tasa de retorno marginal arriba de un 61%; T1, T4 y T5 su tasa de retorno marginal es del 60%, demostrando que los tratamientos a recomendar serán T2 y T3, para que el agricultor adopte poco a poco el uso de nueva tecnología.

## AGRADECIMIENTOS.

**A DIOS TODOPODEROSO, MAMA MARIA:** Por su ayuda incondicional en todo momento, por brindarnos la sabiduría necesaria e iluminarnos en este arduo caminar, gracias padre y madre, gracias.

**A MI FAMILIA:** Por su apoyo y ayuda incondicional, en los momentos buenos y malos.

Al señor Agricultor Víctor Manuel Hernández, propietario del lote donde se llevo a cabo dicho experimento.

Agradecimiento especial a la Señora Laboratorista Griselda Concepción Silva “niña conchita”, por brindarnos su conocimiento, tiempo, paciencia y ayuda desinteresada en el desarrollo de esta investigación.

A la Dr. Francisca Cañas de Moreno, por prestarnos el equipo e instalaciones de Laboratorio de Química Agrícola, de una forma amable y desinteresada.

A Ing. Agr. Msc Andrés Wilfredo Rivas Flores, por el aporte científico, así como la calidad y profesionalismo mostrado en el desarrollo de esta investigación.

A Ing. Agr. Morena Argelia Rodríguez de Soto, por brindarnos su confianza así como sus conocimientos y tiempo en el desarrollo de esta investigación.

A todos los Ingenieros Agrónomos que brindaron sus conocimientos, así como su tiempo y dedicación para nuestra formación académica.

A todos los cheros, compañeros, amigos, por combatir en esos momentos tan difíciles de estudio y por salir adelante.

## DEDICATORIA.

- Agradezco a Dios todo poderoso por haberme iluminado en la formación profesional de mi carrera, y principalmente en mi trabajo de investigación, ya que con ello podré desempeñarme de forma profesional y contribuir al desarrollo de mi país y mejorar las condiciones de vida.
- Agradezco a mi Madre **Victoria Imelda Rivera** por haberme apoyado en los momentos mas difíciles, en mi etapa como estudiante, ya que estoy seguro que esta orgullosa de mi por que logro su objetivo.
- Agradezco a mis hermanos, **Ana** y **Manuel** ya que me apoyaron desde el inicio hasta el final, mis sobrinos, **Gibson, Alex, Aldair, Marvin, Denis**, mi cuñada, mis tíos y abuela **Francisca**.
- Agradezco a mi novia **Sandra** por aguantarme y darme fuerzas para seguir adelante en las buenas y en las malas.
- Agradezco a la empresa **SAGRISA** principalmente al departamento agrícola por haberme apoyado y abierto las puertas para mi trabajo de investigación, principalmente al **Ing. Agr. Braulio García y Ing. Agr. Nelson Morales** por hacer que este trabajo se llevara acabo.
- Agradezco a **Víctor** (horticultor) por haberme prestado su propiedad para el montaje del experimento.
- Agradezco a mis asesores de la Universidad de El Salvador **Ing. Agr. Msc. Andrés Wilfredo Rivas Flores y Ing. Agr. Morena Argelia Rodríguez de Soto** por haberme ayudado a la elaboración de mi trabajo de investigación.
- Agradezco a todos mis amigos de la facultad de Ciencias Agronómicas por haber compartido en las buenas y en las malas.
- Agradezco a los docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas que tuvieron que ver con mi formación profesional.
- Agradezco a la Universidad de El Salvador por haberme educado y formado profesionalmente.

Orlando Ubense Arias Rivera.

## DEDICATORIA.

**A DIOS TODOPODEROSO Y A MAMA MARIA:** Por iluminarme, guiarme, ayudarme, a superar momentos difíciles y lograr terminar el trabajo de investigación.

**A MI MADRE:** Maria del Socorro Rivas, gracias a usted he llegado hasta donde estoy, gracias “ma”, por sus consejos, por su ayuda , por su deseo de superación, por dejar a un lado sus necesidades y brindarme lo mejor.

**A MI FAMILIA:** A mi hermana Maria Cecilia Duarte, por brindarme su apoyo incondicional, su ayuda desinteresada, sus conocimientos, por darme ciertas comodidades y privilegios, gracia “ceci”.

A mi sobrinita Valeria Daniela por llenar de alegrías y enojos y a la vez incentivarme a seguir adelante. “Hay vale.”

Al Hno Domingo Pérez, por su ayuda incondicional, por llenar vacíos en mi vida y ayudarme a superarme académicamente y personalmente.

A mi Padre Carlos Duarte, por ofrecerme su ayuda en cualquier momento y por los ánimos a no caer, a pesar de los momentos difíciles que se viven. Así como a mis hermanos Carlos Ernesto, Claudia Marcela Duarte.

A mamá Pelan, mamá Zoilita por darme su apoyo, consejos y deseos de seguir adelante, así como brindarme su ayuda de corazón.

A primas y primos hermanos Gloria, Soledad, José, Felipe y familia, por su ayuda, tiempo, conocimientos, consejos en este arduo caminar.

A mi Tía Morena, Tia Tita, Ma Mila, por sus buenos deseos y aporte en el complemento de mi tesis.

**Docentes:** a todos los docentes que contribuyeron de varias formas a mi formación académica, y a los que me ayudaron con sus consejos, conocimientos para poder terminar la tesis.

**A Compañeros:** con los cuales combatimos y logramos superar los obstáculos de la vida a todos ellos gracias: Ruben, chicho, Ubense, Oswaldo, Oscar Arnulfo, Elmer, Alan, Gustavo, Julio, Julio culebra, Cesar, Margarito, Juan, Wilfredo, Humberto, Gaby, Robin, Haydee, Canales, Serafín, Ada, Norma, Oscar, Aquino, Carrillo, Rutilio, Reina, Roxana, Rebeca, Mario, Altagracia, Damián, chepe, Gufy, Dimas, Maverick, gazu, adín, amaya, elvis, fabio y Santos Alirio. F.“carlitros”.

**Al personal:** administrativo, trabajadores, motoristas, bibliotecarios, por su ayuda en todo momento, y por la amabilidad mostrada.

Carlos Antonio Duarte Rivas.

## INDICE.

	Pág.
<b>PORTADA.</b>	i
<b>AUTORIDADES</b>	ii
<b>RESUMEN</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	v
<b>DEDICATORIA</b>	vi
1. INTRODUCCIÓN.	1.
2. ANTECEDENTES.	3.
3. MARCO TEORICO.	4.
3.1 Antecedentes.	4.
3.1.1 Importancia y origen del cultivo.	4.
3.2 Clasificación botánica.	4.
3.3 Descripción Morfológica.	4.
3.3.1 Raíz.	4.
3.3.2 Planta.	4.
3.3.3 Flor.	5.
3.3.4 Fruto.	5
3.3.5 Hoja.	5
3.3.6 Semilla.	5
3.4 Requerimientos climáticos.	5.
3.4.1 Clima.	5
3.4.1.1 Precipitación.	6
3.4.1.2 temperatura.	6
3.4.2 Suelo.	6
3.4.3 Nutrición mineral.	6
3.4.4 Riego.	6
3.4.5 Fotoperiodo.	7
3.4.6 Intensidad de luz.	7
3.4.7 Humedad relativa.	7
3.5 Mal del talluelo.	7
3.5.1 Descripción.	7
3.5.2 Ciclo de la enfermedad.	8
3.5.3 Síntomas y daños.	8
3.5.4 Propagación y forma de ataque.	9
3.5.5 Controles	9
3.5.5.1 Biológico	9
3.5.5.2 Químico	10
3.5.5.3 Cultural	11
3.5.6 Enfermedad	11
3.6 Trichoderma koningii y harzianum	12
3.6.1 Descripción	12
3.6.2 Clasificación	12



	Pág.
3.6.3 Biología	12
3.6.4 Requerimientos	13
3.6.5 Necesidades Nutricionales	13
3.6.6 Capacidad Antagonista	14
3.6.7 Mecanismos de acción	14
3.6.7.1 Micoparasitismo	14
3.6.7.2 Antibiosis	14
3.6.7.3 Competencia	14
4. METODOLOGIA.	15
4.1 Fase de Laboratorio	15
4.1.1 Aislamiento del hongo patógeno <i>Sclerotium rolfsii</i> .	15
4.1.2 Aislamiento del hongo antagonista <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i> .	15
4.1.3 Prueba de efectividad	15
4.1.4 Repeticiones a nivel de laboratorio.	17
4.2 Fase de Campo	17
4.2.1 Siembra de barrera viva.	
4.2.2 Preparación del tapesco.	18
4.2.3 Desinfección de cajas durapax y macetas.	18
4.2.4 Inoculación de sustrato con el patógeno.	19
4.2.5 Siembra de semilla.	20
4.2.6 Manejo del semillero.	20
4.2.7 Montaje del ensayo.	20
4.3 Metodología Estadística	21
4.3.1 Factor en estudio.	21
4.3.2 Descripción de los tratamientos.	21
4.3.3. diseño estadístico.	22
4.3.4 Modelo matemático.	22
4.3.5. Prueba estadística.	23
4.3.6. Variables a medir.	24
4.3.6.1 Porcentaje de germinación.	24
4.3.6.2 Incidencia	24
4.3.6.3 Altura de plantas	24
4.3.6.4 Peso húmedo de las muestras	24
4.3.6.5 Peso seco de las muestras	25
4.4 Análisis Económico	25
4.4.1 Justificación	25
4.4.2 presupuesto Parcial	25
4.4.2.1 Elementos que constituyen un presupuesto parcial.	25
4.4.2.2 Rendimientos Medios	25
4.4.2.3 Rendimientos Ajustados	25
4.4.2.4 Beneficio Bruto de Campo	25
4.4.2.5 Costo que varían	26
4.4.2.6 Total de los costos que varían.	26

	Pág.
4.4.2.7 Beneficios Netos.	26
4.4.3 Análisis de dominancia.	26
4.4.4 Tasa de retorno marginal.	26
5. Análisis de Resultados.	27
5.1 Análisis de Laboratorio	27
5.1.1 Aislamiento del hongo patógeno <i>Sclerotium rolfsii</i> .	27
5.1.2 Aislamiento del hongo antagonista <i>Trichoderma</i> <i>koningii</i> y <i>harzianum</i>	27
5.1.3 Prueba de efectividad .	28
5.2 Análisis Estadístico o de campo.	31
5.2.1 Germinación	31
5.2.2 Incidencia	32
5.2.3 Altura de plantas	36
5.2.4 Materia húmeda	39
5.2.5 Materia seca	41
5.3 Análisis Económico	44
5.3.1 presupuesto Parcial	44
5.3.2 Análisis de dominancia	45
5.3.3 Tasa de Retorno Marginal	46
6. Conclusiones	48
7. Recomendaciones	49
8. Bibliografía	50
9. Anexos	53

## INDICE DE CUADROS.

	Pág.
<b>Cuadro 1.</b> Características del cultivar de chile dulce variedad Yolo Wonder	21
<b>Cuadro 2.</b> Dosis a evaluar	21
<b>Cuadro 3.</b> Dosis reales a evaluar	22
<b>Cuadro 4.</b> Crecimiento de <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i> en cajas Petri a nivel de laboratorio	29
<b>Cuadro 5.</b> Resultados de incidencia a nivel de laboratorio de <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i> , contra <i>Sclerotium rolfsii</i> causante de mal del talluelo	30
<b>Cuadro 6.</b> Componentes del sustrato	30
<b>Cuadro 7</b> ANVA: variable Germinación de semilla de chile dulce	31
<b>Cuadro 8.</b> Prueba estadística D.M.S. para la variable germinación de la semilla de chile dulce de la variedad Yolo Wonder	32
<b>Cuadro 9.</b> Incidencia de la enfermedad mal del talluelo	33
<b>Cuadro 10.</b> Medida de la incidencia	34
<b>Cuadro 11.</b> ANVA: variable incidencia de la enfermedad mal del talluelo	34
<b>Cuadro 12.</b> Prueba estadística D.M.S. variable incidencia	36

	Pág.
<b>Cuadro 13.</b> ANVA: variable altura de plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder a los 35 días	37
<b>Cuadro 14..</b> Prueba estadística D.M.S. para la variable altura de plantas de chile dulce	37
<b>Cuadro 15.</b> ANVA: variable porcentaje de humedad de plantas de chile dulce	40
<b>Cuadro 16.</b> Prueba estadística D.M.S. variable porcentaje de humedad	41
<b>Cuadro 17.</b> ANVA porcentaje de materia seca de plantas de chile dulce, de la variedad Yolo Wonder	42
<b>Cuadro 18.</b> Prueba estadística D.M.S. para la variable porcentaje de materia seca de la muestra de chile dulce	42
<b>Cuadro 19.</b> Egresos e ingresos de cada uno de los tratamientos en estudio, para realizar análisis económico	44
<b>Cuadro 20.</b> Análisis de dominancia	45
<b>Cuadro 21.</b> Tasa de Retorno Marginal.	46

## INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
<b>Fig. 1.</b> Prueba de efectividad de <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i> contra <i>Sclerotium rolfsii</i>	16
<b>Fig. 2.</b> Siembra de barrera viva	17
<b>Fig. 3.</b> Elaboración del tapesco	18
<b>Fig. 4.</b> Inoculación del patógeno al sustrato.	19
<b>Fig. 5.</b> Técnica de bocados para obtener muestras de <i>Sclerotium rolfsii</i>	27
<b>Fig. 6.</b> Muestra de <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i>	27
<b>Fig. 7.</b> Efectividad de <i>Trichoderma koningii</i> y <i>harzianum</i> contra <i>Sclerotium rolfsii</i>	28
<b>Fig. 8.</b> Componentes del sustrato	30
<b>Fig. 9.</b> Germinación de semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder	31
<b>Fig. 10.</b> Medida de incidencia	35
<b>Fig. 11.</b> Altura de plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder	38
<b>Fig. 12.</b> Muestras de plantas de chile dulce variedad Yolo Wonder, diferencia entre tratamientos	39
<b>Fig. 13.</b> Muestras de materia seca de las plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder	43

## ANEXOS.

	Pág.
A1. Ubicación del lugar donde se realizo el experimento	54
A2. Área del experimento	55
A3. Ubicación de los tratamientos	56
A4. Materiales para elaborar el tapesco	57
A5. Medidas de maceta y cajas de durapax	57
A6. Datos de altura del cultivar de chile dulce	58
A7. Medidas de caja Petri	58
A8. Hoja de campo	59
A9. Toma de datos de germinación	60
A10. Grafica de totales de germinación	61
A11. Calculo del ANVA para la variable germinación	61
A12. Altura de plantas	62
A13. Grafica de altura de plantas	63
A14. Totales de altura de plantas	64
A15. Calculo del ANVA para la variable porcentaje de humedad	64
A16. Porcentaje de humedad de las plantas de chile dulce	65
A17. Grafica de porcentaje de humedad	65
A18. Grafica de porcentaje de materia seca de plantas de chile dulce de la variedad Yolo Wonder	66
A19. Curva de Beneficios Netos	67

## 1. INTRODUCCIÓN.

La actividad hortícola en El Salvador enfrenta muchas dificultades en su proceso productivo, debido a la susceptibilidad de plagas y enfermedades, en la mayoría de casos se realiza controles químicos lo que representa un 35 % de los costos de producción, y repercutiendo en la rentabilidad del cultivo (Adaptado de Orellana, 1994).

Una de las enfermedades más importantes que limita la producción de chile dulce (*Capsicum annum*) en su etapa de crecimiento, es el mal del talluelo o Damping off, esta se desarrolla antes y después de emerger la planta en la fase de semillero, en el primer caso no alcanza a brotar del suelo y en el segundo caso presenta estrangulamiento y necrosis en los tejidos del tallo. Debido a que no se conocen variedades resistentes al mal del talluelo, que contrarresten la enfermedad, se ha recurrido sustancialmente al control químico preventivo y curativo. Desafortunadamente la poca disponibilidad de productos específicos esta produciendo resistencia del patógeno.

Una alternativa al problema planteado es el control biológico, por medio del hongo antagonista el *Trichoderma koningii* y *harzianum*, que traerá beneficios adicionales ya que no es susceptible a que el patógeno desarrolle resistencia y no contamina el medio ambiente como lo hacen los productos químicos.

Una de las actividades más importantes del área agrícola es la producción de Hortalizas, la cual genera ingresos económicos importantes para los productores, pero ellos enfrentan serios problemas en el área fitosanitaria, ya que los cultivos son susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, por lo que se ven obligados a realizar aplicaciones muy frecuentes de pesticidas, lo que trae como consecuencia la contaminación humana y ambiental, así como riesgos en la salud, esto representa además un incremento del 35% en la inversión para la producción, que repercuten en la rentabilidad del cultivo (Adaptado de Orellana, 1994).

*Trichoderma sp.* requiere que la plántula de chile posea una raíz sana y abundante para establecerse, colonizar y ejercer su acción protectora, no es curativo, pero si coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase de post-emergencia de patógenos fúngicos, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor a los cultivos, con esto se pretende mantener su hábitat en óptimas condiciones.

Evitar las pérdidas de chile dulce por *Sclerotium rolfsii* hongo que se a considerado que disminuye los rendimientos hasta de un 100 % y debido a la importancia que tiene el chile dulce como hortaliza a nivel nacional en cuanto a consumo en kg se plantea los siguientes objetivos .

Determinar las dosis efectivas del Biopreparado del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum*, para el control de *Sclerotium rolfsii*, hongo patógeno causante del mal del talluelo.

Evaluar el biopreparado *Trichoderma koningii* y *harzianum*, a nivel de laboratorio, para determinar la efectividad de este en el control de *Sclerotium rolfsii*.

Inocular el Biopreparado del hongo *Trichoderma koningii* y *harzianum*, sobre la semilla de chile dulce a diferentes dosificaciones.

Determinar económicamente cual de los tratamientos en estudio produce la mejor tasa de retorno marginal.

Planteando como hipótesis el tratamiento de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, en forma de biopreparado sobre la semilla de chile dulce, se espera una reducción del mal del talluelo, en un 90%.

El trabajo de laboratorio fue realizado en un lapso de tres meses considerando las siguientes pruebas, aislamiento del patógeno, antagonista; efectividad del antagonista sobre el patógeno e inoculación del patógeno sobre el sustrato, para la fase de campo se realizo en tres meses y se realizo San Juan Opico departamento de la Libertad, las actividades de campo fueron, preparación del terreno, elaboración del tapesco, siembra de barrera viva, montaje del experimento, manejo del semillero y toma de datos. Posteriormente se paso a la discusión de resultado la cual se elaboro en tres meses, con la revisión de literatura, diseño del experimento y el análisis económico.

Como resultado de la investigación a nivel de laboratorio se puede decir que el crecimiento del hongo antagonista, demostró la agresividad que tienen las cepas de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, de desplazar o reducir la mínima área de crecimiento del patógeno en caja Petri en medio de cultivo (PDA) lo cual nos da una idea que el hongo puede ser utilizado para ejercer, la misma actividad en el suelo.

En cuanto a las dosis de tratamientos de *Trichoderma koningii* y *harzianum* a nivel de semillero Estadísticamente el utilizar una dosis más baja que la recomendada por la casa distribuidora del producto promot (hongo antagonista), se obtuvo mejores resultados, es por eso que se recomienda la utilización de la dosis 0.75 oz de promot / 2 Oz de semillas, ya que se genera mejores ingresos, y los egresos son menores para el agricultor.



## 2. ANTECEDENTES.

La problemática de la utilización indiscriminada de los fungicidas como el bromuro de metilo, que pueden resumirse en fungo resistencia, contaminación ambiental y toxicidad, ha motivado la búsqueda de otros métodos efectivos y no perjudiciales, para combatir los patógenos de las plantas.

Ante esta problemática en la ciudad de la Habana Cuba el Instituto de Investigación de Sanidad Vegetal realizó la investigación *reproducción y aplicación de trichoderma sp. antagonista de hongos fitopatogenos del suelo*.

Se confirmó mediante un estudio epidemiológico que la marchites del chile dulce aparece en el periodo floración–fructificación y con propagación rápida entre 7 a 10 días. En los campos con la incidencia de la enfermedad se detecto entre 5 a 35 propagulos por gramo de suelo.

Desde luego no es posible esperar un buen control, en campos con antecedentes a favor del patógeno fúngico, esto fue claramente demostrado en cultivos del tabaco, las aplicaciones biológicas dirigidas a suelos con infección media y alta por *Pseudomona nicotianae* , solamente reducen el índice a un 30% a 60% respectivamente(Nalinova, 1995).

El combate biológico mediante organismos antagónicos presenta alternativas promisorias, por esta razón se realizó un trabajo de investigación en San Pedro Barra de Heredia, sobre la enfermedad mal del talluelo, importante en los semilleros de café y hortalizas. El trabajo consistió en el uso del método de solarización y el uso de antagonistas *Trichoderma harzianum* en afrecho de café, esterilizado.

En el tratamiento donde se usó el antagonista *Trichoderma harzianum*, se observó un crecimiento significativo en el porcentaje de las plántulas. Por otra parte el tratamiento de solarización por 21 días, combatió eficientemente a *Fusarium sp.* y el de 25 días de cobertura obtuvo un 100 % de plantas libres de la enfermedad producida por *Rhizoctonia solani*. En cambio en la interacción de ambos tratamientos no resultó significativo en el ensayo(Hernández Amaya; Serrano, 1996 ).

Usar *Trichoderma sp.* como agente de biocontrol frente al hongo *Sclerotium rolfsii* en fríjol y el comportamiento de variedades comerciales y pre-comerciales de fríjol, se realizaron experimentos de laboratorios y campo con resultados altamente significativos, en cuanto a la resistencia de la variedad seleccionada.

En pruebas de laboratorio se observó antagonismo entre *Trichoderma sp.* y *Sclerotium rolfsii* e igualmente cuando se inoculo y se sembró con una variedad susceptible. También hubo diferencia significativa entre las variantes *Trichoderma*; *Trichoderma + Sclerotium*; *Sclerotium*; testigo, sin inocular, confirmando la acción antagónica de *Trichoderma sp* sobre *Sclerotium rolfsii* (Hernández, 1996).

### 3. MARCO TEORICO.

#### 3.1 Antecedentes.

##### 3.1.1 Origen e Importancia del cultivo.

El género *Capsicum* es originario de América del Sur, especialmente de los Andes y la cuenca del Amazonas (Perú, Bolivia, Argentina y Brasil) *Capsicum annum* se aclimató en México donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles.

Su importancia nutritiva es el alto contenido de vitaminas A y C, además de calcio y fósforo. Un fruto maduro contiene de 100 a 110 mg. de vitaminas "C" por 100 mg. en comparación con los 20 a 25 mg. por 100 gr del tomate. Su contenido de vitamina "C" es aún tres veces mayor que la naranja.

En cuanto a su rentabilidad, el cultivo manejado adecuadamente es altamente productivo y siempre existe una gran demanda en el mercado, debido a que después del tomate y la papa, es la solanácea más importante en la alimentación (Contreras, 1991).

#### 3.2 Clasificación Botánica.

*Reino:* Vegetal.  
*División:* Antofitas.  
*Sub división:* Angiospermas.  
*Clase :* Dicotiledóneas.  
*Sub clase:* Simpétalas.  
*Orden:* Tubiflorales.  
*Familia:* Solanáceas.  
*Genero:* Capsicum.  
*Especie:* annum.  
*Variedad:* Yolo Wonder.

#### 3.3 Descripción morfológica.

##### 3.3.1 Raíz.

El chile dulce tiene una raíz pivotante, que luego desarrolla un sistema radicular lateral muy ramificado, puede llegar a cubrir un diámetro de 0.90 a 1.20 m, en los primeros 0.60 m de profundidad del suelo (Contreras, 1991).

##### 3.3.2 Planta.

La planta es un semiarbusto de forma variable y alcanza entre 0.60 m. a 1.50 m. de altura, dependiendo principalmente de la variedad, de las condiciones climáticas y del manejo.

La planta de Chile es monoica, tiene los dos sexos incorporados en una misma planta, y es autógama, es decir que se autofecunda; aunque puede experimentar hasta un 45% de polinización cruzada, es decir, ser fecundada con el polen de una planta vecina. Por esta misma razón se recomienda sembrar semilla híbrida certificada cada año (Núñez, 1991).

### *3.3.3 Flor.*

Están localizadas en los puntos donde se ramifica el tallo o axilas, encontrándose en número de una a cinco por cada ramificación. Generalmente, en las variedades de fruto grande se forma una sola flor por ramificación, y más de una en las de frutos pequeños (Contreras, 1991).

### *3.3.4 Fruto.*

Es una baya, con dos a cuatro lóbulos, con una cavidad entre la placenta y la pared del fruto, siendo la parte aprovechable de la planta. Tiene forma globosa, rectangular, cónica o redonda y tamaño variable, su color es verde al principio y luego cambia con la madurez a amarillo o rojo púrpura en algunas variedades. La constitución anatómica del fruto está representada básicamente por el pericarpio y la semilla. En casos de polinización insuficiente se obtienen frutos deformes (Núñez, 1991).

### *3.3.5 Hoja.*

Presenta hoja plana, sin vello, enteras y de forma ovalada o alargada, en general son de tamaño mayores en los cultivares de chiles dulces que en los chiles picantes (Pérez, 2002).

### *3.3.6 Semilla.*

Esta se encuentra adherida a la planta en el centro del fruto. Es de color blanco crema de forma aplanada, lisa, reniforme, cuyo diámetro alcanza entre 2.5 y 3.5 mm. En ambiente cálidos y húmedos, una vez extraída del fruto, pierde rápidamente su poder de germinación, si no se almacena adecuadamente (Pérez, 2002).

## **3.4 Requerimientos Climáticos.**

### *3.4.1 Clima.*

Los factores ambientales más importantes que ejercen influencia en el crecimiento, desarrollo y producción del cultivar Chile dulce, son la temperatura, fotoperiodo, intensidad de la luz y humedad relativa, dependiendo de la zona geográfica del país (Padua, Casali y Pinto, 1984).

#### *3.4.1.1 Precipitación*

De 600 a 1250 mm bien distribuidos durante todo su ciclo total del cultivo, necesita la planta.

Una lluvia intensa durante el período de floración ocasiona la caída de la flor y un mal desarrollo del fruto y durante periodo de maduración causa la pudrición de los frutos (Padua, Casali y Pinto, 1984)

#### *3.4.1.2 Temperatura.*

La germinación del chile es más rápida cuando la temperatura oscila entre los 25°C y 30°C y debajo de 15° C no se produce germinación (Knott, 1972).

La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de chile dulce oscila entre los 26° C y 30° C ; debajo de ese rango se produce etiolación de hojas maduras, marchitamiento de partes jóvenes y crecimiento lento de la planta (Padua, Casali y Pinto, 1984).

#### *3.4.2 Suelo.*

El cultivo del chile se puede producir en un amplio rango de suelos; en suelos franco arcilloso, la coloración del fruto es mejor, no obstante las texturas más adecuadas son las franco limosas y franco arenosas, que permiten un buen drenaje y por otro lado buena retención de la humedad, los suelos deben ser profundos debido a que el sistema radical del chile es muy extenso (Federación Nacional de cafeteros de Colombia, 2000).

Se estima que el pH del suelo más adecuado para el chile, oscila entre 5,5 y 7.0

Durante la etapa de semillero el cultivo de chile dulce es sensible a la salinidad del suelo, pero a medida que se desarrolla se vuelve tolerante a ésta (Ministerio de Agricultura y Ganadería MAG, 1989; y Gudiel, 1987).

#### *3.4.3 Nutrición mineral (fertilizante)*

La planta es exigente en nitrógeno y fósforo, sin embargo un exceso de nitrógeno en el suelo trae como consecuencia un desarrollo vegetativo acelerado y exuberante, resultado en la caída de ramas.

La deficiencia de calcio, resulta en la pudrición apical del fruto. La deficiencia de boro puede llevar al mismo resultado por intervenir éste en el metabolismo del calcio (Contreras, 1991).

#### *3.4.4 Riego.*

Se recomienda regar diariamente durante los primeros 10 días sin saturar demasiado, luego cada dos días y se suspende cuando faltan 4-5 días para el trasplante, con el fin de endurecer las plántulas (Pérez, M. A., 2002).

### 3.4.5 Fotoperiodo

Se identifica al chile como una planta neutra al fotoperíodo, es decir que las plantas forman sus botones florales bajo cualquier período de iluminación. (Padua, Casali y Pinto)

Se afirma que en chile dulce la floración, fructificación y maduración son precoces en días cortos (Artigina, 1967).

En los días cortos se permite que las plantas de chile tengan un crecimiento vigoroso, que la diferenciación floral sea precoz y que el porcentaje de frutos cuajados sea mayor (Studencova, 1968).

### 3.4.6 Intensidad de la luz

Durante la fase de formación de la cobertura vegetal, al disminuir la intensidad de la luz en chile dulce, se incrementa en un 40 % la producción de materia seca, también hay reducción del número de estomas, aumento de la división celular y expansión de las células. En Centro América la reducción del 55 % de la radiación solar sobre el follaje del chile aumenta el número de peso medio de los frutos (Padua, Casali y Pinto, 1984).

### 3.4.7 Humedad relativa

La alta humedad relativa produce mayor crecimiento de la planta y aumento de los entrenudos (Padua, Casali y Pinto, 1984).

El Ministerio de Agricultura en Chile, relaciona la baja humedad relativa con alta temperatura y afirma que éstas producen en la planta de chile una transpiración excesiva y déficit de agua, por consiguiente, hay caída de yemas florales y formación de frutos pequeños.

Arriba de 35° C de temperatura el desarrollo normal del fruto de chile dulce es perjudicado, especialmente si la humedad relativa del aire baja por el efecto de vientos secos (Boswell, 1964).

## 3.5 Mal del talluelo.

### 3.5.1 Descripción

El hongo *Sclerotium rolfsii*, produce un micelio abundante de color blanco, veloso y ramificado que forma numerosos esclerocios pero que a menudo es estéril, es decir, no produce esporas. *Sclerotium rolfsii* en la mayoría de los hospederos, produce basidiosporas en los bordes de las lesiones cuando el clima es húmedo. Los esclerocios maduros no se encuentran unidos a los filamentos miceliales y tienen la forma, el tamaño y el color de una semilla de mostaza.

El hongo crece dentro de un amplio rango de pH del suelo (1.4 - 8.8) y se ve favorecido por los suelos arenosos con bajo contenido de nitrógeno. ( Agrios, 1995 ).

### *3.5.2 Ciclo de la enfermedad.*

El mal del talluelo o Damping off puede desarrollarse antes o después de la emergencia de la plántulas, una vez que se ha establecido en las plantas, el hongo avanza y forma micelio y esclerocios con gran rapidez desarrollándose con mayor facilidad en suelos húmedos y temperatura alta entre 30° C- 35° C. Al parecer, el patógeno crece, sobrevive y ataca a las plantas con mayor frecuencia cerca de la superficie del suelo, quizá porque a ese nivel la temperatura es más favorable, a que hay mayor abastecimiento de sustancias orgánicas que el hongo utiliza para alimentarse y quizá a que hay una menor competencia o antagonismo con otros organismos del suelo.

Al parecer, sus esclerocios son capaces de sobrevivir durante largos períodos, pero puede inducirse que germine prematuramente al alternar períodos de humedad y de sequía.

El tiempo mas critico es durante los primeros 15 a 25 días de la siembra. Si las plantas sanas superan las 2 ó 3 hojas verdaderas sin ser afectadas, no presentan susceptibilidad posteriormente( Agrios, 1995 ).

### *3.5.3 Síntomas y daños.*

Los primeros síntomas observables se manifiestan en un amarillamiento o marchites de las hojas inferiores o bien en muerte descendente de las hojas desde su punta hasta el pecíolo. Dichos síntomas avanzan posteriormente hasta las hojas de la parte superior de la planta, en plantas con tallos muy suculentos, el tallo puede desplomarse, mientras que en plantas con tallos más duros, el tallo que ha sido invadido mantiene su verticalidad y comienza a perder sus hojas o a marchitarse. Al mismo tiempo, el hongo crece hacia la parte superior de la planta y cubre la lesión del tallo con una masa blanca y algodonosa de micelio; dicho avance depende del nivel de humedad presente.

Sobre los tejidos infectados, e incluso sobre el suelo, el hongo produce numerosos esclerocios pequeños de tamaño uniforme que son redondos o irregulares y blancos cuando son inmaduros, peor que se vuelven de color café oscuro o negro cuando llega a madurar.

Las infección que producen el " *mal del talluelo* " tienen el aspecto de una lesión parda oscura que aparece sobre el tallo suculento y justo por debajo de la superficie del suelo.

#### *3.5.4 Propagación y forma de ataque.*

El hongo se propaga con mayor rapidez hacia las raíces de la planta y finalmente destruye el sistema radicular. Su micelio blanco aparece siempre en los tejidos que ha infectado y desde ahí crece sobre el suelo hasta las plantas vecinas, produciendo nuevas infecciones. Los tejidos del tallo, tubérculo o frutos que han sido invadidos a menudo son de color café pálido y son blancos pero no aguanosos. El límite comprendido entre los tejidos sanos y los enfermos con frecuencia es más oscuro que los demás tejidos.

Otra forma de propagarse es a través del agua corriente, el suelo infestado, las herramientas contaminadas, las plántulas de transplante infectadas, los frutos y hortalizas infectados y en algunos hospederos, en forma de esclerocios mezclados con la semilla.

El hongo se puede propagar con la lluvia, el riego o el riego por inundación, así como con los órganos de propagación infectados o contaminados.

La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15° C a 18° C, pero algunas razas muestran actividad a temperaturas mucho más altas, a más de 35° C. La enfermedad es más severa en suelos que son moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo

Cuando ataca a las plántulas, el hongo invade todas sus partes hasta que ocasiona su muerte, la cual ocurre con gran rapidez. Cuando ataca a las plántulas que ya han formado algún tejido leñoso, el hongo no las invade totalmente, pero se desarrolla en la corteza y rápida o lentamente cubre a las plantas, las cuales finalmente mueren.

El hongo ataca directamente a los tejidos, sin embargo, produce una masa abundante de micelio y mata y desintegra a dichos tejidos al secretar ácido oxálico, así como también enzimas pectinolíticas, celulolíticas y otras enzimas antes de que penetre al hospedero.

#### *3.5.5 Controles.*

##### *3.5.5.1 Biológico.*

*Trichoderma sp.* se utiliza frecuentemente para el control de patógenos radiculares en enmiendas orgánicas, gránulos, polvos mojables o como cobertura de semillas. Este tipo de formulaciones son realizadas con aislamientos de *Trichoderma sp.* llamados competentes, los cuales son capaces de colonizar totalmente las raíces del cultivo en particular.

La intención de aplicar *Trichoderma sp* en raíces o adicionada a semillas, es el establecimiento localizado del agente en la rizosfera, mas si se trata de cultivos que hay que transplantar como tabaco o tomate, lo cual permite que el hongo, esté preestablecido en las raicillas de la planta haciéndolas mas resistentes al estrés del transplante y al ataque de *Sclerotium rolfsii*. Este tipo de aplicaciones también son ventajosas ya que la aplicación del biocontrolador en un semillero es mas rápida que en un sembrado ya establecido.

*Trichoderma sp.* depende de la rapidez que este tenga para colonizar el sustrato y por supuesto al fitopatógeno, para el caso *Trichoderma sp* es un poco mas lento que la mayoría de los hongos perjudiciales que se encuentran en el suelo, lo cual se constituye en una razón de más para aplicarlo tempranamente, y una vez el cultivo se halla en campo, debe aplicarse inicialmente con frecuencia hasta que se establezca el inóculo en el suelo (McAllister, 1994).

#### 3.5.5.2 Químico

Los métodos que más se utilizan para controlar las enfermedades de las plantas en el campo y en el invernadero consiste en el uso de los compuestos químicos que son tóxicos para los patógenos. Dichos químicos inhiben la germinación, el crecimiento o la reproducción del patógeno.

Tratamiento de la semilla. Las semillas, tubérculos, bulbos y raíces de las plantas generalmente se tratan con compuestos químicos para prevenir su descomposición después de haberlos sembrado, o después de que ocurrió un brote de ahogamiento de las plántulas jóvenes para controlar los patógenos que habitan en el suelo donde posteriormente serán plantados. Más recientemente, las semillas se han tratado con fungicidas sistémicos para inactivar los patógenos presentes en las semillas infestadas.

Se recomienda fijar a la semillas una cantidad suficiente de compuestos químicos, para protegerlas de los ataques de los patógenos, y debe difundirse y desinfectar el área del suelo en torno a la semillas una vez que se siembra, para que las plantas se desarrollen normalmente sin que se vea atacada por los patógenos durante su periodo de crecimiento, que es particularmente vulnerable.



Además de tratar el suelo, en el que se cultivan hortalizas, plantas de ornato, con compuestos químicos volátiles para el control de nematodos , hongos y bacterias , se reduce la cantidad de inóculo de los mismos, ciertos fungicidas se aplican a los suelos en forma de polvos , suspensiones o forma de gránulos para controlar el ahogamiento y el tizón de las plántulas, las pudriciones de la raíz y de la corona y otras enfermedades .Tales fungicidas comprenden al captán , diazoben y cloroneb. Muchos de los fungicidas sistémicos, como el metalaxil y el fosetyl – Al son tan efectivos incluso en pequeñas cantidades que una sola aspersión de ellos al voleo sobre el suelo antes del cultivo seguido del paso de un arado de discos , puede proteger el cultivo durante toda una estación.

#### *3.5.5.3 Cultural.*

El control de las enfermedades por *Sclerotium rolfsii* depende hasta cierto punto de la rotación de cultivos, en parte de los métodos agrícolas que incluyen desde el arado profundo de la tierra, hasta el enterramiento superficial de los restos vegetales, y tratando las tierras con cal a fin de ajustar el pH del suelo a casi 7.0.

#### *3.5.6 Enfermedad .*

Enfermedades producidas en todo el mundo, y que producen pérdidas en la mayoría de hortalizas, plantas anuales, plantas florales y plantas perennes.

Los síntomas más comunes son el ahogamiento de las plántulas y la pudrición de la raíz, así como la pudrición y el cáncer del tallo de las plantas adultas y en proceso de crecimiento. También se produce la pudrición de los órganos vegetales almacenados, así como los tizones o manchas del follaje, especialmente del follaje que se encuentra cerca del suelo.

El ahogamiento se produce en suelos fríos y húmedos, las plántulas muy jóvenes pueden ser destruidas o poco después de que han emergido del suelo. Antes de que la plántula emerja, el hongo ataca y mata el ápice de crecimiento de ella.

Con frecuencia *Sclerotium rolfsii* produce pérdidas considerables en hortalizas y frutos carnosos durante su embarque y almacenamiento, algunos de los hospederos más comunes de *Sclerotium rolfsii* incluyen leguminosas, crucíferas, cucurbitáceas, zanahoria, apio, maíz dulce, berenjena, lechuga, cebolla, pimienta, papa, camote, tomate, crisantemo, tulipán, alfalfa, cereales, algodón, cacahuete, tabaco y a muchas otras plantas.

### 3.6 *Trichoderma koningii* + *Trichoderma harzianum*

#### 3.6.1 Descripción .

Especies del genero *Trichoderma sp*, han captado mucha atención como agente de Biocontrol . Tan solo en las Filipinas se reportan 13 especies diferentes de las cuales algunas sobresalen por sus características antagónicas , micoparasitas , y saprofitas

Este hongo se caracteriza por poseer micelio septado, conidióforos septados, multiramificados , que terminan en un estigma ( célula ovoide terminal ) que agrupa conidios verdes , brillantes , esféricos o ligeramente ovoides , que forman bolas viscosas , pero que pueden desprenderse fácilmente . Al acabar su desarrollo forman parches verdes en forma de almohadilla a causa de las bolsas de conidios verdes , que se forman al pegarse unos con otros y de los manejos de hifas estériles que se adhieren por encima de los conidioforos

#### 3.6.2 Clasificación .

*Reino* : Myceteae  
*Sub reino* : Eukaryonta  
*División* : Amastigomicota  
*Sub división* : Deuteromycotina  
*Clase* : Deuteromicetes  
*Orden* : Moniliales  
*Familia* : Moniliaceae  
*Genero* : *Trichoderma*  
*Especie* : *koningii*  
*harzianum*

#### 3.6.3 Biología .

Género agrupa a 33 especies, el hongo se identifica como una mota de color verde habitante natural del suelo. Visto al microscopio parece un árbol pequeño, que produce esporas o conidias asexuales, las cuales son similares a semillas, que aseguran la sobre vivencia del hongo en la próxima generación, y lo que da la apariencia de mota, son ramificaciones del cuerpo del hongo llamado micelio compuesto por hifas. *Trichoderma sp* produce en el micelio, unos ensanchamientos, que luego toman forma globosa u ovoide llamadas clamidosporas, las cuales son bastante tolerantes a condiciones ambientales adversas y son consideradas estructuras de sobre vivencia, ya que pueden perdurar a través del tiempo .

*Trichoderma sp.* toma nutrientes de los hongos (a los cuales degrada) y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz establecerse en el suelo y controlar enfermedades (Esposita y Da-Silva, 1998; Papa Visas, 1985).

#### 3.6.4 Requerimientos .

En cuanto el rango de temperaturas máximas que puede tolerar, *Trichoderma harzianum* tolera sobre los 30° C a 38° C, La temperatura óptima para *Trichoderma harzianum* fue 20° C. (Danielson y Davey, 1982).

Para *Trichoderma koningii* la temperatura máxima varía de 32° C a 35° C. (Knudsen y Bin, 1990).

En un estudio de caracterización fisiológica de *Trichoderma sp.*, se indicó que las temperaturas óptimas para el crecimiento fueron de 25° C a 30° C. *Trichoderma sp* es un hongo con una alta capacidad de tolerar un amplio rango de temperaturas (Rodríguez y Arcia, 1998).

El aislamiento de una cepa en los suelos de Alaska, y a pesar de ser un aislamiento de climas fríos, registrando crecimiento aún a los 4° C, toleró una temperatura máxima para su desarrollo de 33° C. Sin embargo, el hecho de que logre crecer a una temperatura diferente a la del sitio donde fue aislado, no es garantía que exprese su antagonismo hacia un patógeno determinado (McBeath y Adelman, 1991).

#### 3.6.5 Necesidades Nutricionales .

*Trichoderma sp* es un hongo que consume otros hongos, materia orgánica y nutrientes secretados por las raíces. Este se desarrolla mejor con L-alanina , L-aspartico, ácido L-glutamático y ácido casamino como fuentes de nitrógeno. El desarrollo sobre  $\text{NH}_4^+$  fue consistentemente superior al desarrollo sobre  $\text{NO}_3^+$ ; en tanto que algunos aislamientos de *Trichoderma koningii* fueron incapaces de usar  $\text{NO}_3^+$

El crecimiento micelial es independiente de la cantidad de alimento y directamente proporcional a su densidad ( Knudsen y Bin, 1990 ).

### *3.6.6 Capacidad de antagonista .*

La capacidad antagonista de *Trichoderma sp* es altamente variables de 255 aislamientos obtenidos de diferentes lugares, sólo el 15% de los mismos fueron efectivos en el control de *Rhizoctonia*; indicaron igualmente, que las cepas aisladas del mismo lugar son más efectivas que las traídas de fuera. (Mihuta-Grimm y Rowe, 1986).

La capacidad antagonista de *Trichoderma sp* dependerá entonces de la especificidad de la cepa aislada . Es posible que se tengan aislamientos que sean más eficientes para el control de un patógeno que para otro; de tal manera que esa especificidad deberá ser medida, y en caso de tener situaciones de este tipo se recomienda usar mezclas de cepas antagonistas, a fin de controlar la acción de las poblaciones patogénicas (Acevedo y Arcia, 1998) .

### *3.6.7 Mecanismos de acción .*

#### *3.6.7.1 Micoparasitismo .*

El Micoparasitismo es el fenómeno por el cual un hongo coloniza a otro, cubriendo una gran cantidad de eventos en este tipo de interacción.

#### *3.6.7.2 Antibiosis .*

Esta ocurre cuando hay producción de metabolitos tóxicos o antibióticos de un organismo con acción directa sobre otro.

#### *3.6.7.3 Competencia .*

Esta ocurre cuando dos ó más organismos demandan un mismo recurso vital. La competencia entre agentes de control biológico y el fitopatógeno puede resultar en control biológico por aniquilación de la población perjudicial, y puede darse favor de *Trichoderma sp*. debido a su alta frecuencia de crecimiento y desarrollo (Tronsmo y Hhjeljord, 1998).

## 4. METODOLOGIA.

La evaluación del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum* en control del mal del talluelo, en el cultivo de chile (*Capsicum annum*) se realizo por medio de dos fases; una de laboratorio y una de campo.

### 4.1 FASE DE LABORATORIO

Esta fase se desarrolló en el laboratorio de Microbiología Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, Se obtuvieron muestras de micelio de *Sclerotium rolfsii*, previamente aislado, con la ayuda del disco sacabocado se extrajeron fragmentos de micelio, los cuales se inocularon en 10 cajas Petri con PDA( papa dextrosa agar, medio de cultivo) para su reproducción, caracterización y medir su crecimiento.

#### 4.1.1 Aislamiento del hongo patógeno *Sclerotium rolfsii*.

El aislamiento del hongo se realizó por medio de la técnica de “bocados” en cajas Petri con PDA. Se colocaron dos “bocados” de *Sclerotium rolfsii* por caja Petri, con el objetivo de lograr una reproducción mas rápida del hongo, incubando a temperatura ambiente durante 15 días.

#### 4.1.2 Aislamiento del hongo antagonista *Trichoderma harzianum* y *koningii*.

Se procedió a depositar 20 cc de PDA como medio de cultivo, en las cajas Petri, posteriormente se preparó una solución de 10 cc de agua destilada en tres grs., del biopreparado (promot), dicha solución fue dejada en reposo 24 hrs., para una mejor reproducción de esporas, luego se deposito una gota de la solución en la caja con PDA dejándolo a temperatura ambiente durante 5 días.

#### 4.1.3 Prueba de efectividad

*Acción del Biopreparado de Trichoderma harzianum y koningii sobre el hongo patógeno Sclerotium rolfsii.*

Se dividió la caja Petri en dos secciones iguales mediante una línea central, que sirvió como punto de referencia, para observar el grado de interacción que presentaban ambos hongos.

Con el instrumento de disco de hongo (sacabocado) se colocaron puntos de inóculo de *Trichoderma harzianum* y *koningii* y *Sclerotium rolfsii* en extremos opuestos, midiéndose el tiempo de germinación de ambos hongos (antagonista y patógeno).

El punto donde harán contacto ambos hongos dará idea de cual hongo es más agresivo.

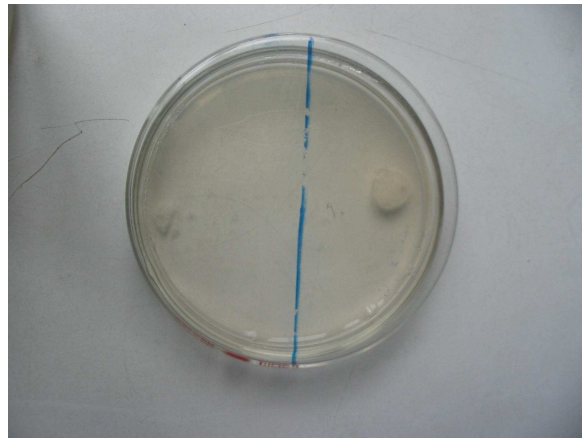
Si el *Trichoderma koningii* y *harzianum* llega más rápido al centro de la caja Petri, el tratamiento sobre la semilla será preventivo, esto indicará que es más agresivo que *Sclerotium rolfsii*. De suceder lo contrario, querrá decir que *Trichoderma koningii* y *harzianum* tiene un efecto más retardado, y se procederá a utilizar prevención tanto en el sustrato como en la semilla.

Los datos de esta prueba se tomarán a los 3 días de haber inoculado ambos hongos, esto con el fin de ver una colonia de cepas y esclerocios, más representativa en la prueba.

Luego se procedió a inocular *Sclerotium rolfsii* en el sustrato, estimando un tiempo de ocho días al hongo para que se adaptara lo suficiente al sustrato. Esta prueba se realizó con el objetivo de determinar en que momento y forma se puede utilizar el *Trichoderma koningii* y *harzianum* para el manejo del patógeno.

**Fig. 1**

*Prueba de efectividad de trichoderma koningii y harzianum, contra Sclerotium rolfsii.*



#### 4.1.4 Repeticiones a nivel de laboratorio.

Las repeticiones que se realizarán, serán 5 por prueba, para poder sacar un promedio de cada una y tener un dato más exacto.

Las pruebas a realizar son las siguientes:

- 5 cajas Petri con *Trichoderma harzianum* y *koningii*.
- 5 cajas Petri con *Sclerotium rolfsii*.
- 5 cajas Petri con *Trichoderma harzianum* y *koningii* (a un extremo) y *Sclerotium rolfsii* (en otro extremo).

Serán 5 repeticiones con un total de 15 cajas petri.

## 4.2 FASE DE CAMPO.

El experimento se realizo en pasaje Danilo, colonia sitio del niño, lote # 73, San Juan Opico departamento de la Libertad. El área donde se realizo el ensayo es de 30 m<sup>2</sup>. Con coordenadas geográficas 13° 52'32"LN y 89° 21'31" LWG, y una elevación de 510 msnm. (A1.)

### *Montaje del ensayo.*

#### 4.2.1 Siembra de barrera viva.

Esta se realizo con 30 días de anticipación previo al montaje del experimento, alrededor del almacigo y consistirá en 3 surcos de maíz a chorro seguido distanciados a 20 cms. Entre surco y separados de la tarima a 80 cms.

### **Fig. 2.**

*Siembra de barrera viva.*



Dicha barrera será fertilizada con sulfato de Amonio para acelerar el crecimiento de la planta de maíz (HB 83) para que alcance una altura considerable previo al montaje del experimento.

La barrera servirá para crear condiciones desfavorables a los insectos (chupadores y masticadores voladores) ya que la etapa de semillero es más propensa al ataque de plagas y enfermedades.

#### *4.2.2 Preparación del tapesco.*

Se realizaron cuatro tarimas con un ancho de 0.50 m. y 2.30 m. de largo y cada tarima ira separada a 0.5 m. de distancia, la altura de cada tarima será de 0.80 m. ( A2 ), esto con el fin de evitar una contaminación directa por posibles patógenos y insectos del suelo y facilitar las labores de manejo.  
( A3 )

#### **Fig.3.**

*Elaboración del tapesco.*



#### *4.2.3 Desinfección de cajas durapax y macetas.*

La desinfección se hizo utilizando tres bolsas de lejía (hipoclorito de sodio 5%) estas serán diluidas en seis galones de agua para lavar las cajas de durapax (50x34x15 cm) y las macetas, luego se secaran en el lugar donde se montara el ensayo.

La medida de la maceta es de 5.6 cms de base superior, 4.4 cms base inferior y 5.9 cms de altura, con un volumen de 145.32 cm<sup>3</sup>.

( A4 )



#### 4.2.4 Inoculación de sustrato con el patógeno.

El sustrato utilizado en el experimento fue adquirido en la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, al sustrato se le realizó un análisis de pH en el laboratorio de Química Agrícola, dando una lectura de 8.7 lo cual no era apropiado a las condiciones climáticas de los hongos, ya que si el pH es básico ( $> 7$ ) *Trichoderma koningii* y *harzianum* y *Sclerotium rolfsii* tendrán problemas para crecer, pero si el pH ( $< 7$ ) las condiciones climáticas favorecerán a ambos hongos y a las semillas de chile, ya que el rango que demanda el cultivo es un pH 5.5 – 7.

Posteriormente se bajo el pH tratando las 38 lbs., de sustrato con una solución de 60 grs. de sulfato de Amonio y 30 cc de ácido Sulfúrico, diluidas en 3 lts de agua destilada.

Se dejó el sustrato tapado con bolsas plásticas por 48 hrs. para garantizar una mejor fermentación de la solución, luego se sacó una muestra para realizar otra lectura de pH y % materia orgánica

#### Fig. 4.

*Inoculación del sustrato con el hongo patógeno Sclerotium rolfsii.*



La nueva lectura fue de pH 6.8 y materia orgánica 15 %, favoreciendo así a una mejor alimentación y un mejor hábitat para la reproducción de ambos hongos en el sustrato, luego con agua hervida se desinfectó para evitar cualquier tipo de patógeno que interfiriera con el experimento, dejándolo en reposo durante 48 hrs.

Con el material ya preparado (sustrato y cajas Petri con *Sclerotium rolfsii*), se inocularon las 38 lbs., de sustrato en mezcla homogénea con el hongo *Sclerotium rolfsii*, con una relación de 0.88 mlg. de micelio de *Sclerotium rolfsii* por lb. de sustrato, equivalente a 2.5 cajas Petri / lb. de sustrato, dejándolo en reposo durante 5 días para que el hongo colonice y se adapte lo suficiente, posteriormente se traslado al lugar donde se monto el experimento.

#### *4.2.5 Siembra de la semilla.*

Se llenaron con sustrato cada una de las macetas hasta un 90%, estas se compactaron, sembrándose tres semillas de chile dulce, variedad Yolo Wonder, por maceta a una profundidad de 0.5 cm teniendo cuidado de no dejar muy profunda la semilla.

Luego se esparció granza de arroz en cada una de las macetas esto con el fin de evitar el salpique y conservar la humedad del semillero.

#### *4.2.6 Manejo del semillero.*

El riego se realizó uno por día mientras germina la semilla ya germinada la semilla se utilizará una regadera que tenga una granada con orificios muy finos, para evitar el salpique de la semilla por el golpe de la gota, y el riego se hará cada dos días, para suspenderlo de 2 días antes del trasplante (toma de datos). Se realizará un raleo a los 12 – 15 días de emergida la planta dejando una planta por maceta en este caso la que se presente más vigorosa, esto con el fin de tener una muestra mas representativa.

#### *4.2.7 Montaje del ensayo.*

El ensayo se realizo a partir del 15 de Septiembre del 2005, con respecto a los tratamientos a estos se le aplico los principios de azarización.

#### *variedad a evaluar*

##### **YOLO WONDER**

Este cultivar es una planta fuerte, con buena cobertura, de crecimiento medio y abierto, que puede alcanzar de 50 a 60 cm de altura; la forma del fruto es cuadrada acampanada, de 9 cm de largo por 8 cm de ancho. La producción se obtiene a los 72 días (Montes, 1990)

Este cultivar se conoce por su excelente calidad de fruto, de textura firme, con paredes gruesas y por lo general de 4 lóbulos. Además tiene resistencia al virus del mosaico del tabaco. (Petoseed, 1992).

**Cuadro 1.**

*Características del cultivo de Chile dulce (Capsicum annum) de la variedad Yolo Wonder.*

<b>CARACTERÍSTICAS DE VARIEDADES DE POLINIZACIÓN LIBRE</b>	
Tipo de crecimiento	Determinado
Adaptación	0 – 2300 msnm
Tolerancia	Virus del mosaico del tabaco
Tipo de fruto: forma color tamaño	Campana Verde oscuro 9-10 x 4-7 (largo x ancho)
Ciclo vegetativo	75-100 días siembra a cosecha
Rendimiento	14-20 t/ha.

**4.3 METODOLOGIA ESTADÍSTICA.***4.3.1 FACTORE EN ESTUDIO.*

*Factor controlable:*

Dosis: por medio de ellas se llevo un control para determinar cual de ellas produjo mejor efecto, sobre el mal del talluelo.

*4.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.*

Se evaluaron 6 tratamientos (dosis) cada uno con 4 repeticiones.

Las unidades experimentales fueron las macetas las cuales están divididas en 16 macetas por tratamiento, 4 repeticiones, haciendo un total de 384 macetas.

**Las dosis a evaluar serán las siguientes.**

**Cuadro 2.**

*Dosis a evaluar.*

<b>Dosis</b>	<b>Cantidad en oz. de producto ( Promot )</b>	<b>Cantidad de semilla por oz. variedad (Yolo wonder)</b>
T0	Testigo	2
T1	1.00	2
T2	0.50	2
T3	0.75	2
T4	1.25	2
T5	1.50	2

De las dosis recomendadas por la casa distribuidora que es de 1 oz. de *Trichoderma koningii* y *harzianum* + 2 oz. de semilla, se derivan los siguientes tratamientos reales en fase campo a nivel de semillero.

### Cuadro 3

*Dosis reales a evaluar, debido a que se trata de un ensayo solo se utilizarán la cantidad de producto y semillas, detalladas a continuación.*

Dosis	Cantidad en grs. De producto (Promot)	Cantidad de semilla variedad (Yolo Wonder)
T0	Testigo	193
T1	0.75	193
T2	0.37	193
T3	0.56	193
T4	0.93	193
T5	1.12	193

#### 4.3.3. DISEÑO ESTADÍSTICO.

*Diseño completamente randomizado ó diseño irrestricto al azar.*

Para esta investigación se aplico el Diseño Completamente al azar ó Irrestricto al azar, ya que se cuenta con material ( semilla, macetas, sustrato, *Trichoderma*) homogéneo, como también es el diseño que mejor se ajusta a los objetivos planteados en la investigación.

#### 4.3.4 MODELO MATEMÁTICO.

Sea “Y” la variable que va a medir en las distintas unidades experimentales y “Y<sub>ij</sub>” el valor observado en la parcela J-esima que recibe el tratamiento “i”; luego cualquier observación puede expresarse así:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y<sub>ij</sub>: Características bajo estudio observado en la parcela “j” y donde se aplico el tratamiento “i”.

$\mu$  = media experimental.

$\tau_i$  = efecto de las dosis “i”

$C_{ij}$  = error experimental de efecto de interacción entre las dosis y las repeticiones.

$I = 1, 2, 3, \dots, a$  = número de tratamientos

$J = 1, 2, \dots, r$  = número de repeticiones de cada tratamiento.

La distribución estadística para estudiar las fuentes de variación involucradas en el experimento se detallan en el ANVA.

#### Análisis de Varianza ( ANVA ).

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculada
F de V	G. L.	S. C.	C. M.	Fc
Tratamiento	a-1	$1/n \sum Y_i.^2 - Y..^2/na$	S.C. Trata/ a-1	C.M. trata
Error experimental	a(n-1)	S.C. total – S.C. trat	S.C. err exp /a(n-1)	C.M.E
TOTAL	An-1	$\sum \sum y^2_{ij} - y^2_{..}/ra$		

$Y_i$  = representa el total del tratamiento i

$Y..$  = representa el gran total.

#### 4.3.5. PRUEBA ESTADÍSTICA.

##### *DIFERENCIA MINIMA SIGNIFICATIVA (D.M.S.)*

Esta prueba se utiliza cuando en el análisis de varianza,  $F^{cal}$  es significativa, y consiste en calcular un limite mínimo de significación, el cual es común para comparar la diferencia de cualquier par de medias. También por ser la prueba que mejor se ajusta a los objetivos planteados, la cual nos cuantifica la magnitud del efecto de cada uno de los tratamientos en estudio, ya que la cantidad de estos (tratamientos) son pequeños.

A continuación se presenta la comparación que se hizo entre tratamientos:

<i>Cuadro de doble entrada, para la prueba estadística D.M.S.</i>						
Tratamientos	<i>T5</i>	<i>T4</i>	<i>T3</i>	<i>T2</i>	<i>T1</i>	
<i>T1</i>	S/ns	s/ns	s/ns	s/ns	s/ns	
<i>T2</i>	S/ns	s/ns	s/ns	s/ns	s/ns	
<i>T3</i>	S/ns	s/ns	s/ns	s/ns	s/ns	
<i>T4</i>	S/ns	s/ns	s/ns	s/ns	s/ns	
<i>T5</i>	S/ns	s/ns	s/ns	s/ns	s/ns	

*S/ns: S: significancia; ns: no significancia.*

#### 4.3.6. VARIABLES A MEDIR.

##### 4.3.6.1 Porcentaje de germinación.

Esta variable se medirá dependiendo del porcentaje de germinación y será por simple observación y recuento de plantas germinadas.

(A5)

##### 4.3.6.2 Incidencia

Se define como el número de casos nuevos de una enfermedad que se desarrolla en una población durante un período de tiempo determinado.

Para poder medir la incidencia se hará uso del siguiente cuadro:

<i>Medida de la Incidencia.</i>						
<i>Evaluación Tratamiento</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>Total</i>	<i>Prom.</i>
<i>T0</i>						
<i>T1</i>						
<i>T2</i>						
<i>T3</i>						
<i>T4</i>						
<i>T5</i>						

##### 4.3.6.3 Altura de plantas.

Esta variable se medirá a los 35 días de siembra de la semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder, para poder observar el crecimiento que se obtuvo por planta y por tratamiento de cada una de las repeticiones realizadas, con el instrumento llamado “pie de rey” se medirá la altura de las plantas.

Para efectos de análisis estadístico, solo se obtendrán 4 muestras por cada tratamiento, por repetición, las demás plantas no se toman en cuenta para cuando se aplica el diseño estadístico se evitará el efecto de borde y cabecera

##### 4.3.6.4 Peso húmedo de las muestras.

Se basa en la determinación de la pérdida de peso que sufre una muestra de tejido vegetal cuando se calienta a una temperatura entre 60° C – 70° C, por un periodo de 24 horas, en un equipo conocido como estufa de aire reforzado o ventilación forzada. Luego se llevará a un desecador para llevar la muestra a equilibrio con la humedad ambiente y se pesa cuando se enfría.

#### *4.3.6.5 Peso seco de las muestras.*

La humedad libre se expulsa por medio de aire caliente la Temperatura del aire se regula para efectuar máximo secado y un mínimo de pérdida de sustancias

Para todas las variables a evaluar se llevará un registro diario de lo observado.(A7)

### **4.3 ANALISIS ECONOMICO.**

Es necesario el análisis económico para completar los resultados estadísticos, pero sobre todo este es necesario por cuanto permitirá al agricultor determinar cual de los tratamientos en estudio le resulta mejor desde el punto de vista económico.

#### *4.3.1 Justificación*

En esta parte se hizo una investigación del porque de la importancia de un análisis económico, así como determinar que tratamiento resultó mas económico, luego de realizar sus respectivos egresos e ingresos.

#### *4.3.2 Presupuesto parcial*

Este instrumento se utilizó para organizar los datos experimentales

##### *4.3.2.1 Elementos que constituyen un presupuesto parcial.*

##### *4.3.2.2 Rendimientos Medios*

##### *4.3.2.3 Rendimientos Ajustados*

El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje, con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento; en general se considera un ajuste entre el 5 al 30%, para la investigación se tomará el 10 %.

##### *4.3.2.4 Beneficio Bruto de Campo*

Se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

#### *4.3.2.5 Costo que varían*

Es la suma de todos los costos que varían para un determinado tratamiento, para calcularlos se da de la siguiente manera:

- Se identifican los insumos que varían de un tratamiento a otro.
- Se determinan el precio de campo de los insumos.
- Se calculan los costos de campo de los insumos.
- Se calculan el total de los costos que varían.

#### *4.3.2.6 Total de los costos que varían.*

Es la sumatoria de todos los costos de campo por insumo en los diferentes tratamientos.

#### *4.3.2.7 Beneficios Netos.*

Se calculan restando el total de los costos que varían del beneficio bruto de campo para cada tratamiento.

#### *4.3.3 Análisis de dominancia.*

Se efectúa primero ordenando, los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían, se dicen entonces que un tratamiento es dominado cuando obtiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

#### *4.3.4 Tasa de retorno marginal.*

El beneficio neto marginal (aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en los costos que varían) expresado en porcentaje.

$$\text{TRM} = \text{BN} / \text{CB}$$

DONDE:

BN: Beneficios netos por tratamientos

CB: Costos variables por tratamientos.



## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

### 5.1 Análisis de Laboratorio

A continuación se presenta todos los datos obtenidos en la fase de laboratorio, que se representan por medio de fotos y cuadros.

#### 5.1.1 Aislamiento del hongo patógeno *Sclerotium rolfsii*.

Por medio de la técnica de “bocados” se obtienen las muestras de *Sclerotium rolfsii*, colocando 2 “bocados” en las cajas Petri.

#### Fig. 5.

Técnica de “bocados” para obtener muestras de *Sclerotium rolfsii*.

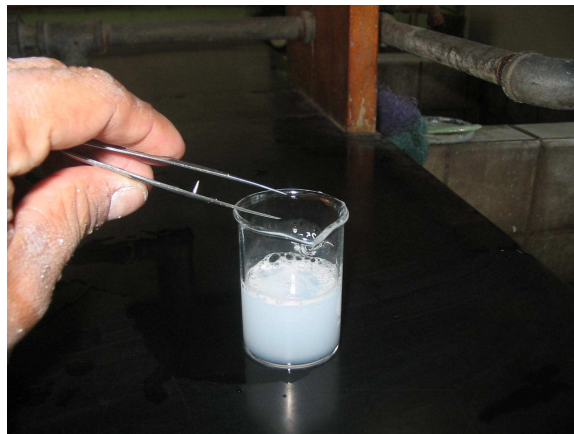


#### 5.1.2 Aislamiento del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum*.

La dosis a preparar es 0.8 gr de *Trichoderma*, con 20 ml de agua destilada esto rinde para una caja Petri.

#### Fig. 6.

Muestras de *Trichoderma koningii* y *harzianum*.



### 5.1.3 Prueba de efectividad

*Acción del Biopreparado de Trichoderma koningii y harzianum sobre el hongo patógeno Sclerotium rolfsii.*

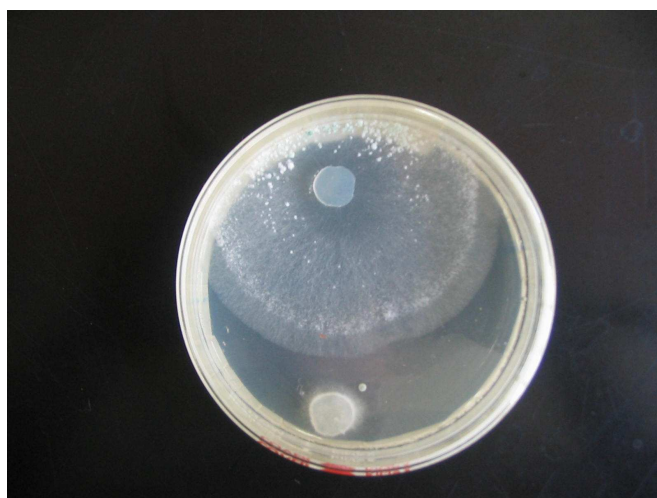
Se logro observar mayor crecimiento del antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum*.

El resultado de la prueba demostró que el biocontrolador creció más rápido, por lo tanto, el tratamiento sobre la semilla se hizo preventivo, esto indico que es más agresivo que *Sclerotium rolfsii*. De haber sucedido todo lo contrario, o sea un efecto mas retardado de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, se hubiese procedido a utilizar de manera preventiva sobre el sustrato y la semilla.

Los datos de esta prueba se tomaron a los 3 días de haber inoculado ambos hongos, con el fin de ver una colonia de cepas y esclerocios, más representativa en la prueba.

**Fig. 7.**

*Efectividad de Trichoderma koningii y harzianum contra Sclerotium rolfsii.*



El promedio de crecimiento de *Trichoderma koningii* y *harzianum* se calculo de la siguiente manera.

Para obtener estos datos de realizo una medición de área de la caja Petri, por medio de la formula  $A = \pi r^2$ , siendo:

A: área  
 J: valor de pi (3.1416)  
 R: radio

El área total de la caja Petri mide 66.48 cm<sup>2</sup>

También por medio de papel milimetrado se calculo el área total de la caja Petri la cual equivale a 6614 cuadros, siendo la mitad 3307 cuadros.

#### Cuadro 4.

*Calculo de crecimiento de *Trichoderma koningii* y *harzianum* en cajas Petri, a nivel de laboratorio.*

Promedio de crecimiento de <i>Trichoderma</i> en cajas Petri a nivel de laboratorio.	
<b>X</b>	41.32
<b>r</b>	8.50
<b>r<sup>2</sup></b>	72.31
4.. 82 ≈ 5 días	

NOTA: ESTOS DATOS SE OBTIENEN LUEGO DE PROCESAR LOS VALORES QUE SE PRESENTAN EN EL CUADRO 5.

Las muestras de efectividad de *Trichoderma koningii* y *harzianum* se obtuvo a los 3 días, de las 5 cajas Petri se hizo la sumatoria, luego se obtuvo la media, la cual nos indica que en 3 días hubo un crecimiento 41.32 cm<sup>2</sup> de área, es decir que en 5 días *Trichoderma koningii* y *harzianum* llenaría la caja Petri, esto nos demuestra la agresividad que tiene el hongo antagonista.

Puede suceder que el crecimiento de micelio de *Sclerotium rolfsii* sea lento al principio y posteriormente a un determinado tiempo sea más rápido, ya que en los 3 días que se realizó la toma de datos *Sclerotium rolfsii* tiene un crecimiento de 2.10 cm<sup>2</sup>.

**Cuadro 5.**

*Resultados de la prueba de antagonismo a nivel de laboratorio, de Trichoderma koningii y harzianum contra Sclerotium rolfsii, causante de mal del talluelo en chile dulce.*

**Prueba de antagonismo a nivel de laboratorio de  
Trichoderma koningii y harzianum  
contra Sclerotium rolfsii, causante de mal del talluelo en chile dulce.**

Numero De caja Petri	área total	area trichoderma cm <sup>2</sup>	crecimiento % trichoderma	área Sclerotium rolfsii cm <sup>2</sup>	crecimiento % Sclerotium rolfsii
1	66.48 cm <sup>2</sup>	28.34	<b>42.67%</b>	1.88	<b>2.83%</b>
2	66.48 cm <sup>2</sup>	43.17	<b>64.93%</b>	1.08	<b>1.54%</b>
3	66.48 cm <sup>2</sup>	51.4	<b>77.32%</b>	2.99	<b>4.49%</b>
4	66.48 cm <sup>2</sup>	39.09	<b>58.80%</b>	1.79	<b>2.70%</b>
5	66.48 cm <sup>2</sup>	44.6	<b>67.08%</b>	2.75	<b>4.14%</b>
	Total	206.6		10.49	
	media	41.32		2.10	
	desviación	8.50		0.77	
	varianza	72.31		0.60	

**Cuadro 6; Fig 8.**

*Componentes del sustrato utilizado en el experimento, para la siembra de semillas de chile dulce de la variedad Yolo Wonder.*

<b>Componentes del sustrato.</b>	
<b>Material</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Restos vegetales</b>	<b>15 %</b>
<b>Cáscaras de frutales</b>	<b>0.4 %</b>
<b>Cáscaras de hortalizas</b>	<b>0.2 %</b>
<b>Hortalizas (zanahoria)</b>	<b>0.2 %</b>
<b>Hortalizas (repollo, lechuga)</b>	<b>0.3 %</b>
<b>Cáscaras de naranja</b>	<b>0.3 %</b>
<b>Cáscara de huevo</b>	<b>0.1 %</b>
<b>Hojasca</b>	<b>0.3%</b>
<b>Tierra</b>	<b>75 %</b>
<b>Arena</b>	<b>10 %</b>

## 5.2 Análisis Estadístico ó de Campo

### Variables:

#### 5.2.1 Germinación.

Para realizar la toma de datos de germinación se hizo a los 15 días de siembra de la semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder.

**Fig. 9**

*Germinación de semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*



**Cuadro 7.**

*Análisis de varianza variable: germinación de semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder, a los 15 días de siembra.*

	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>A</i>	
<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C. M</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Trat</b>	5	30.21	6.04	16.11	2.1
<b>E. E.</b>	18	6.75	0.38		
<b>Total</b>	23	36.96			

El análisis nos demuestra que existe una significancia en cuanto a la variable en estudio, que es germinación de las semilla de chile dulce variedad Yolo Wonder, es decir que los tratamientos, las dosis evaluadas en estudio producen efectos significativos a un nivel de confianza del 5%

**Cuadro 8.**

*Prueba estadística D.M.S. variable: Germinación de semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*

D. M. S.						
TRATAMIENTOS	T3	T4	T5	T1	T2	
	<b>MEDIAS</b>	15.75	15.75	15.75	15.50	15.00
<b>T2</b>	15.00	0.75	0.75	0.75	0.50	0.00
<b>T1</b>	15.50	0.25	0.25	0.25	0.00	
<b>T5</b>	15.75	0.00	0.00	0.00		
<b>T4</b>	15.75	0.00				
<b>T3</b>	15.75					

La prueba estadística D.M.S. que se utilizó con las medias de los tratamientos, nos demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, en este caso no se utiliza el tratamiento testigo, ya que este no se le aplicó ninguna dosis en estudio, por lógica no tendrá los efectos esperados.

Entre los tratamientos evaluados, en la variable germinación los que presentan mejor porcentaje son T3, T4, y T5 aproximadamente con un 96 % de germinación, el tratamiento T1 que es el testigo relativo nos demuestra un 94 % de germinación, y el tratamiento T2 que presentó el porcentaje de germinación más bajo.

Esto quiere decir que al utilizar *Trichoderma koningii* y *harzianum* en cualquier dosis, contra *Sclerotium rolfsii*, este garantizará la germinación de semilla de chile dulce, ya que genera un efecto de protección, evitando el ataque de la enfermedad mal del talluelo.

### 5.2.2 Incidencia.

La incidencia es el efecto que provoca la enfermedad mal del talluelo, el porcentaje de plantas enfermas, que no pudieron lograr un crecimiento, después de la emergencia.

De un total de 64 plantas (16 por tratamiento y 4 repeticiones) se escogió cuatro plantas (por cada tratamiento y por repetición) para la toma de muestras, las restantes no se utilizaron para así lograr evitar el efecto de borde y cabeceras, en la aplicación del diseño estadístico.

Un total de 384 plantas se le dio seguimiento de 35 días, tomando en cuenta que es el tiempo que alcanzara su total desarrollo para ser transplantada a campo.

Esto se realizo a partir del día 1 de evaluación lo cual se observo un total de 66 muestras con la enfermedad mal del talluelo, provenientes de todos los tratamiento en estudio. Con estos datos, la incidencia acumulada seria de  $66/384 = 0.17 \times 100 \Rightarrow 17.19\%$  en los 35 días de evaluación.

Donde:

### **Cuadro 9 .**

*Incidencia de la enfermedad mal del talluelo, en el cultivo de chile dulce de la variedad Yolo Wonder*

66	Numero de plantas enfermas ( Mal de talluelo)
384	Población de plantas en estudio
%	Del 100 % de la población de plantas un 17.19% presentan la enfermedad

En el cuadro medida de la incidencia, se presentan las plantas enfermas por cada uno de los tratamientos, la evaluación realizadas se hizo luego de la emergencia de la semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder.

Se realizaron 4 evaluaciones o toma de datos, siendo a los 16, 22, 29 y 36 días. Se presentan el total de plantas enfermas por cada tratamiento así como su porcentaje.

El tratamiento que presente los resultados más bajos fue el testigo (T0), ya que ha este no se le aplico control, la primera evaluación que se hizo a los 16 días de emergencia de la semilla presento un sub total de plantas enfermas, los demás tratamientos presentaron el T1 2 plantas enfermas, el T2 4 plantas enfermas, y los demás tratamientos una planta enferma.

La segunda evaluación se realizo a los 22 días, presentando el tratamiento testigo (T0) la mayor incidencia de la enfermedad, con un total de 33 plantas enfermas, y para la tercera evaluación a los 29 días solo presento 9 plantas enfermas, la ultima evaluación realizada a los 36 días , que fue cuando se hizo en levantamiento de los datos presento 2 plantas enfermas.

**Cuadro 10.**

*Incidencia de la enfermedad mal del talluelo en el cultivo de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*

<b>MEDIDA DE LA INCIDENCIA.</b>						
	<b>EVALUACIÓN</b>					
<b>Tratam</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>TOT</b>	<b>PROM</b>
<b>T0</b>	13	33	9	2	57	14.25
<b>T1</b>	2	0	0	0	2	0.5
<b>T2</b>	4	0	0	0	4	1
<b>T3</b>	1	0	0	0	1	0.25
<b>T4</b>	1	0	0	0	1	0.25
<b>T5</b>	1	0	0	0	1	0.25
				<b>Tot</b>	<b>66</b>	<b>16.5</b>

**Cuadro 11.**

*Análisis de varianza variable: incidencia de la enfermedad mal del talluelo, en las plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*

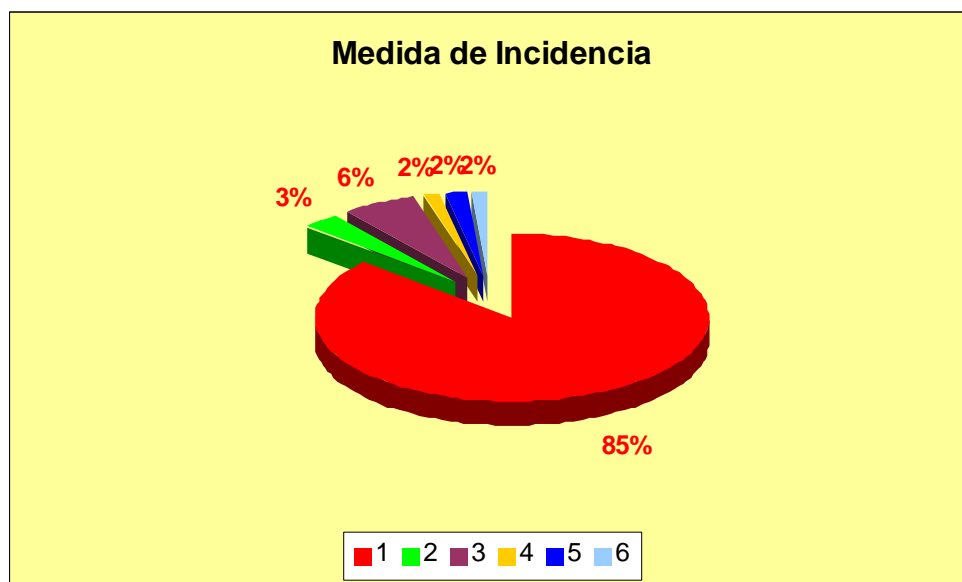
	<b>A</b>	<b>N</b>	<b>V</b>	<b>A</b>	
<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C. M</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Trat</b>	5	636.50	127.30	0.49	2.1
<b>E. E.</b>	18	4676.00	259.78		
<b>Total</b>	23	5312.50			

El análisis de varianza demuestra que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, al 5 % de confianza, es decir que al aplicar cualquier dosis en es estudio sobre la semilla de chile dulce, estas producen efectos iguales en los tratamientos, generando una protección a la semilla, que la hace emerger y evitar el ataque de la enfermedad mal del talluelo, a excepción del testigo el cual no se le aplico dosis de prevención.



Fig. 10.

Gráficamente se muestra la tendencia que presento, la medida de incidencia de la enfermedad mal del talluelo, en el cultivo de chile dulce.



Gráficamente la incidencia de la enfermedad mal del talluelo en el cultivo de chile dulce, demuestra la tendencia o comportamiento que presenta dicha enfermedad, las plantas jóvenes son más severamente atacadas, cuando el crecimiento de la planta es lento debido a condiciones ambientales adversas para su desarrollo. Cuando ataca a las plántulas que ya han formado algún tejido leñoso, el hongo no las invade totalmente, pero se desarrolla en la corteza y rápidamente o lentamente cubre a las plantas. El hongo ataca a los tejidos secretando ácido oxálico y enzimas. La primera evaluación realizada a los 16 días, demuestra que es cuando se da el ataque de hongo patógeno *Sclerotium rolfsii* en todos los tratamientos en estudio, presentando el testigo la mayor cantidad de plantas enfermas con un total de 13, y para el T1 con 2 plantas enfermas, T2 con 4 plantas enfermas y T3, T4, T5 con 1 planta enferma. Para la segunda evaluación a los 22 días, se da el ataque más severo, que es de 33 plantas enfermas, representando el 8.60% del total de plantas enfermas, esto nos demuestra que cuando la planta ya ha germinado el ataque es más severo.

La tercera evaluación realizada a los 29 días presenta un total de 9 plantas enfermas solo para el tratamiento testigo, y la última evaluación realizada a los 36 días presenta 2 plantas enfermas el tratamiento testigo, los demás tratamientos que se utilizó el hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum* no presentaron más plantas enfermas.

**Cuadro 12.**

*Prueba estadística D.M.S. variable : Incidencia.*

E.T.D.	11.40	
D.M.S. 5%	2.10	<b>23.93</b>

D. M. S.						
TRATAMIENTOS	T2	T1	T3	T4	T5	
<b>MEDIAS</b>	<i>1.00</i>	<i>0.50</i>	<i>0.25</i>	<i>0.25</i>	<i>0.25</i>	
<b>T5</b>	<i>0.25</i>	0.75	0.25	0.00	0.00	0.00
<b>T4</b>	<i>0.25</i>	0.75	0.25			
<b>T3</b>	<i>0.25</i>	0.75	0.25			
<b>T1</b>	<i>0.50</i>	0.50	0.00			
<b>T2</b>	<i>1.00</i>	0.00				

La prueba estadística D.M.S. demuestra que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, para realizar dicha prueba no se toma en cuenta el testigo, como no presenta tratamiento alguno en la semilla, es lógico que su resultado no es el esperado, por eso la comparación se relaciona con el tratamiento relativo, que es el que recomienda la casa distribuidora.

Al utilizar cualquier dosis se obtendrá los mismos resultados, es decir que no importando la dosis estas siempre genera un protección a la semilla, que garantizará su germinación y a la vez un buen crecimiento y desarrollo de la planta de chile dulce.

### *5.2.3 Variable Altura de plantas*

Por medio de esta variable se observo si una planta se desarrolló, o en caso contrario el porque no se desarrolló.

Para medir la variable altura de plantas, se recopiló la información a los 35 días de siembra de la semilla de chile dulce de la variedad Yolo Wonder.

**Cuadro 13 .**

*Análisis de varianza variable: altura de plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder, a los 35 días de siembra. Utilizando biocontrolador Trichoderma koningii y harzianum contra Sclerotium rolfsii causante de la enfermedad mal del talluelo.*

	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>A</i>	
<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C. M</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Trat</b>	5	2330.15	466.03	14.91	2.77
<b>E. E.</b>	18	562.59	31.26		
<b>Total</b>	23	2892.75			

El uso de controlador biológico *Trichoderma koningii* y *harzianum* en contra del hongo patógeno *Sclerotium rolfsii* causante del mal del talluelo, en diferentes dosificaciones, produce efectos diferentes en la variable altura de plantas, ya que se observa que Fcal es mayor que Ftab, indicando que hay significancia al 5 %.

**Cuadro 14.**

*Prueba estadística D.M.S. variable: altura de plantas.*

E.T.D.	0.99	
D.M.S. 5%	2.10	<b>2.08</b>

<b>D. M. S.</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	
<b>MEDIAS</b>	9.73	9.41	9.20	9.07	8.87	
<b>T5</b>	8.87	0.86	0.54	0.34	0.20	0.00
<b>T4</b>	9.07	0.66	0.34	0.14	0.00	
<b>T2</b>	9.20	0.53	0.20	0.00		
<b>T1</b>	9.41	0.32	0.00			
<b>T3</b>	9.73	0.00				

La prueba estadística demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, a los cuales se les aplico dosis diferente de *Trichoderma koningii* y *harzianum*.

Las diferentes dosis de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, contra *Sclerotium rolfsii* causante de mal del talluelo, no producen efectos significativos, quiere decir que se puede utilizar cualquier dosis en estudio, y se garantiza la germinación, así como el crecimiento fuerte y vigoroso de la planta de chile dulce.

El no utilizar el tratamiento testigo (T0) en dicha prueba, nos representa esta diferencia de no significancia, debido a que en el análisis de varianza la significancia da por el efecto que esta produciendo el tratamiento testigo, pero en la prueba no se toma en cuenta debido a que se compara el tratamiento relativo (T1) que es, el recomendado por la casa distribuidora, con el resto de tratamientos.

A nivel de campo se presenta una diferencia en cuanto a altura de planta ( fig 10), ya que con el tratamiento T3 ( 9.73 cms), se obtiene un mayor crecimiento, así como un desarrollo fuerte y vigoroso de la planta de chile dulce, el comportamiento del tratamientos T1 (9.41cms) siempre presentando crecimiento fuerte, sano y vigoroso.

El resto de tratamientos se mantiene un promedio de altura de planta con cierta relatividad, es decir con 0.13 unidades de diferencia entre ellos T2 (9.20 cm); T4 (9.07 cms); T5 (8,87 cms), esto se puede deber a que al aplicar dosis más altas no garantiza un mayor crecimiento, ni mayor vigor de la planta.

**Fig. 11.**

*Altura de plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder,*



**Fig. 12.**

*Muestras de plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder, diferencia entre tratamientos.*



#### *6.2.4 Materia seca.*

Los alimentos contienen agua en diversas formas. Puede estar presente como medio de dispersión para los coloidales o solventes para los cristaloides. En estas formas se conoce como “agua libre”. Las partículas coloidales en las paredes de las células, o algunos constituyentes de las células tales como proteínas, almidones y celulosa, pueden absorber y sostener el agua fuertemente. A veces se encuentra el agua en combinación, como agua de hidratación en combinación con carbohidratos o con los polisacáridos y con diversas sales.

Cuando se habla de secar en la acepción corriente de la palabra se supone que se trata de la remoción del agua libre. Sin embargo no existe una distinción clara entre lo que es agua libre y agua combinada. Por este motivo, la determinación de materia seca siempre es un proceso empírico.

El método más corriente para determinar la materia seca es la eliminación del agua libre por medio del calor, seguida por la determinación del peso del residuo. Este método indirecto se puede adaptar al manejo masivo de muestras y no requiere mayor atención de parte del operario. Debe notarse que el procedimiento está sujeto a pérdidas, y por lo tanto, debe tenerse mucho cuidado.

### **Significancia.**

Cuando se hace una análisis, los constituyentes individuales se reportan en términos del porcentaje de peso verde total, peso total seco al aire, o peso seco total.

Nunca se debe usar el peso verde de un forraje para reportar los rendimientos. Hay muchos factores que afectan el peso verde, tales como la lluvia o el sereno, la edad de la planta, el riego o una lluvia reciente, estos pueden introducir errores enormes en los datos sobre rendimientos.

La *materia seca* refleja una cantidad medible que se puede utilizar para comparar muestras en cualquier estación, año o humedad. Debe ser la base para reportar todos los datos. La materia seca se mide sobre dos bases: secada al aire y en base seca.

“*seco al aire*” se refiere al peso de aquel material seco que está en equilibrio con el aire ambiente.

“*base seca*” la materia seca reportada por peso permite la comparación de muestras de distintos laboratorios o de diversos años y de diferentes alimentos. La porción de materia seca es la que contiene los nutrimentos

Por lo tanto, si se conoce la cantidad de un constituyente en relación con la materia seca, se pueden comparar alimentos con características físicas muy divergentes.

### **Cuadro 15.**

*Análisis de varianza variable: porcentaje de humedad de muestras de chile dulce, variedad Yolo Wonder (materia seca).*

	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>A</i>	
<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C. M</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Trat</b>	5	6334.78	1266.96	3.05	2.1
<b>E. E.</b>	18	7471.09	415.06		
<b>Total</b>	23	13805.88			

El análisis de varianza nos demuestra que hay significancia estadística entre cada uno de los tratamientos en estudio, es decir las dosis utilizadas están produciendo un efecto significativo a un nivel de confianza del 5%.

Se puede mencionar que dentro de la materia seca se demuestra la cantidad de nutrimentos que puede presentar una planta, tomando en cuenta que esto puede variar, dependiendo de condiciones climáticas, hora en que se realiza la toma de lectura, así como el equipo químico utilizado, para elaborar este proceso.

Por eso el que se presente un nivel de significancia entre los tratamientos, nos demuestra que los tratamientos (dosis) nos da un resultado diferentes entre sí.

#### Cuadro 16.

*Prueba estadística D.M.S. variable: Porcentaje de humedad de las muestras de chile dulce de la variedad Yolo Wonder (materia seca)*

E.T.D.	14.41	
D.M.S. 5%	2.10	30.25

D. M. S.						
TRATAMIENTOS	T5	T3	T1	T4	T2	
	<b>MEDIAS</b>	<i>89.33</i>	<i>86.28</i>	<i>86.13</i>	<i>85.40</i>	<i>83.30</i>
<b>T2</b>	<i>83.30</i>	6.03	2.98	2.83	2.10	0
<b>T4</b>	<i>85.40</i>	3.93	0.88	0.73	0	
<b>T1</b>	<i>86.13</i>	3.20	0.15	0.00		
<b>T3</b>	<i>86.28</i>	3.05	0.00			
<b>T5</b>	<i>89.33</i>	0.00				

La prueba estadística demuestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en estudio, es decir que cualquier dosis que se utilice garantizara que la planta no presente mucha pérdida de nutrimentos.

5.2.5. *Materia seca total.*

**Cuadro 17.**

*Análisis de varianza para la variable de materia seca al aire de las muestras de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*

	<i>A</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>A</i>	
<b>F de V</b>	<b>G. L.</b>	<b>S.C</b>	<b>C. M</b>	<b>F cal</b>	<b>F tab 5%</b>
<b>Trat</b>	5	30.83	6.17	3.05	2.1
<b>E. E.</b>	18	36.34	2.02		
<b>Total</b>	23	67.17			

Al someter a las plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder, a proceso químico de materia seca total, nos muestra que existe una diferencia significativa, a un nivel de confianza del 5 %, es decir, que los tratamientos en estudio producen efectos diferentes entre si, y a la vez con la aplicación de las diferentes dosis de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, genera mayor vigor, resistencia, y conserva mejor los nutrimentos.

**Cuadro 18.**

*Prueba Estadística D.M.S. variable : materia seca total.*

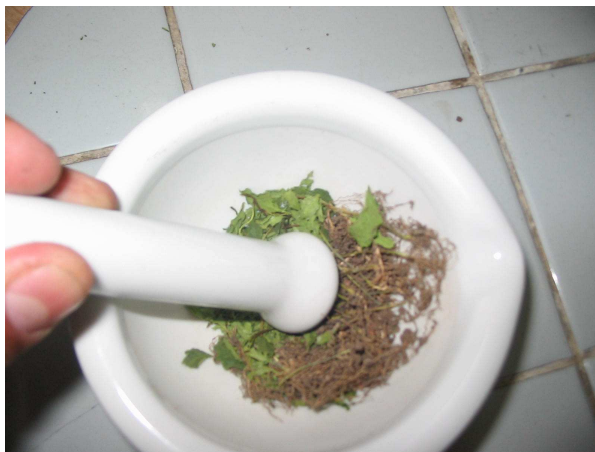
E.T.D.	1.00	
D.M.S. 5%	2.10	2.11

<b>D. M. S.</b>						
<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>T5</b>	<b>T4</b>	<b>T3</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	
<b>MEDIAS</b>	6.11	6.10	5.78	5.67	5.06	
<b>T2</b>	5.06	1.05	1.04	0.72	0.61	0
<b>T1</b>	5.67	0.44	0.43	0.11	0	
<b>T3</b>	5.78	0.33	0.32	0.00		
<b>T4</b>	6.10	0.01	0.00			
<b>T5</b>	6.11	0.00				



**Fig. 13.**

*Muestras seca de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*



El valor de la materia seca, permite comparar las muestras de distintos laboratorios o de diversos años y de diferentes alimentos, la porción de materia seca es la que contiene los nutrimentos. Por lo tanto si se conoce la cantidad de un constituyente en relación con la materia seca, se pueden comparar alimentos con características físicas muy divergentes.

A continuación se presenta una comparación entre diversas literaturas y los datos obtenidos en esta investigación.

<b>COMPONENTE</b>	<b>INCAP/CNND</b>	<b>TERRANOVA</b>	<b>TESIS</b>
Humedad	90.8 %	92.70	94.26

### 5.3 Análisis Económico.

#### 5.3.1 Presupuesto Parcial. (PP)

Es un instrumento que se utiliza para organizar los datos experimentales, con el fin de obtener los ingresos, costos y los beneficios de los diferentes tratamientos alternativos.

#### Cuadro 19.

*Egresos e ingresos de cada uno de los tratamientos en estudio, para poder realizar el análisis económico.*

EGRESOS			Costo totales por tratamientos						
Descripción	unidad	costo unit	To	t1	t2	t3	t4	t5	
Macetas	U	0.065	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	4.16	
Sustrato	Lbs	0.083	5.312	5.312	5.312	5.312	5.312	5.312	
Granza	Lbs	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Semillas	U	0.001	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	
Promot	gr	0.12	0	0.09	0.0444	0.0672	0.1116	0.1344	
<b>Total</b>			<b>9.87</b>	<b>9.96</b>	<b>9.91</b>	<b>9.93</b>	<b>9.98</b>	<b>10.00</b>	
								subtotal	59.64
Maíz	lbs	3	1.15	3.45					
Sulfato	lbs	0.2	10	2					
								subtotal	5.45
								<b>total</b>	<b>65.09</b>

Ingresos	Venta de plantines		
	# de plantas / tratamiento	Valor económico	subtotal
	64	\$ 0.25	\$ 16.00
		# tratamientos	5
		<b>Total</b>	<b>\$ 80.00</b>

### 5.3.2. Análisis de Dominancia. (AD)

Este análisis se efectúa ordenando, los costos que varían de menor a mayor de los diferentes tratamientos, colocando a la par sus respectivos beneficios netos.

Se dice que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos.

#### Cuadro 20.

*Análisis de dominancia de los tratamientos en estudio, utilizando diferentes dosificaciones de controlador biológico, en contra de la enfermedad mal del talluelo en chile dulce.*

Análisis dominancia	Valor establecido	Cantidad de plantas	Costos variables	Beneficios Netos
<b>T0</b>	\$ 0.25	64	\$ 9.87	\$ 00.00
<b>T2</b>	\$ 0.25	64	\$ 9.91	\$ 6.09
<b>T3</b>	\$ 0.25	64	\$ 9.93	\$ 6.07
<b>T1</b>	\$ 0.25	64	\$ 9.96	\$ 6.05
<b>T4</b>	\$ 0.25	64	\$ 9.98	\$ 6.02
<b>T5</b>	\$ 0.25	64	\$ 10.00	\$ 6.00

El presente cuadro nos muestra que no existe un dominio total de los tratamientos en estudio, es decir que todos los tratamientos son adecuados y traen beneficios, por eso se pueden recomendar para el uso de los agricultores, ha excepción del testigo el cual no genera ingreso.

Relacionando el estudio estadístico con el económico, nos demuestra cierta similitud, en cuanto a sus beneficios netos, ya que existe un tratamiento que nos va a generar mayor ingreso con un costo de inversión bajo, esto nos esta indicando el beneficio que traen todos los tratamientos utilizados, pero en esto caso como se quiere erogar lo menos posible, y tener mayor beneficio se recomienda la dosis de los tratamiento T2 y T3, las cuales van a generar mayor ingreso y su inversión es menor que las dosis más altas, utilizando un biocontrolador.

### 5.3.3. Tasa de Retorno Marginal. (TRMg)

Aquí solo participan los tratamientos no dominados.

La operación consiste en ir calculando la TRMg para los tratamientos alternativos no dominados, paso a paso empezando con el tratamiento de menos costo, avanzando hasta el de mayor costo y decidir si resultan aceptables para el agricultor.

La tasa de retorno marginal resulta dividir al incremento de los BN entre el incremento de los costos que varían, al pasar de un tratamiento a otro, expresando en porcentaje.

$$\text{TRMg: } \text{ABN} / \text{ACV} * 100$$

#### Cuadro 21.

*En el cuadro de Tasa de Retorno Marginal (TRMg) se muestra el porcentaje que se obtiene de ganancia, comparando con los egresos que se hacen en cada uno de los tratamientos en estudio, al utilizar biocontrolador de trichoderma koningii y harzianum, en controlar la enfermedad mal del talluelo en el cultivo de chile dulce.*

TRMg	%	Egresos	Ganancia
<i>t0</i>	0.0000	9.87	0
<i>t2</i>	61.46	9.91	6.09
<i>t3</i>	61.09	9.93	6.07
<i>t1</i>	60.72	9.96	6.05
<i>t4</i>	60.38	9.98	6.02
<i>t5</i>	60.01	10.00	6.00
		Total	30.23
<i>gastos</i>	<i>barrera</i>	\$ 5.45	
	<i>To (testigo)</i>	\$ 9.87	
		<i>ganancia</i>	\$ 14.91

NOTA: En este caso se toman en cuenta los gastos que se hizo para realizar la barrera viva en la elaboración del tapesco, en campo, (\$5.45) también se toma en cuenta la pérdida del tratamiento testigo To (\$9.87).

La tasa de retorno marginal indica el porcentaje que el agricultor puede esperar que le retorne de su inversión, cuando decide cambiar prácticas por otra, es decir lo que espera ganar el agricultor por el dólar invertido en nueva tecnología alternativa.

Con los tratamientos en estudio se puede observar por medio del porcentaje de la TRMg que todos los tratamientos tiene un retorno arriba de 60 %, es decir que cualquier tratamiento utilizado le genera un ingreso de recuperación al agricultor, así puede adoptar la nueva tecnología que se le oferta.

Con los tratamientos que se obtienen mejores resultados son los de (T2, 61.46% y T3 61.09% )que son los que muestran una tasa de retorno marginal arriba de un 61 %, representando que por cada dólar que se invierte se espera tener una ganancia del \$0.61 centavos de dólar, además de ser tratamientos que tienen una erogación mas baja, debido a que la dosis de biocontrolador que se utiliza es un poco más baja que las demás.

La TRMg mínima aceptable para el agricultor puede situarse entre un 50% y 100 % dependiendo de la duración del ciclo económico de la tecnología .

NOTAS:

Si la tecnología es nueva para el agricultor se toma de una tasa de un 100% en adelante para adoptarla.

Si el ciclo económico de un cultivo se prolonga de 4 a 5 meses mas la TRMg mínima será mas elevada.

## 6. Conclusiones.

⊕ La evaluación de las dosis efectivas del biopreparado *Trichoderma koningii* y *harzianum*, para controlar *Sclerotium rolfsii*, hongo patógeno causante del mal del talluelo, determinó que utilizando cualquier dosis evaluada, se obtienen resultados favorables, tanto para controlar la enfermedad mal del talluelo, como el proporcionar crecimiento sano y vigoroso a la planta, esto a la vez le otorga a la planta un gran cantidad de nutrimentos.

Estadísticamente no se presenta una diferencia significativa entre las dosis evaluadas, el tratamiento T3 ( 0.75 oz promot / 2 oz de semilla de chile ), presento mayor altura de plantas, el tratamiento T1 (1.00 oz promot / 2 oz de semilla de chile ) que es el que recomienda la casa comercial, se ubico en un segundo lugar.

⊕ La prueba de laboratorio que se realizo en cajas de petri, tenia como objetivo el tener un parámetro de cómo seria el comportamiento del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum*, contra el hongo patógeno *Sclerotium rolfsii*, nos demostró la agresividad del antagonista, en un tiempo de 3 días el crecimiento de este fue mucho mayor que el patógeno, ya que el antagonista presento un crecimiento arriba del 40 %, y el patógeno solamente un crecimiento del 2%.

⊕ La inoculación del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum* sobre la semilla de chile dulce, variedad Yolo Wonder, demostró, que este hongo genera protección a las semillas, y evita el ataque de hongo patógenos, derivando esta protección en un crecimiento sano, vigoroso en la planta.

⊕ La evaluación económica de cada una de las dosis en estudio, demuestra que la aplicación de dosis de hongo antagonista, garantiza la emergencia y crecimiento de la planta de chile dulce, todos los tratamientos evaluados con *Trichoderma koningii* y *harzianum* se recomienda para los agricultores, la diferencia entre ellos es los egresos que se hacen, pero con la dosis mas baja (0.50 oz promot/ 2 oz de semilla) es el que mejor ingresos se tiene, ya que genero una Tasa de Retorno Marginal de 61.46%, con las dosis restante el nivel de ingresos se mantuvo constante.

## 7. Recomendaciones.

- ⊕ Utilizando hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum* contra *Sclerotium rolfsii* causante de mal del talluelo, se recomienda la aplicación del antagonista ya que este evita el ataque del hongo patógeno generando protección a la semilla, que garantiza la emergencia y crecimiento vigoroso de la planta
  
- ⊕ Estadísticamente el utilizar una dosis más baja que la recomendada por la casa distribuidora del producto promot (hongo antagonista), se obtuvo mejores resultados, es por eso que se recomienda la utilización de la dosis 0.75 oz de promot / 2 Oz de semillas, ya que se genera mejores ingresos, y los egresos son menores.
  
- ⊕ Económicamente utilizando dosis diferentes del hongo antagonista *Trichoderma koningii* y *harzianum*, demuestra, que todos los tratamientos utilizados son recomendados, (a excepción del testigo), desde el punto de vista económico, el tratamiento T2 (0.50 oz de promot/ 2 oz de semilla) es el que se hace menos erogaciones, y los ingresos presenten son mayores
  
- ⊕ Se recomienda la continuación de la evaluación de *Trichoderma koningii* y *harzianum*, aumentando el nivel de población de plantas, para poder hacerlo demostrativo a una mayor cantidad de agricultores, para que con el análisis económico, puedan observar la rentabilidad y mejoras a largo plazo que traerá el uso de controladores biológicos.

## 8. BIBLIOGRAFÍA.

Acevedo, R; Arcia, A. 1998. Control de *Sclerotium cepivorum* por *Trichoderma* en macetas (Resumen). *Fitopatol. Venez* 1 (1):34.

Agrios, G.N.1995. *Fitopatología*, Limusa, grupo noriega, balderas México, D.F.

\_\_\_\_\_ 1996 *Fitopatología*, Limusa, baldera México D.F. V. Reimpresión trad Manuel Guzmán Ortiz. P 452-465.

Artygina, Z.D. 1967 The effect of day length on the growth and the yield capacity of sweet pepper. *Biol. Abstr.*, 48(2):898.

Bateman, Jonh V. manual de métodos analíticos, nutrición animal, herreros hermanos, sucesores, S.A., México 1970.

Boswell, V.R. ; Doolittle, L.P.; Pultz, L.M.; Taylor, A.L.; Campbell, R.E.; 1964. *Pepper production* Washington, USDA Agriculture research Service. P 39. (*Agricultural information Bulletin*, 276).

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 2000. *Guia Técnica del cultivo del chile*. Ciudad Arce, La Libertad, el Salvador. P9-15.

Contreras Camacho, v.m. 1991. prueba de adaptación y rendimiento de cinco variedades de chile dulce (*capsicum annum*) en el distrito de riego no. 2 Atiocoyo, nueva concepción, chalatenango. tesis de ing. agr. san salvador, el salvador, universidad de el salvador. p 4-18.

Diccionario Geográfico de El Salvador. 2003. Instituto Geográfico Nacional "Ing. Pablo Arnoldo Guzmán", Centro Nacional de Registro, Tomo II. P 1198-1200.

Esposito. E And Da Silva M. 1998. Systematics and enviromental application of the genius *Trichoderma*. *Critical review in microbiology* 24,89-98.

El Salvador. Ministerio de Agricultura y Ganaderia. 1989 *Guía técnica para la producción de hortalizas bajo riego*. San Andrés, La Libertad. P 92-124.

Federación Nacional de cafeteros de Colombia. S. f. *El cultivo del pimentón*. Cali, Colombia. P 22.



- Gudiel, V.M. 1987. Manual agrícola super B. 4<sup>a</sup>. Ed . Guatemala. Productos super B. Manual agrícola No. 6.
- Hernández Amaya, B. A. ; Serrano, C.. 1996. Biocontrol de *Rhizoctonia Solani* en cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) mediante aislamiento de *Trichoderma sp* a nivel de invernadero. Tesis de Ing. Agr. San Salvador, el Salvador, Universidad de el Salvador. P 25-48.
- Knott, J.E. 1962 Hand book for vegetable growers. New york, Wiley and Sons. 238 p.
- Knudsen, G. and Bin, L. 1990. Efectos de temperatura, en *Trichoderma harzianum*. Fitopatología 80(8):724-727.
- Lorin E. Harris Bs, Ms, PhD, Métodos para el análisis químico y la evaluación biológica de alimentos para animales, profesor de la Universidad de Utah, Center for tropical Agriculture, feed compositions project, University of florida, Gainesville, florida 32601, Estados Unidos, Marzo 1970 p 1601-1601-10.
- Monografía del Departamento y Municipios de La libertad, El Salvador. 2003. Instituto Geográfico Nacional, “Ing. Pablo Arnoldo Guzmán”, Ministerio de Obras Publicas. P 125-128.
- Montes, A. S.f. El cultivo del chile. S.l. Escuela agrícola panamericana, departamento de horticultura. S.p.
- McBeath, J, and adelman, M. 1991 Taxonomy of a new a new *Trichoderma* found in Alaska. Abstract Phytopathology 81(10):1151.
- Mcallister, C.M., Garcia-Romera, I., Godeas, A., Ocampo, J.1994. Interactions between *Trichoderma koningii*, *Fusarium solani* and *Glomus mosseae*: effects on plant growth, arbuscular mycorrhizae and the saprophyte inoculants. Soil biology and biochemistry 26(10): 1363-1367.
- Mihuta –Grimm, L. And Rowe, C. 1986. *Trichoderma sp*. As biocontrol agents of *Rhizoctonia damping-off* of radish in organic soil and comparison of four delivery systems. Phytopathology 76(3):306-312.
- Nalinova. M. S. 1995. Reproducción y aplicación de *Trichoderma sp* como antagonista de hongos fitopatógenos del suelo, Instituto Investigación de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. P 3-12.

Padua, J.G. de; Casali, V.W.D. y Pinto, C.M.F. 1984. Efitos climáticos sobre pimentao e pimenta . informe Agropecuario, Belo Horizonte 10 (113):11-13.

Petoseed. S.f. Semillas para el mundo. California, Beeders Growers. P. 26-29.

Pérez A. M. 2002. El Chile o Pimentón (*Capsicum annum*). Guia Técnica San Salvador, El Salvador. P 1-5.

Papavizas, G. Lewis, J. 1982. Evaluations of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerante to Benomyl and en hamed biocontrol capabilities. Phytopathology 72:129-127.

Rylski, I. 1972 Effect of early environment on flowering in peper (*Capsicum annum L.*) J. Amer. Soc. Hort. Sci, 97(5):648-651

Studencova, L.I. 1968. the reaction of pepper and effplant varieties to change in day length. Hort. Abstr. 35(3):621.

Terranova, Producción Agrícola 2, enciclopedia Agropecuaria, Marzo 2001. Bogota Colombia .

Tabla de composición de alimentos para uso de America Letina, INCAP/CNNA.

Consultado 5 de mayo 2005.Disponible en <http://www.controlbiologico.com/monog.trichoderma.htm>.

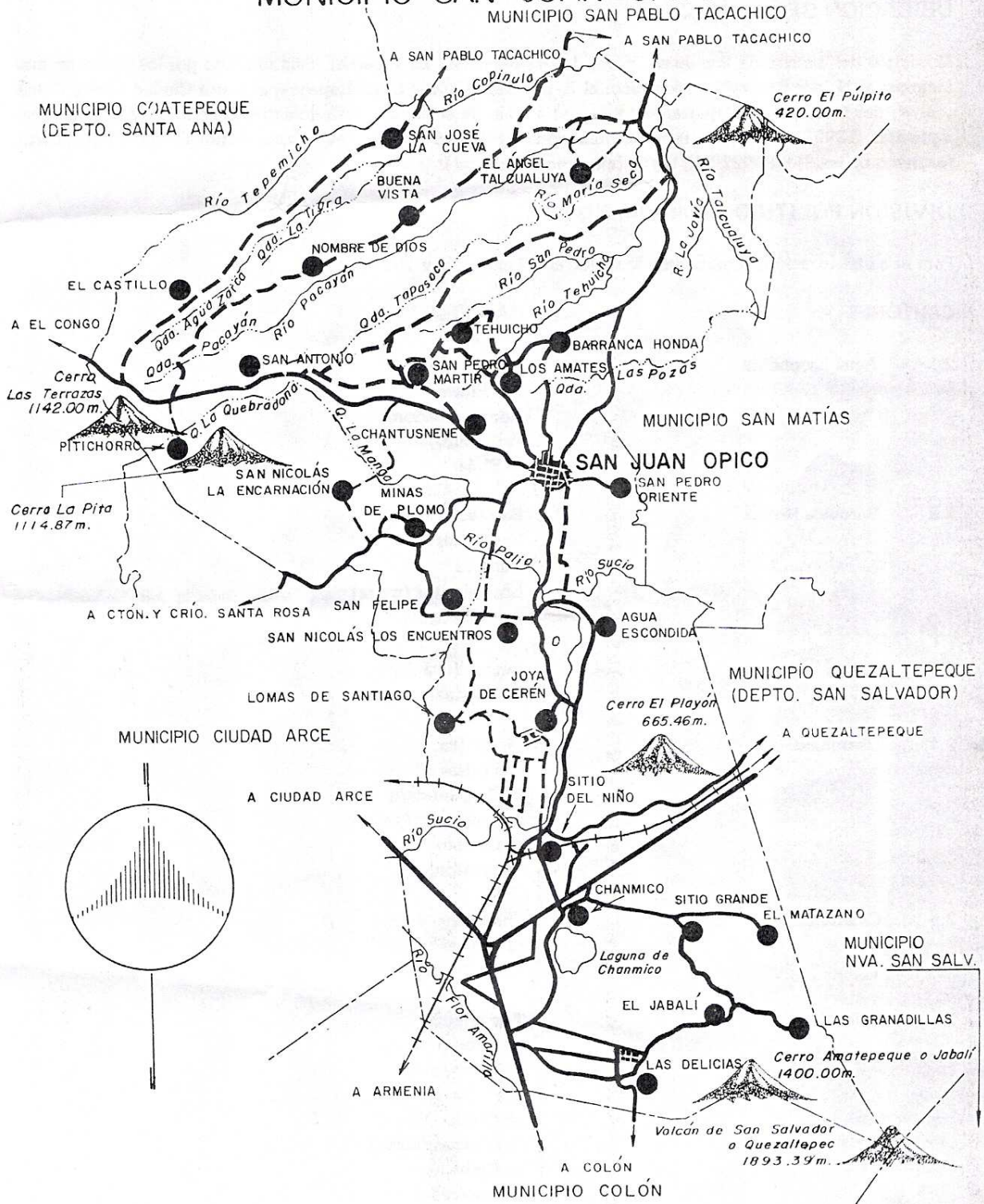
Consultado 8 de mayo 2005.Disponible en <http://www.geocities.com/ecologialuz/trichoderma3.htm>.

Consutado 5 de mayo 2005.Disponible en [www.navarraagraria.com/n149/arpimi05.pdf](http://www.navarraagraria.com/n149/arpimi05.pdf).

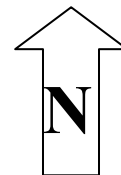
A N E X O S

A1. Ubicación del lugar del experimento.

MUNICIPIO SAN JUAN OPICO



## A3. UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.



## UBICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS ( DOSIS)

Dosis	Cantidad en grs. de producto ( Promot )
T0	Testigo
T1	0.75
T2	0.37
T3	0.56
T4	0.93
T5	1.12

T0
T4
T2
T5
T1
T3

T4
T2
T5
T3
T0
T1

T2
T0
T1
T5
T3
T4

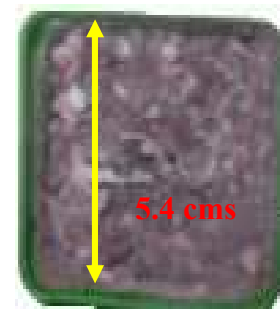
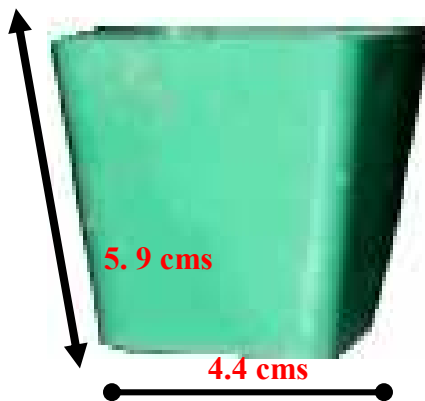
T4
T1
T2
T3
T5
T0

#### A4. MATERIAL QUE SE UTILIZARA PARA LA ELABORACIÓN DE LA TARIMA.

Cantidad	Materiales
32	Postes
16	Regletas
16	Varas de bambú
2 lb.	Alambre de amarre
1 lb.	Clavos
1	Martillo
1	Serrucho
1	Cinta métrica

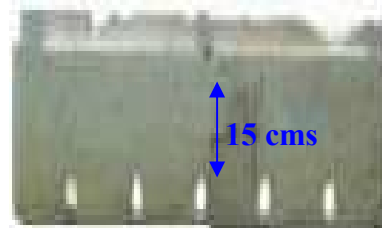
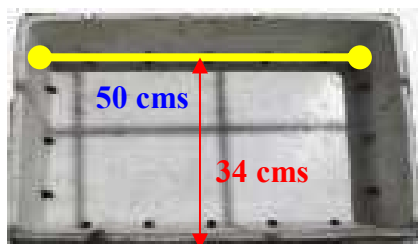
#### A5. MEDIDAS DE MACETAS Y CAJAS DE DURAPAX.

Medidas de las macetas a utilizar en el experimento.



Volumen: 145.32 cm<sup>3</sup>

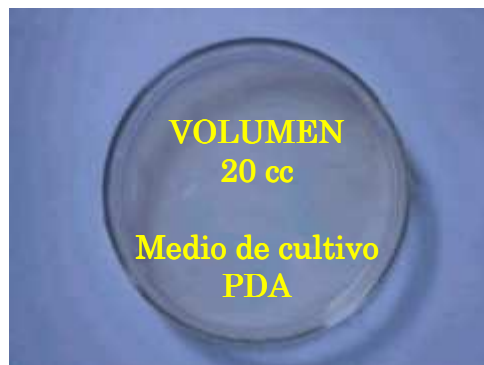
Medidas de las cajas de durapax utilizadas en el experimento.



## A6. DATOS DE ALTURA DEL CULTIVAR DE CHILE DULCE.

Datos de altura de planta en cms, a los 35 días Para la variedad yolo wonder en chile dulce Nueva Concepción, Chalatenango, El Salvador, 1989.					
					Media
8.4	7.2	9.4	8.6	9.0	8.52

## A7. CAJA DE PETRI.







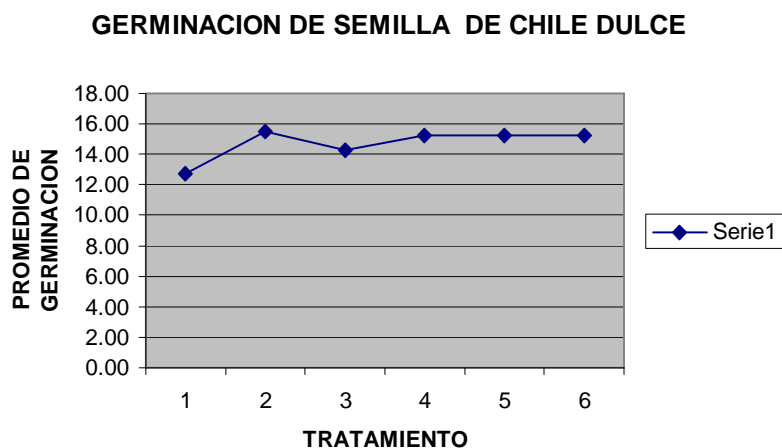
**A9.**

Toma de datos de germinación de las semillas de chile dulce, de la variedad Yolo Wonder, a los 15 días de siembra.

	MST 1	MST 2	MST 3	MST 4	TOT
T0	3	3	3	4	13
	4	3	3	4	14
	3	3	4	2	12
	4	3	3	2	12
T1	4	4	4	3	15
	4	4	4	4	16
	4	4	4	4	16
	4	3	4	4	15
T2	3	4	3	4	14
	4	3	3	4	14
	4	4	3	3	14
	4	3	4	4	15
T3	3	4	4	4	15
	4	4	4	4	16
	4	4	4	4	16
	4	4	3	4	15
T4	4	4	4	3	15
	3	4	4	4	15
	4	4	3	4	15
	4	4	4	4	16
T5	4	4	4	4	16
	4	3	3	4	14
	4	4	4	4	16
	4	4	4	3	15

## A10.

*Germinación de semilla de chile dulce de la variedad Yolo Wonder, a los 15 días de siembra.*



En la grafica nos demuestra la tendencia que tiene por tratamiento para la germinación de la semilla de chile dulce, de la variedad Yolo Wonder.

Con respecto al tratamiento testigo es el que presenta un porcentaje más bajo de germinación ( 82 % ), para el resto de tratamientos se observa una tendencia constante, es decir cada uno de estos tratamientos se acerca de 90 al 95 % de germinación, demostrando que *Trichoderma koningii* y *harzianum* genera un efecto de protección en la semilla contra el hongo patógeno *Sclerotium*.

## A11.

*Calculo para el análisis de varianza, en la variable germinación para las semillas de chile dulce, variedad Yolo Wonder.*

Germinacion de semilla						
Tratam	r1	r2	r3	r4	TOTAL	PROM
to	13	14	12.00	12	51.00	12.75
t1	15	16.00	16.00	15.00	62.00	15.50
t2	14.00	14.00	14.00	15.00	57.00	14.25
t3	15.00	16.00	16.00	15.00	62.00	15.50
t4	15.00	15.00	15.00	16.00	61.00	15.25
t5	16.00	14.00	16.00	15.00	61.00	15.25
					354.00	

**A12.**

Toma de altura de plantas de chile dulce de la variedad Yolo Wonder a los 35 días de siembra.

	<b>MST 1</b>	<b>MST 2</b>	<b>MST 3</b>	<b>MST 4</b>	<b>TOT</b>	<b>PROMcms</b>
<b>T0</b>	0	0	0	0	0	0
	6.2	5.6	6.8	7.2	25.8	6.45
	5.7	5.2	6.2	0	17.1	4.28
	0	0	0	0	0	0

<b>T1</b>	9.4	9.6	8.8	8.6	36.4	9.1
	10.2	10.3	8.6	9.2	38.3	9.58
	10.4	9.6	8.9	9.1	38	9.50
	9.8	9.4	9.1	9.5	37.8	9.45

<b>T2</b>	8.8	9.3	9.1	9.4	36.6	9.15
	8.6	8.9	8.5	9.5	35.5	8.88
	9.3	9.6	8.7	9.2	36.8	9.20
	9.2	9.6	9.2	9.8	37.8	9.45

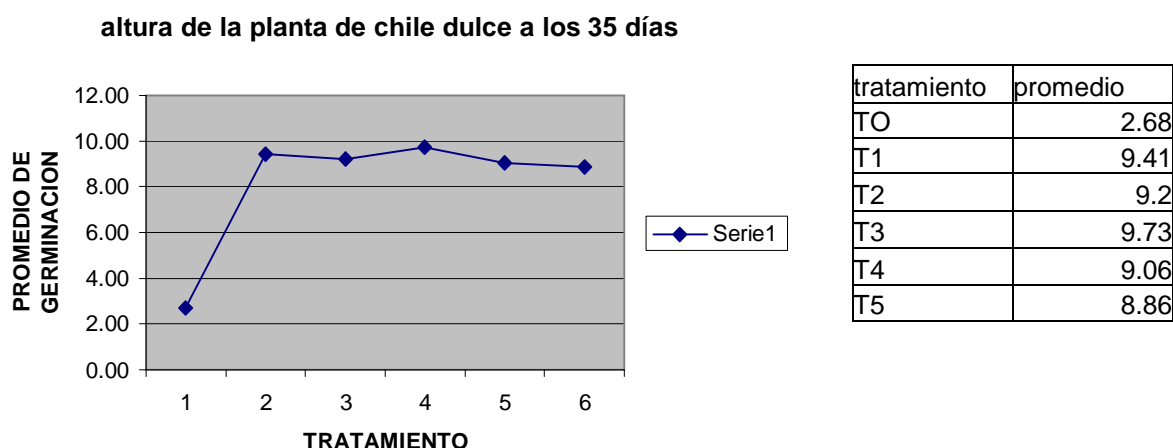
<b>T3</b>	9.8	9.3	9.2	9.9	38.2	9.55
	10.6	9.9	10.5	9.9	40.9	10.23
	8.9	9.9	8.4	9.3	36.5	9.13
	10.1	10.4	9.8	9.7	40	10.00

<b>T4</b>	8.2	8.9	7.5	8.6	33.2	8.30
	9.1	9.9	8.8	8.9	36.7	9.18
	10.4	10.8	9.8	10.6	41.6	10.40
	8.6	7	9.5	8.4	33.5	8.38

<b>T5</b>	8.9	7.9	8.4	9.3	34.5	8.63
	8.9	9.3	9.4	8.5	36.1	9.03
	9.4	8.6	8.7	8.8	35.5	8.88
	8.9	10.2	8.2	8.4	35.7	8.93

**A13.**

*Promedio de alturas de plantas de Chile dulce (Capsicum annum) variedad Yolo Wonder, utilizando controlador biológico en contra de la enfermedad mal del talluelo.*



En la grafica nos muestra la tendencia que tiene el uso del controlador biológico (PROMOT) contra la enfermedad mal del talluelo, midiendo la altura de las plantas a los 35 días de siembra, en diferentes dosificaciones.

Los tratamientos en estudio nos muestra que el T0 tiene un nivel muy bajo en cuanto a su altura debido a que este no se le aplico PROMOT, dejándolo como testigo, y se reporta que de un total de 64 plantas con probabilidad de tomar datos de altura solo se obtuvieron 7 representando el 10.94%.

Con el tratamiento T1 que es la dosis ( 1oz) que recomienda la casa distribuidora del producto, nos muestra que es la segunda mejor aplicación y obtuvo una altura promedio de 9.41 cms.

Con el tratamiento T3 que es una dosis mas baja (0.75 oz/ 2 oz de semilla) nos demuestra que se obtuvo un promedio de altura de 9.73 cms.

En cambio aplicando dosis mas altas como en el T4 ( 1.25 oz) y T5 (1.50 oz) nos demuestra que se obtiene valores menores en cuanto a la altura de planta ya que se reporta para T4 9.06 cms y para T5 8.86 cms.

**A14.**

*Totales de alturas de plantas (cms) de chile dulce variedad Yolo Wonder, a los 35 días de siembra.*

<b>TOTALES DE ALTURA DE PLANTA DE CHILE DULCE</b>
---

Tratam	r1	r2	r3	r4	TOTAL	PROM	prom/plt
<b>To</b>	0	25.8	17.10	0	42.90	10.73	2.68
<b>t1</b>	36.4	38.30	38.00	37.80	150.50	37.63	9.41
<b>t2</b>	36.60	35.50	36.80	38.30	147.20	36.80	9.20
<b>t3</b>	38.20	40.90	36.50	40.00	155.60	38.90	9.73
<b>t4</b>	33.20	36.70	41.60	33.50	145.00	36.25	9.06
<b>t5</b>	34.50	36.10	35.50	35.70	141.80	35.45	8.86
					783.00		

NOTA: En el tratamiento T0 repetición ( r1 y r4 ) no se obtuvo datos de altura de plantas, debido a que la planta no pudo crecer.

En el tratamiento T0 repetición (r3) solo se obtuvieron 3 datos de altura de plantas.

**A15.**

*Calculo de las fuentes de variación para el uso del diseño experimental. (ANVA) Toma de datos de altura de la planta.*

FC	25564.95		SCTOT	2873.17
SCTRAT	2332.67		S C E E	540.49

## A16

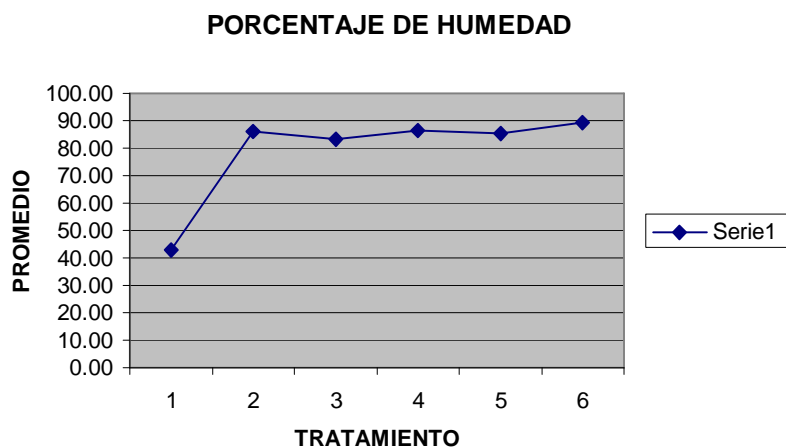
Totales de porcentaje de humedad de las plantas de chile dulce, variedad Yolo Wonder.

PORCENTAJE DE HUMEDAD						
Tratam	r1	r2	R3	r4	TOTAL	PROM
to	0	81	90.00	0	171.00	42.75
t1	79.9	89.80	87.50	87.30	344.50	86.13
t2	85.30	85.60	78.60	83.70	333.20	83.30
t3	87.60	88.10	85.20	84.20	345.10	86.28
t4	83.30	87.50	85.50	85.30	341.60	85.40
t5	86.40	91.50	89.30	90.10	357.30	89.33
					1892.70	

FC	149263.05		SCTOT	13805.88
SCTRAT	6334.78		S C E E	7471.09

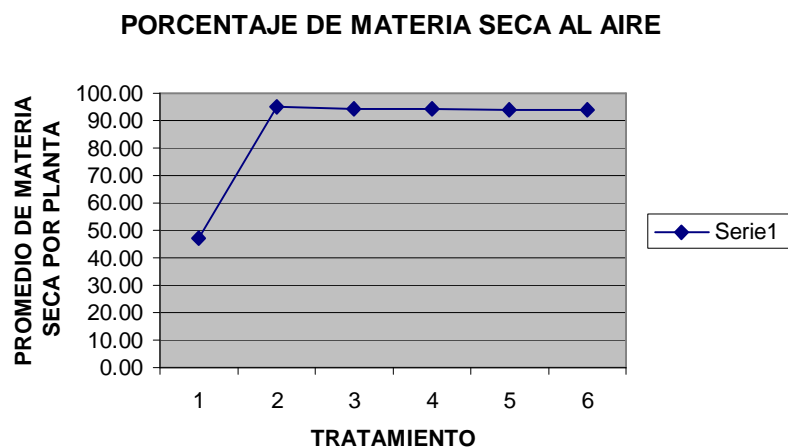
## A17

Grafica de porcentaje de humedad de las muestras de chile dulce, variedad Yolo Wonder.



A18.

*Porcentaje de materia seca al aire, de las muestras de chile dulce ,variedad Yolo Wonder, a los 35 días de siembra*



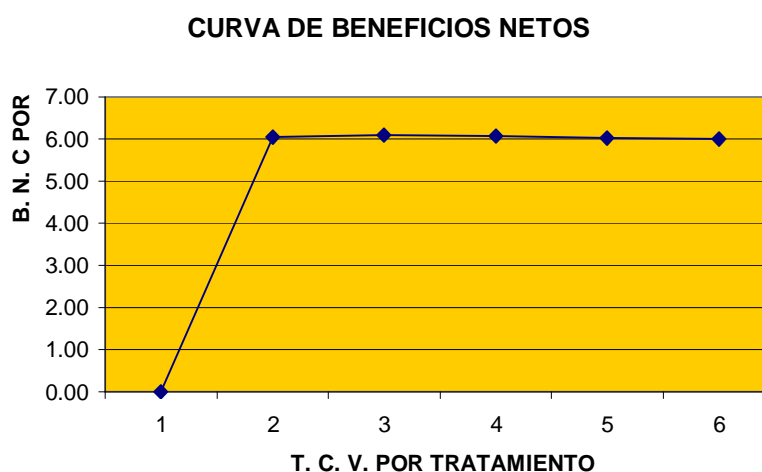
Gráficamente se observa que la no utilización de controlador biológico genera un bajo porcentaje de materia seca al aire, en cambio utilizando *Trichoderma koningii* y *harzianum* se observa un tendencia constante entre los valores arriba del 95 % de materia seca.

### *Beneficios Netos (BN)*

Los BNC(y) se calculan restando de los BBC al TCV(x) para cada tratamiento.

#### **A19.**

*Curva de Beneficios netos, es decir ganancia de cada tratamiento.*



La curva de beneficios netos (BN) nos demuestra que utilizando controladores biológicos *Trichoderma*, en el cultivo de chile dulce en fase de semillero, se obtiene ingresos mayores, con respecto al no uso de controladores biológicos, significando esto una nueva tecnología para el agricultor y asegurando la calidad de su planta y resistencia a enfermedades.

En una curva de BN , cada tratamiento se identifica con un punto. En el tratamiento (T0) que es el testigo el valor indicado es de cero, debido a que no hubo crecimiento de la planta porque fue atacada por la enfermedad mal del talluelo.

El resto de los tratamientos, se le aplicó una dosis diferente, obteniendo como resultado un crecimiento, fuerte, vigoroso de todas las plantas.

Para realizar dicho análisis económico, es necesario establecer un ingreso económico, en nuestro caso, la venta de los plantines representaría el ingreso a obtener, previo a establecer el precio de venta (\$0.25, veinticinco centavos de dólar) se hizo un sondeo en agroservicios, es así como se fija dicho valor.