

**Universidad Católica del Trópico Seco**  
**Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda**



**Trabajo de tesis para optar**  
**al título profesional de ingeniero agropecuario**

**Control biológico de *Phytophthora nicotianae* con la**  
**implementación de *Trichoderma sp* en semilleros de tabaco en**  
**Jalapa, Nueva Segovia, 2017**

**Autores**

Maryuri Soriano Bucardo  
José Luis Pérez Morales

**Tutor**

M.Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera

Estelí, Julio de 2018

## **Tutor de tesis**

---

M.Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera

## **Sínodo evaluador**

---

M.Sc. German Trinidad Reyes Barreda

---

M.Sc. Allan Francisco Silva Benavides

---

M.Sc. José Rubén Sanabria Rodríguez

# ÍNDICE GENERAL

| Contenido  | Pág. |
|--|------|
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | iii  |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....   | iv   |
| DEDICATORIA.....   | v    |
| AGRADECIMIENTO.....  | vi   |
| RESUMEN.....   | vii  |
| I. INTRODUCCIÓN .....  | 1    |
| II. OBJETIVOS.....   | 3    |
| III. HIPÓTESIS.....  | 4    |
| IV. MARCO TEÓRICO.....   | 5    |
| 4.1. Botánica del Cultivo .....                                    | 5    |
| 4.2. Descripción varietal: Criollo 2010 .....                      | 5    |
| 4.3. Producción de Postura .....                                   | 5    |
| 4.4. Manejo fitosanitario y nutrición en semilleros de tabaco..... | 6    |
| 4.5. Definición de incidencia.....                                 | 6    |
| 4.6. Incidencia de <i>Phytophthora nicotianae</i> .....            | 6    |
| 4.7. Biocontrol con <i>Trichoderma sp.</i> .....                   | 7    |
| 4.8. Fosetil + Propamocard.....                                    | 9    |
| 4.9. Carbendazim.....  | 10   |
| 4.10. Tendencias actuales del mercado internacional.....           | 11   |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS .....                                      | 12   |
| 5.1. Ubicación geográfica.....                                     | 12   |
| 5.2. Universo o población.....                                     | 12   |
| 5.3. Muestra.....  | 12   |

|  |    |
|--|----|
| 5.4. Definición de variables con su operacionalización .....                         | 12 |
| 5.5. Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de los datos ..... | 13 |
| 5.6. Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de los datos .....   | 14 |
| 5.7. Diseño Experimental. ....   | 14 |
| 5.8. Procedimientos para el análisis de resultados .....                             | 15 |
| 5.9. Manejo del experimento .....  | 15 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....   | 18 |
| 6.1. Prueba de normalidad .....  | 18 |
| 6.2. Altura de la planta .....   | 18 |
| 6.3. Grosor del tallo .....  | 19 |
| 6.4. Número de hojas .....   | 19 |
| 6.5. Incidencia de la enfermedad .....   | 20 |
| 6.6. Longitud de la raíz .....   | 21 |
| 6.7. Peso húmedo .....   | 22 |
| 6.8. Costos por hectárea .....   | 22 |
| VII. CONCLUSIONES .....  | 24 |
| VIII. RECOMENDACIONES .....  | 25 |
| IX. BIBLIOGRAFÍA .....   | 26 |
| X. ANEXOS .....  | 29 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

| <b>Contenido</b>  | <b>Páginas</b> |
|---|----------------|
| Figura 1. Separación de medias con Duncan para la variable altura de la planta .....    | 19             |
| Figura 2. Separación de medias con Duncan para la variable número de hojas por planta . | 20             |
| Figura 3. Separación de medias con Duncan para la variable longitud de la raíz.....     | 21             |
| Figura 4. Separación de medias con Duncan para variable peso húmedo de la raíz.....     | 22             |
| Figura 5. Costos de cada tratamiento en dólares por hectárea. ....                      | 23             |

## ÍNDICE DE ANEXOS

| <b>Contenido</b>  | <b>Páginas</b> |
|---|----------------|
| Anexo 1. Lista de plaguicidas prohibidos .....                                  | 29             |
| Anexo 2. Hoja de campo .....  | 35             |
| Anexo 3. Diseño experimental .....  | 36             |
| Anexo 4. Ficha de costos.....   | 37             |
| Anexo 5. Prueba de normalidad Shariro-Wilks modificado .....                    | 38             |
| Anexo 6. Análisis de varianza para la variable grosor del tallo.....            | 38             |
| Anexo 7. Análisis de varianza para la variable número de hojas.....             | 39             |
| Anexo 8. Análisis de varianza para la variable incidencia de la enfermedad..... | 39             |
| Anexo 9. Resultados del análisis de laboratorio .....                           | 40             |
| Anexo 10. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz.....        | 42             |
| Anexo 11. Análisis de varianza para la variable peso húmedo.....                | 42             |
| Anexo 13. Fotografías del seguimiento del experimento en campo .....            | 43             |

## **DEDICATORIA**

Nosotros: Maryuri Soriano Bucardo y José Luis Pérez Morales, dedicamos este trabajo de tesis a nuestro supremo Dios creador quien ha sido nuestra ayuda principal desde siempre, el que nos dio la vida, la sabiduría necesaria, las fuerzas y el ánimo para continuar y poder llegar hasta este momento significativo de nuestra formación como profesionales. De igual manera lo dedicamos a nuestros padres porque han sabido formarnos con excelentes valores y han estado con nosotros a cada momento de nuestro trayecto.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios el creador del universo y lo que en él existe, dueño de toda sabiduría, por habernos permitido la salud y darnos entendimiento para lograr nuestras metas, por ser el motor que impulsa nuestras vidas y el motivo principal para cumplir lo que nos hemos propuesto.

A nuestros padres, por ser nuestro guía en esta etapa de nuestra vida, que con su ejemplo nos enseñaron a perseverar para lograr las metas propuestas, su esfuerzo ha sido inigualable por vernos crecer en todos los aspectos de nuestra formación moral, espiritual y profesional.

A cada docente de UCATSE que nos acompañaron durante nuestra formación profesional, brindándonos el conocimiento y el tiempo necesario con mucha paciencia y dedicación.

Agradecemos también a nuestra tutora de tesis M. Sc. Rosa Xiomara Rivera Herrera, por su acompañamiento durante todo este proceso ya que con su ayuda logramos terminar nuestro estudio de manera exitosa.

A todas las personas que directa o indirectamente estuvieron apoyándonos en todo el proceso para la culminación de este trabajo.

## RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Jalapa, departamento de Nueva Segovia, entre abril y junio del 2017. El objetivo principal fue evaluar el uso de *Trichoderma sp* como controlador biológico de *Phytophthora nicotianae* B, en tabaco en etapa de semilleros, identificar su efecto en plántulas, demostrar la sinergia entre *Trichoderma* y *Fosetil* con *Propamocarb*, determinar el desarrollo vegetativo de las plántulas con cada tratamiento y calcular el costo de los tratamientos. Se estableció un diseño completamente al azar (DCA) con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, grosor del tallo, número de hojas, longitud de la raíz, peso húmedo de la raíz, incidencia de la enfermedad y costos. Los resultados reflejan diferencias significativas en las que al aplicar el tratamiento testigo local *Fosetil* con *Propamocarb* y *carbendazim* así como *Trichoderma sp* y *Fosetil* con *Propamocarb* influye favorablemente en la variable altura. En la variable grosor del tallo no se observaron diferencias estadísticamente significativas, la cantidad de hojas por planta se ve influenciada por el tratamiento aplicado donde el testigo absoluto muestra los datos inferiores. Al analizar la incidencia de la enfermedad los resultados no reflejan diferencias estadísticamente significativas, ya que en todos los tratamientos se encontró la enfermedad, los análisis de laboratorio y la observación indicaron poca incidencia del patógeno al aplicar el tratamiento 3 *Trichoderma sp* y *Fosetil* con *Propamocarb*. El tratamiento testigo absoluto es diferente de los demás tratamientos por no causar efecto significativo en la variable longitud de la raíz, al aplicar el tratamiento testigo *Fosetil* con *Propamocarb* y *carbendazim*, se encontró estadísticamente diferente de los demás tratamientos con respecto al peso húmedo de la raíz, con el mayor porcentaje de humedad.

Palabras claves: hongos fitopatógenos, químicos residuales, plántulas, hongos del suelo, manejo.

## I. INTRODUCCIÓN

Según la Revista de Comercio Exterior del Banco Central de Nicaragua (2011), citado por Flores García y Gómez Galeano (2015) el tabaco (*Nicotiana tabacum*) es la planta comercial más cultivada en el mundo, este cultivo posee importancia económica debido a que en muchos países es el principal producto de exportación.

Es necesario que el cultivo sea protegido durante sus primeras etapas, considerando la calidad de la semilla a utilizar, sustrato, tecnologías de protección como invernaderos, aplicaciones fitosanitarias y su manejo en general, esto es básico para lograr la sanidad de la planta sobretodo antes del trasplante en campo, evitando de esta manera pérdidas significativas (Flores García y Gómez Galeano, 2015).

De acuerdo con Toledo, (2015), una de las principales problemáticas encontradas en los semilleros de tabaco es la afectación de las plántulas por el hongo fitopatógeno: *Phytophthora nicotianae*, agente causal de la enfermedad conocida como “pata prieta”; tradicionalmente se han utilizado diferentes productos químicos, los cuales han proporcionado una solución temporal a esta problemática, agravando a esta temática la exigencia del mercado internacional y las normas actuales que demanda la reducción de niveles de compuestos químicos y con la restricción de algunos productos que generalmente se usan (RED DE AGRICULTURA SOSTENIBLE, 2016).

Según Fernández A. *et al.*, (2012) y Vasquez Moreno, (2014) los principales países donde se cultiva tabaco, combaten esta enfermedad con técnicas de manejo integrado, además de la selección de variedades de tabaco con características de resistencia a la enfermedad y la aplicación de productos biológicos y químicos preventivos y de control del patógeno.

Actualmente se está utilizando un controlador biológico llamado *Trichoderma sp*, este actúa como un inhibidor del desarrollo del hongo causal de la enfermedad debido a que posee una actividad antagónica (Infante, Gonzalez, Reyes, y Martinez, 2009)

Se realizó un estudio con la utilización de *Trichoderma harzianum* en semilleros de tabaco en Cuba y se observó que la aparición de *Phytophthora nicotianae* fue de forma ligera, es

decir que mostró baja afectación; los resultados mostraron la eficacia de *Trichoderma harzianum* con una aplicación eficiente y buena selección del área. (Stefanova *et al.*, 2004)

En un estudio realizado por Villegas (2005), con la inoculación de *Trichoderma sp* en semillas, obtuvo disminución en poblaciones de *Rizoctonia solani*, *Sarocladium spp.* y *Pythium spp*, en suelo, con incremento de la actividad del micoparásito.

En Cuba, con el tratamiento de semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) con *Trichoderma* se protegieron eficientemente plantas frente a *R. solani*, sin necesidad de tratamiento al suelo previo a la siembra (Stefanova M, 2006)

En el año 2016, se evaluó el efecto de *Trichoderma harzianum* en plántulas de *Coffea arábica*, en el municipio de Dipilto, Nueva Segovia, los resultados indicaron valores altos para las variables de índice de calidad y variables de crecimiento vegetativo. (Martinez Gómez y Zeledón Castillo, 2016)

En el presente estudio se evaluó el uso de *Trichoderma sp*, para el control de *Phytophthora nicotianae* en semilleros de *Nicotiana tabacum* en el municipio de Jalapa, Nueva Segovia, esto con el propósito de sugerir alternativas que reduzcan la utilización de las cargas químicas en la producción de tabaco habano mejorando de esta manera la calidad del producto final, que se acople a los estándares demandados por el mercado.

## **II. OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar el uso de *Trichoderma sp* como controlador biológico de *Phytophthora nicotianae* B, en tabaco en etapa de semilleros en Jalapa, Nueva Segovia, 2017

### **Objetivos específicos**

Identificar el efecto de *Trichoderma sp*, en la incidencia de *Phytophthora nicotianae* B, en las plántulas de tabaco

Demostrar la sinergia entre *Trichoderma sp* y *Fosetil* + *Propamocarb* en el control de *Phytophthora nicotianae* B

Determinar el desarrollo vegetativo que presentan las plántulas de tabaco tratadas con diferentes dosis y frecuencia de aplicación de *Trichoderma sp*

Comparar el costo de los tratamientos utilizados en el ensayo.

### **III. HIPÓTESIS**

La implementación de *Trichoderma ssp* y *Fosetil* con *Propamocarb* (Prevalor) ejerce un efecto sinérgico estadísticamente significativo en el control de *Phytophthora nicotianae* B, en relación al testigo local *Fosetil* con *Propamocarb* y *Carbendazim*.

## **IV. MARCO TEÓRICO**

### **4.1. Botánica del Cultivo**

El tabaco es una planta anual de raíz pivotante y abundante cabellera, de profundidad de 30 a 50 cm, posee un tallo cilíndrico, erecto con entrenudos donde se insertan las hojas y mide hasta 2 metros de altura, el tamaño de las hojas varían y su forma puede ser ovalada, lanceolada o elíptica.

Posee una inflorescencia formada por una panícula de varios ejes florales, la flor puede presentarse en color rosado, amarillo o blanco.

Su fruto es una capsula de dos cavidades que pueden poseer de 2000 a 8000 semillas las cuales son sumamente pequeñas y en forma de riñón. (Valdivia, 2012), citado por (Flores García y Gómez Galeano, 2015)

### **4.2. Descripción varietal: Criollo 2010**

Según el Ministerio de la Agricultura de Cuba, (2012) Es importante conocer las características de una variedad para que haciendo uso correcto de las mismas se puedan enfrentar los enemigos naturales más importantes, y hacer uso de una adecuada estrategia de plantación durante la fase agrícola.

La variedad Criollo 2010 es un híbrido androesteril resistente a moho azul, pata prieta, necrosis ambiental, *fusarium* y Virus del Mosaico del Tabaco (VMT) y susceptible al cogollero. Se caracteriza también por en gran tamaño de sus hojas y el poco grosor de sus venas después de secas.

El paño de hoja es muy fino y alcanza colores muy deseados en la capa, cualidades que le hacen una variedad de mucha perspectiva para cultivo bajo tela, con vistas a la producción de capas para el torcido de los habanos y para el cultivo en suelos franco arenoso. Puede llegar a rendir más de 2.2 toneladas por hectárea, con 18 hojas por planta como promedio.

### **4.3. Producción de Postura**

Se le llama semillero al lugar destinado a desarrollar determinadas plantas que más tarde se han de trasladar a otros lugares para su posterior desarrollo.

Se adopta una tecnología que permita optimizar la producción de tabaco tanto cuantitativa como cualitativamente, para que de esta manera la plantación sea homogénea y no causar estrés a la planta al momento del trasplante definitivo, (Flores García y Gómez Galeano, 2015) esto se puede lograr con la utilización de invernaderos en los cuales se colocan bandejas en sistema aéreo. (Ministerio de la Agricultura de Cuba, 2012)

#### **4.4. Manejo fitosanitario y nutrición en semilleros de tabaco**

Es necesario que exista un cuidado especial durante las primeras etapas de vida del cultivo, las plántulas de tabaco deben manejarse bajo un programa riguroso de nutrición y sanidad, con el objetivo garantizar los macro y micro elementos que estas requieren para su desarrollo.

Se realizan aplicaciones continuas de fosfato mono amónico, nitrato de potasio, boro, calcio, magnesio, zinc, entre otros. También las aplicaciones de productos químicos para contrarrestar los ataques de patógenos a las plántulas. Estos programas son manejados y registrados por el personal que está a cargo del invernadero (Flores García y Gómez Galeano, 2015).

#### **4.5. Definición de incidencia**

Según Fajardo A (2017), la incidencia es una medida de frecuencia significativa que puede obtenerse cuando se estudia la morbilidad y mortalidad de las enfermedades, la principal propiedad de esta medida es determinar los casos nuevos que se presentan en una población en un tiempo determinado, de ahí que para su cálculo se requiere un periodo de seguimiento.

#### **4.6. Incidencia de *Phytophthora nicotianae***

Se han realizado estudios donde se compiló información sobre el comportamiento de *Phytophthora nicotianae* conociendo así la incidencia de la enfermedad con respecto al tiempo en diferentes hospedantes, aunque el principal hospedante es el tabaco (Vaillant Flores y Gomez Izaguirre, 2009).

*Phytophthora nicotianae* Brenda de Haan causa la enfermedad conocida como pata prieta en el cultivo del tabaco, provocando daños considerables. La enfermedad fue descrita por Brenda de Haan en 1896 en semilleros de tabaco en Java. (Vaillant Flores y Gomez Izaguirre, 2009).

Este patógeno afecta la raíz y la base del tallo de la planta de tabaco. Los síntomas varían con la edad de la planta y las condiciones climáticas. En los semilleros, las plantas se necrosan y mueren rápidamente.

En plantas adultas *P. nicotianae* puede provocar afectaciones en la raíz y en el tallo, también pueden ocurrir simultáneamente con un marchitamiento rápido de la planta y el tizón de la hoja que es frecuente en períodos lluviosos, debido a las salpicaduras de suelo contaminado. (Vaillant Flores y Gomez Izaguirre, 2009)

#### **4.6.1. Biología de *P. nicotianae***

Esta especie presenta un micelio hialino continuo; cenocítico, observándose sólo raramente la presencia de algunos tabiques que normalmente se encuentran separando las partes viejas carentes de protoplasma (Boccas y Lavilla, 1976; Tuset, 1983). Citado por (Vaillant Flores y Gomez Izaguirre, 2009)

En el cultivo in vitro se pueden originar variaciones del aspecto del micelio en algún sector de la colonia, las cuales pueden ser relevantes tanto macroscópica como microscópicamente en cuanto a la morfología, así como desde el punto de vista fisiológico y parasitario, debido a la posibilidad de que se desarrollen nuevas razas más virulentas

La reproducción es asexual y sexual. La asexual está representada por la formación de los esporangios (esporas asexuales), producidas en gran cantidad durante la mayor parte del ciclo de la enfermedad bajo condiciones de clima cálido los esporangios germinan e infectan nuevos tejidos. En condiciones de clima frío y húmedo, los esporangios dan origen a las zoosporas; las cuales son flageladas permitiéndoles desplazarse en medio líquido (Ristaino y Gumpertz, 2000)

Las especies de este género producen además clamidosporas, las cuales constituyen un órgano de conservación y supervivencia. Generalmente son de forma redondeada con una pared bien definida, siendo comúnmente intercalares aunque también pueden encontrarse en el extremo terminal de la hifa.

### **4.7. Biocontrol con *Trichoderma sp***

#### **4.7.1. Aspectos Generales**

Según (Rivera Coto, 1999), existen distintos métodos para combatir enfermedades en las plantas, entre ellos el método biológico, que destaca la interacción de organismos antagónicos, establecidos entre los microorganismos patógenos cuyo mecanismo de acción puede ser: antibiosis, competencia, parasitismo o depredación.

El hongo *Trichoderma sp*, es considerado un microorganismo antagonista, es un género que se encuentran en los suelos de todas las zonas climáticas del mundo y son importantes descomponedores de materiales leñosos y herbáceos, es un hongo invasor oportunista, que se caracteriza por su rápido crecimiento, por la capacidad de asimilar una amplia gama de sustratos y por la producción de una variedad de compuestos antimicrobianos.

Algunas cepas han sido explotadas como agentes de control biológico de patógenos, incluyendo hongos y nematodos, todo mediado por la producción de enzimas de degradación de la pared celular, como: celulasas, quitinasas, glucanasas, entre otras, y la producción de antibióticos. También, han sido usadas en biorremediación, por su capacidad de degradar hidrocarburos, compuestos clorofenólicos, polisacáridos y los plaguicidas xenobióticos, utilizados en la agricultura (Hoyos *et al.*, 2009).

Se considera estimulador del crecimiento vegetal e inductor de resistencia sistémica, debido a que modula o estimula algunas respuestas en la planta (Howell, 2006).

Harman (2006) describe efectos positivos de la inoculación de plantas con *Trichoderma sp* entre los cuales se incluyen: control biológico de enfermedades causadas por patógenos en la raíz y en algunos foliares, inducción de resistencia sistémica en las plantas, cambios en la composición de la microflora de las raíces, mejora la absorción de nutrientes, incluyendo, pero no limitando, al nitrógeno, mejora de la solubilidad de los nutrientes del suelo, mayor desarrollo de las raíces, aumento de la formación de pelos radiculares y profundo enraizamiento.

Según Montealegre A (2005) las especies de *Trichoderma* no son exigentes con relación al pH del sustrato. Pueden crecer en suelos con pH desde 5.5 a 8.5, aunque los valores óptimos se encuentran entre 5.5-6,5, es decir en un ambiente ligeramente ácido. El desarrollo de *Trichoderma* se activa con la presencia de humedad, con óptimo de 60% de la capacidad de retención de humedad del suelo.

A porcentajes mayores de saturación, la colonización y sobrevivencia disminuyen por baja disponibilidad de oxígeno. Los aislamientos de *Trichoderma* ayudan a la descomposición de materia orgánica, además de los hongos a los cuales degrada (Paes O, 2006). Se encuentran en suelos con abundante materia orgánica (Arias Soto, 2004).

#### **4.7.2. Mecanismos de acción de *Trichoderma***

Según Leal (2000) Citado por (Infante, Gonzalez, Reyes, y Martinez, 2009) Se han descrito diferentes mecanismos de acción que regulan el desarrollo de los hongos fitopatógenos entre ellos se encuentra: la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la antibiosis.

Competencia: se da frecuentemente entre dos organismos que requieren del mismo sustrato o espacio, cuando la utilización de estos componentes por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para los demás. (Rivera Coto, 1999), este tipo de antagonismo se ve favorecido por las características del agente control biológico como: plasticidad ecológica y factores externos como tipo de suelo, pH, temperatura y humedad.

Micoparasitismo: en este mecanismo de acción antagónica se da la interacción del hongo *Trichoderma* ya que ataca las hifas mediante la localización del hospedante como respuesta a un estímulo químico, donde se produce un reconocimiento del patógeno y una vez que hay repuesta positiva, las hifas de *Trichoderma* se adhieren mediante la formación de estructuras parecidas a ganchos que luego se enrollan alrededor del patógeno mediante procesos enzimáticos (Infante, *et al.*, 2009).

Antibiosis: es la acción directa de antibióticos o metabolitos tóxicos producidos por un microorganismo sobre otro sensible a estos, se ha estimado la actividad inhibidora de *Trichoderma* sobre otros hongos patógenos (Martínez, Infante, y Reyes, 2013).

### **4.8. Fosetil + Propamocard**

#### **4.8.1. Descripción del producto**

Prevalor es un producto registrado en Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Panamá, Costa Rica y República Dominicana, su ingrediente activo es Fosetil Aluminio + Propomocarb, pertenece a la familia química fosfónico, carbamato, formulado en una solución líquida que actúa de forma sistémica, no se recomienda en mezclas con productos a

base de cobre o con fertilizantes foliares nitrogenados o con formulaciones aceitosas, puesto que impide la penetración del producto a la planta (Bayer CropScience, 2015).

#### 4.8.2. Recomendaciones de uso de prevalor

Se recomienda el uso de fosetil + propamocarb para contrarrestar algunas especies de hongos fitopatógeno (Tabla 1). Para el cultivo de tabaco es recomendado aplicar en presencia de *Phytophthora spp* agente causal de la enfermedad pata negra.

**Tabla 1.Recomendaciones de uso de fosetil + propamocarb**

| Cultivo                            | Plagas                                   | Dosis                  |
|------------------------------------|--|------------------------|
| Cebolla <i>Allium cepa</i>         | Mildíu vellosos <i>Peronospora</i>       | Aplicaciones foliares: |
| Ajo <i>Allium sativum</i>          | <i>spp.</i>                              | 1,5 - 2 l/ha.          |
| Tabaco <i>Nicotiana tabacum</i>    | <i>Pseudoperonospora cubensis</i>        |                        |
| Fresa <i>Fragaria vesca</i>        | Gomosis <i>Phytophthora spp.</i>         | Aplicaciones al suelo: |
| Lechuga <i>Lactuca sativa</i>      | Pata negra <i>Phytophthora spp.</i>      |                        |
| Sandía <i>Citrullus lanatus</i>    | Moho azul <i>Peronospora tabaci</i>      | Aplicación en          |
| Repollo <i>Brassica oleracea</i>   | Pudrición del                            | semilleros o bandejas: |
| Pepino <i>Cucumis sativus</i>      | cuello <i>Phytophthora palmivora</i>     | 1,5 ml / l de agua     |
| Papa <i>Solanum tuberosum</i>      | Corazón rojo <i>Phytophthora</i>         | Recomendaciones        |
| Tomate <i>Solanum lycopersicum</i> | <i>fragaria</i>                          | • Se recomienda de 2 a |
| Aguacate <i>Persea americana</i>   | Mal del talluelo <i>Pythium spp.</i>     | 3 aplicaciones hasta   |
| Melón <i>Cucumis melo</i>          | Mancha de la hoja <i>Bremia lactucae</i> | antes del transplante. |
| Cítricos <i>Citrus spp.</i>        | Tizón tardío <i>Phytophthora</i>         | • Se puede mezclar con |
| Chile <i>Capsicum annum</i>        | <i>infestans</i>                         | Confidor               |

(BAYER, 2015)

#### 4.9. Carbendazim

##### Información agronómica

Es un fungicida sistémico protectante y erradicante, actúa inhibiendo el desarrollo de los tubos germinativos de los hongos, se absorbe a través de raíces y tejido verde con

translocación acropetal, en hojas existe translocación local. Actúa por inhibición de la mitosis afectando el desarrollo del tubo germinativo. (FORMUNICA, 2016). Dosis recomendada: 0.5-1.0 lt/mz, no debe mezclarse con alcalinos, como caldo bordelés y sulfuros de cal.

#### **4.9.1. Cultivos a proteger**

Aguacate, ajo, apio, arroz, ayote, banano, berenjena, brócoli, café, café en almácigo, cebolla, chile, cítricos, coliflor, espárrago, fresa, frijol, lechuga, macadamia, mango, maní, melón, ornamentales, papa, papaya, pepino, piña, plátano, remolacha, repollo, sandía, soya, tomate, zanahoria.

#### **4.9.2. Enfermedades a Controlar**

*Cercospora purpurea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium sp*, *Cercospora oryzae*, *Pericularia oryzae*, *Rynchosporium oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Mycosphaerella fijiensis var difformis*, *Mycosphaerella musicola*, *Cercospora coffeicola*, *Sphaceloma fawcetti*, *Colletotrichum gloeosporioides*. *Colletotrichum spp*, *Cercospora spp*, *Mycosphaerella brassisicola*, *Rhizoctonia spp*, *Antracnosis Colletotrichum spp*. (FORMUNICA, 2016)

#### **4.10. Tendencias actuales del mercado internacional**

El mercado internacional se rige con muchas exigencias relacionadas con la producción de tabaco de manera sostenible que permita un suministro de productos que satisfagan sus expectativas como requisitos de calidad y requisitos normativos (AB SUSTAIN, 2016).

La sostenibilidad es definida como la producción eficiente de tabaco en condiciones que limiten el impacto sobre el entorno natural, social y económico.

Para limitar el impacto ambiental existen muchas normativas entre ellas la reducción de APC (Agentes de Protección de Cultivos), existen listas de productos prohibidos indicando que no deben ser utilizados en los campos de cultivo (RAS, 2011). Anexo 1

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Ubicación geográfica**

El experimento se realizó en el municipio de Jalapa, Nueva Segovia, específicamente en la finca El Corojal ubicada en el km 306 y medio, carretera norte, se encuentra en una altura sobre el nivel del mar de 673 m. Sus coordenadas geográficas sitúan 14°3'0" latitud norte y 86°4.01'12" longitud oeste, el área posee un clima tropical con suelos franco arenosos, con una precipitación de 1500 mm anuales, con temperatura promedio de 24°C, el experimento se estableció bajo un ambiente semi controlado bajo invernadero (Ministerio de la Agricultura de Cuba, 2012).

### **5.2. Universo o población**

Las plántulas que representaron el objeto de estudio fueron trasplantadas en bandejas de poroplast, las cuales poseen 242 alveolos cada una, se utilizaron cuatro bandejas por tratamiento, por seis tratamientos para un total de 24 unidades experimentales, para una población total de 5808 plantas.

### **5.3. Muestra**

Se tomaron como muestras 10 plántulas por cada repetición, y se seleccionaron de la parte central de la bandeja, para inhibir de esta manera el efecto de borde, en total se muestrearon 240 plantas. Cada plántula medida fue etiquetada, para llevar un mayor control y seguimiento de la misma.

### **5.4. Definición de variables con su operacionalización**

#### **Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables en estudio**

Las variables que fueron evaluadas se presentan en la siguiente tabla donde se define cada concepto y la técnica utilizada (Tabla 2).

**Tabla 2. Matriz de conceptualización y operacionalización de las variables evaluadas**

| <b>Variable</b>                              | <b>Definición conceptual</b>  | <b>Unidad de medida</b> | <b>Fuente</b>       | <b>Técnica/<br/>Instrumento</b> |
|--|---|-------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Altura de la planta                          | Distancia desde la base de la planta hasta su ápice                   | cm                      | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Grosor del tallo                             | Espesor o grueso de un cuerpo   | mm                      | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Longitud de la raíz                          | Desde la base del cuello hasta el ápice de la raíz                    | cm                      | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Peso húmedo de la raíz                       | Se mide el peso fresco de la raíz con la planta verde                 | g                       | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Número de hojas                              | Es la cantidad de hojas por planta                                    | c/u                     | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Incidencia de <i>Phytophthora nicotianae</i> | Es el número de plantas afectadas por una enfermedad                  | % de plantas afectadas  | Unidad experimental | Hoja de campo                   |
| Costos                                       | Gasto económico que presenta la adquisición de cada producto evaluado | Ratio                   | Mercado             | Ficha de costo                  |

### **5.5. Selección de las técnicas o instrumentos para la recolección de los datos**

Para la recolección de datos se utilizó la técnica de la observación mediante una hoja de campo previamente diseñada (anexo 2), haciendo uso de instrumentos como: pie de rey que

es un instrumento para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños (grosor del tallo) y regla para medir la altura de la planta.

Se realizaron análisis de laboratorio, en UCATSE para la complementación y evaluación de las variables a examinar al final del experimento.

## **5.6. Aplicación de la técnica o instrumento para la recolección de los datos**

Los datos se recolectaron cada tres días realizando visitas continuas al área experimental tomando nota de las plantas elegidas al azar, considerando las variables a evaluar durante la fase de campo.

Se estableció un área donde se colocó una regla sobre una base plana, donde fue ubicada cada planta extrayéndola de la bandeja, misma planta a la que se le contó el número de hoja y le fue tomada la medida del grosor del tallo.

Al final del ensayo se hizo un recuento de las plantas afectada por cada bandeja con lo cual se determinó el porcentaje de incidencia de la enfermedad, además se midió la longitud de la raíz y el peso húmedo.

Se realizó un análisis de laboratorio, para lo cual se tomaron muestras de dos plantas por tratamiento elegidas al azar, las cuales fueron empacadas, etiquetadas y enviadas al laboratorio de UCATSE para su procesamiento, en el cual se solicitó un análisis fitopatógico de hongos.

## **5.7. Diseño Experimental**

El experimento se estableció en bandejas de poroplast de 242 alveolos con capacidad de 20 cc cada uno, las dimensiones por bandeja son: 26 pulgadas de largo y 13 pulgadas de ancho. Se estableció bajo un diseño experimental completamente al azar DCA, con seis tratamientos definidos de la siguiente manera:

Tratamiento 1: *Trichoderma* 240 g en una aplicación

Tratamiento 2: *Trichoderma* 240 g en dos aplicaciones fraccionadas

Tratamiento 3: *Trichoderma* 240 g y Fosetil Al con Propamocarb

Tratamiento 4: Fosetil Al con Propamocarb y Carbendazim (testigo local)

Tratamiento 5: Sin tratamiento (Testigo absoluto)

Tratamiento 6: *Trichoderma* Zamorano

Para cada tratamiento constituyeron cuatro repeticiones, que representará 24 unidades experimentales (anexo 3).

## **5.8. Procedimientos para el análisis de resultados**

Los datos recolectados mediante la hoja de campo se procesaron con el software estadístico INFOSTAT, por ser una investigación experimental, se realizó la prueba de Shapiro Willks para comprobar la normalidad de los datos de la población, posteriormente el análisis de varianza ANOVA al 95% de confianza para un DCA, y para la separación de medias se utilizó la técnica DUNCA con un valor alfa  $P < 0.05$  en el caso de los tratamientos que resultaron con diferencia significativa.

## **5.9. Manejo del experimento**

El experimento se estableció entre abril y junio del 2017 y manejó de la misma forma como se realiza en la finca local, tales como densidades de siembra, riego, fertilización, podas, aplicaciones fitosanitarias y manejo en general.

### **5.9.1. Germinación**

Se preparó el germinador, se colocó malla sarán previamente desinfectada, luego aplicó el sustrato y se procedió a la siembra de la semilla para esto se realizó una mezcla de 1 libra de ceniza con 3.73 gramos de semilla para el total de 16 bandejas, luego se colocaron manualmente sobre los germinadores donde estuvieron durante 18 días, posteriormente fueron trasplantadas en bandejas.

Riego: El riego se realizó con regadera iniciando el mismo día la siembra de semilla, y los riegos se mantuvieron constantes durante los días que las plántulas estuvieron en el germinador.

Aplicaciones fitosanitarias: A los 12 días después de la siembra en germinador se aplicó:

Acrobat: 750 g por barril de 200 litros de agua.

Muralla: 300 cc por barril de 200 litros de agua.

pH: 100 cc por barril de 200 litros de agua

Fertilización: Se aplicó la fórmula completa 14-13-20 diluido en agua a razón de 2 libras por barril a los 14 días después de la siembra.

### **5.9.2. Trasplante o repique**

Desinfección de bandejas: previamente se realizó el lavado de bandejas, posteriormente la desinfección de las mismas con Banodine a razón de 35cc por regadera de 14 litros de agua.

El llenado de bandejas se utilizó sustrato a base de musgo de turba a razón de 0.68 kg por bandeja, en total se utilizó 10.88 kg para 16 bandejas establecidas.

A los 18 días después de la siembra se seleccionaron las plántulas en 3 tamaños: grandes medianas y pequeñas, de esta manera cada bandeja contenía plantas uniformes

Riego: una vez trasplantadas las plántulas a las bandejas los riegos se mantuvieron constantes.

Fertilización: Se realizaron fertilizaciones foliares cada 7 días a partir de los 5 días después del trasplante con la fórmula completa 14-13-20 misma utilizada en el germinador. Hasta los 12 días después del trasplante se aplicaron 2 libras por barril, a partir de los 19 hasta los 32 días después del trasplante se aumentó la dosis a 4 libras por barril.

Podas: A los 35 días después del trasplante se iniciaron las podas las cuales se repitieron a los 42 y 50 días.

Aplicaciones fitosanitarias: Se aplicó Muralla como insecticida a razón de 300 cc por barril, y Acrobat como fungicida a nivel foliar con dosis de 750 g por barril, las aplicaciones se realizaron desde los 7 días después del trasplante, usando las mismas dosis cada 15 días, alternando a estos productos se utilizó también Monarca 300 cc por barril y Trivia 750 g por barril, repitiendo cada 15 días, cada aplicación fitosanitaria que se realizó se adicionó regulador de pH.

Las aplicaciones de fungicidas se determinaron respecto a la definición por cada tratamiento establecido lo cual es detallado de la siguiente manera (Tabla 3):

### **Tabla 3. Aplicación de fungicidas según tratamiento establecido**

| <b>Tratamiento</b> | <b>Producto</b>                | <b>Dosis por barril</b> | <b>U/M</b> | <b>Días después del trasplante</b> | <b>Observaciones</b>                        |
|--------------------|--------------------------------|-------------------------|------------|------------------------------------|---|
| 1                  | <i>Trichoderma</i>             | 240                     | g          | 3                                  | En una sola aplicación                      |
| 2                  | <i>Trichoderma</i>             | 240                     | g          | 3,15                               | En dos aplicaciones fraccionadas            |
| 3                  | <i>Trichoderma</i>             | 240                     | g          | 3                                  | Una sola aplicación                         |
|                    | Propamocarb + Fosetil Al       | 600                     | cc         |                                    |   |
| 4                  | Propamocarb + Fosetil Al       | 600                     | cc         | 3,10,17 Y 24                       | Tratamiento testigo con cuatro aplicaciones |
|                    | Carbendazim                    | 500                     | cc         |                                    |   |
| 5                  | Ninguno                        |                         |            |                                    |   |
| 6                  | <i>Trichoderma</i><br>Zamorano | 240                     | g          | 3                                  | Una sola aplicación                         |

### 5.9.3. Costos de los tratamientos

Para los costos de cada producto se cotizó los precios en las casas comerciales de insumos agrícola, se realizó una ficha de costos considerando la cantidad utilizada por cada tratamiento y la frecuencia en la que se utilizó, el tratamiento testigo (T4) se aplicó según el manejo que la finca aplica normalmente con frecuencia de una vez por semana durante 4 semanas, tal como lo muestra el anexo 4.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente tesis se investigó la implementación de *Trichoderma sp* como controlador biológico de *Phytophthora nicotianae* en semilleros de tabaco. Se utilizó *Trichoderma* en la dosis recomendada, se experimentó la división de la dosis en dos partes iguales, además de la combinación de un producto químico con el biológico (*Trichoderma*) ambos fungicidas, el testigo local utilizado fue a base completamente química Fosetil Aluminio + Propamocab, con Carbendazim, productos normalmente utilizados en la finca y un testigo absoluto al que no se le aplicó ningún tratamiento comprobando así la presencia de la enfermedad, se experimentó también con *trichoderma* proveniente del Zamorano.

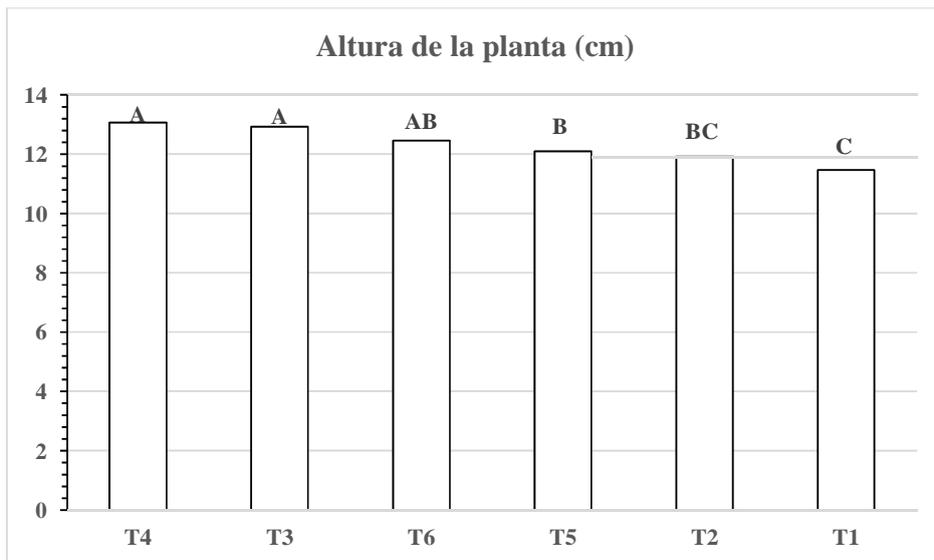
De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación se puede decir que el uso del producto biológico *Trichoderma* brinda un aporte significativo a la producción de tabaco, se observaron ventajas o mejores resultados con la combinación de *Trichoderma* y Fosetil Aluminio + Propamocab .

### 6.1. Prueba de normalidad

Al realizar la prueba de Shapiro-wilks para conocer la normalidad de las variables en la población, se encuentra que los datos tienen una distribución normal con un P valor >0.05, sin embargo se observó que la variable % de incidencia de la enfermedad tiene un P valor <0.0001, es decir que es distinto a la distribución normal (Anexo 5).

### 6.2. Altura de la planta

De acuerdo a los análisis realizados para esta variable existe una diferencia significativa entre los tratamientos (Anexo 6), se puede observar en la figura 1 que los tratamiento 4,3 y 6, alcanzan sus alturas potenciales obteniendo medias de 13.06 cm, 12.93 cm y 12.46 cm respectivamente, entre ellos no se observan diferencias lo que indica que al aplicar un tratamiento biológico se obtendrán resultados que no afectarán el desarrollo normal de la planta, y de acuerdo con lo expresado por Hoyos, *et al.*, (2009), *trichoderma* se considera un estimulador de crecimiento vegetal por lo que influye indudablemente en la altura de la planta.



**Figura 1. Separación de medias con Duncan para la variable altura de la planta**

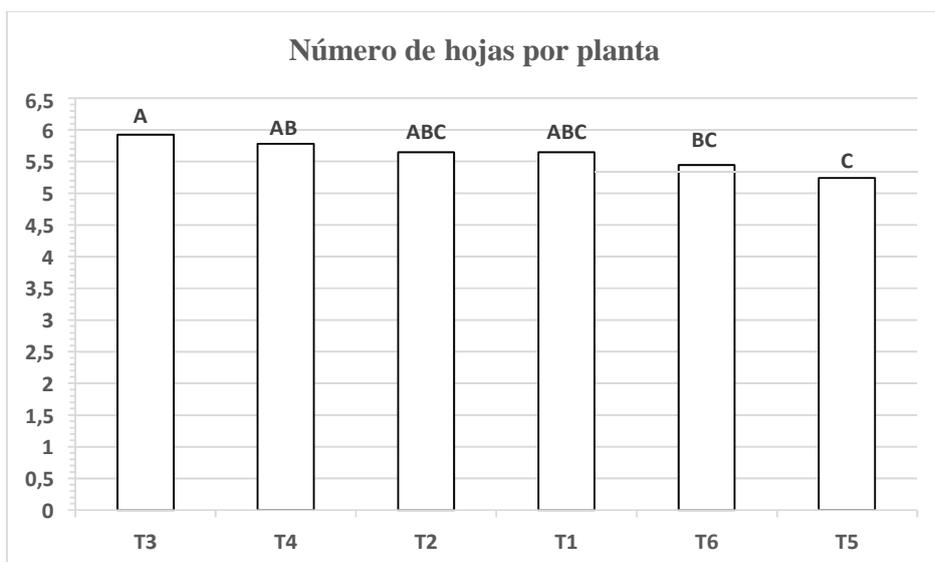
### **6.3. Grosor del tallo**

En el análisis de varianza (Anexo 7), se encuentra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un P valor <0.05. Se debe considerar que si se realiza una buena selección de las plántulas al momento del repique o trasplante habrá en la población plantas más uniformes, a esto se puede atribuir el hecho de que no cause efectos según el tratamiento aplicado.

Una planta con características deseables, debe ser con un diámetro adecuado, esto evitará posteriormente la caída de la planta ante la fuerza del viento.

### **6.4. Número de hojas**

En el anexo 8 se observa que existen diferencias significativas entre los tratamientos para esta variable donde el tratamiento 3 es diferente del tratamiento 5 (testigo absoluto) siendo este último el que se observó con el menor número de hojas de esta manera se comprueba lo expresado por Howell (2006), donde a planta responde muy bien ante el estímulo del agente biológico trichoderma (Figura 2).



**Figura 2. Separación de medias con Duncan para la variable número de hojas por planta**

### 6.5. Incidencia de la enfermedad

No existe diferencia significativa en la tratamientos según el análisis de varianza (Anexo 9), a pesar de la presencia de la enfermedad causada por *Phytophthora nicotinae* el menor porcentaje de incidencia lo posee el tratamiento 3 con 0.7%, esto significa que al utilizar una combinación de *Trichoderma* con Fosetil Al y Propamocarb (T3), se puede reducir la afectación. Harman, (2006) afirma que uno de los efectos de *Trichoderma* es el control biológico de enfermedades causadas por hongos en la raíz y además induce a la resistencia sistémica de la planta.

Estos resultados fueron visibles contabilizando la cantidad de plantas afectadas por cada bandeja por tratamiento, corroborado con los análisis de laboratorio que confirman este resultado, lo cual indica la existencia de menor cantidad de hongos fitopatógenos en este tratamiento (Anexo 10).

Se establece una relación entre el uso de Fosetil Aluminio + Propamocarb el cual es recomendado para el cultivo de tabaco para el control de *Phytophthora nicotinae* y la aplicación de *Trichoderma* como un complemento que reduce la proliferación del hongo con su efecto antagónico e invasivo.

Al utilizar el tratamiento 4 como testigo 100 por ciento químico se puede observar que hay mayor porcentaje de incidencia de la enfermedad que en el tratamiento 3, lo que puede deberse a que con el uso de *Trichoderma* existe un efecto prolongado de control.

El tratamiento 2 corresponde a la mitad de la dosis recomendada aplicada en dos momentos, indicando este resultado que se debe hacer la aplicación una vez con la dosis completa.

## 6.6. Longitud de la raíz

Los resultados obtenidos en el análisis de varianza (Anexo 11), muestran diferencia significativa entre los tratamientos para esta variable, donde el tratamiento 5 (testigo absoluto) presentó una longitud inferior en relación a los demás tratamientos (figura 3), esto puede atribuirse a que la planta se encuentra desprotegida ante agentes patógenos lo cual inhibe el desarrollo de la raíz, según Reyes M. ( 2013) uno de los factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de la planta en el control sanitario.

Se puede afirmar tal como lo detallan otros estudios que al aplicar *Trichoderma* existe mayor desarrollo radicular esto conlleva a mejorar la absorción de nutrientes, aumento de la formación de pelos radiculares y profundo enraizamiento (Harman, 2006).

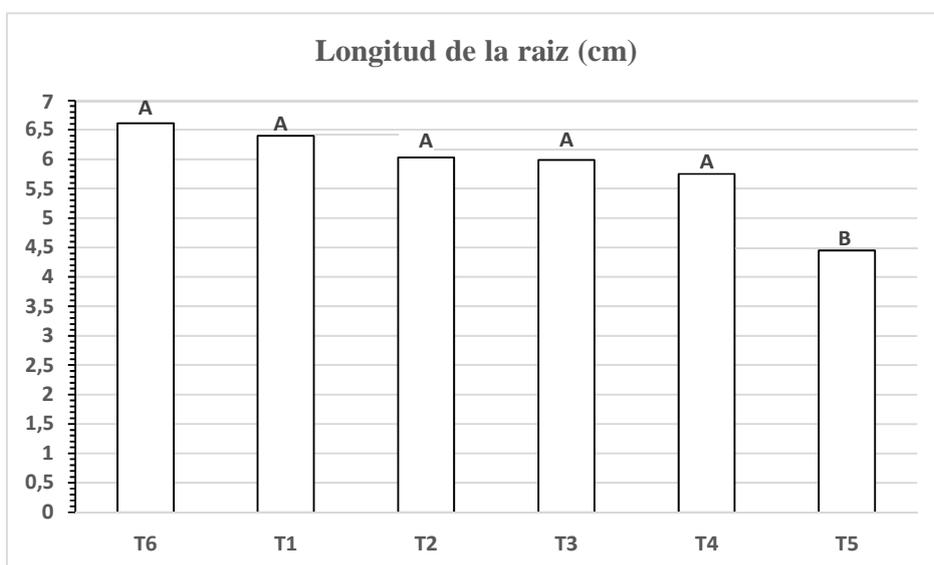


Figura 3. Separación de medias con Duncan para la variable longitud de la raíz

## 6.7. Peso húmedo

Según el análisis de varianza existe diferencia significativa en los tratamientos para la variable peso húmedo de la raíz (Anexo 12). En este caso el tratamiento 4 (testigo local) es diferente de los demás según la prueba de Duncan, con un peso húmedo de 4.03 g dato que es superior que los demás tratamientos, esto puede atribuirse a que este tratamiento tiene menor longitud de raíz por lo tanto mayor cantidad de sustrato lo que hace que pese más, debido a que el sustrato utilizado está compuesto de musgo de turba de sphagnum canadiense fina con vermiculita fina para incrementar la retención de agua (LAMBERT, 2018)

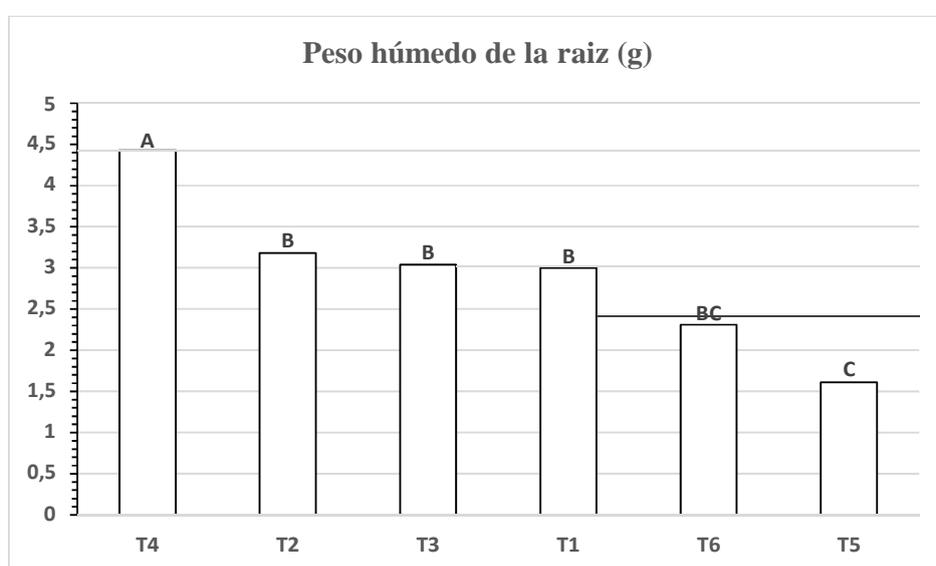
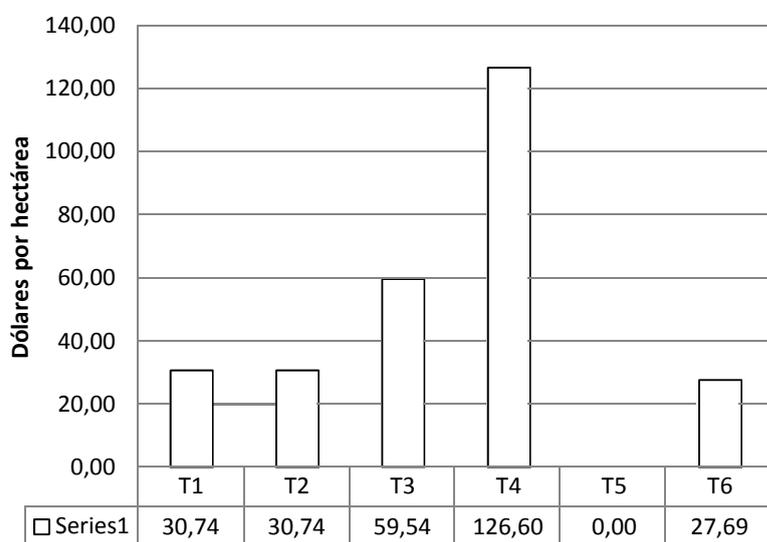


Figura 4. Separación de medias con Duncan para variable peso húmedo de la raíz

## 6.8. Costos por hectárea

Al realizar el análisis de costos para cada tratamiento como lo muestra la figura 5, los tratamientos con *Trichoderma* (T1, T2, T3 y T6) reducen los costos, el tratamiento 5 (testigo absoluto) no requiere de ningún costo ya que no se le realizó aplicación de fungicida para el control de la enfermedad causada por *Phytophthora nicotianae*. Al utilizar el tratamiento testigo local (T4) se registran costos elevados a más del 100%, ya que se tienen que realizar 4 aplicaciones del producto químico, que es la manera como la finca logra manejar la enfermedad en el semillero. Si se relaciona el costo con el control de la enfermedad se puede afirmar que tanto el tratamiento 3 como el 4 son capaces de ejercer control sobre la misma,

es decir, que el análisis de incidencia no presentó diferencias significativas lo que indica que pueden reducir costos al aplicar el tratamiento 3 y obtener los mismos resultados que si se aplica solo el químico representado como testigo local (T4).



**Figura 5. Costos de cada tratamiento en dólares por hectárea**

## VII. CONCLUSIONES

Los efectos sinérgicos existentes entre el Fosetil + Propamocarb con *Trichoderma* son un aporte para la reducción de la carga química en el producto final, se puede minimizar la incidencia del hongo agente causal de la enfermedad agresiva en semilleros de tabaco ya que *Trichoderma* posee un efecto de control prolongado de la enfermedad *Phytophthora nicotianae*.

El efecto de *Trichoderma* es más efectivo combinado con el modo de acción del Fosetil Aluminio + Propamocarb. Hasta el momento no se logra erradicar en el semillero el uso de químicos residuales que se han utilizado desde muchos años atrás, pero al utilizar este tipo de productos biológico se puede reducir considerablemente la incidencia del agente causal de la pata prieta en tabaco.

La utilización de *Trichoderma* puede estimular el crecimiento vegetativo, interviniendo en el desarrollo de la raíz lo que facilitará la absorción de nutrientes, *Trichoderma* influye favorablemente en la variable altura de la planta, grosor del tallo y número de hojas, indudablemente se confirma que posee propiedades que contribuyen al desarrollo vegetativo.

Es evidente que el uso de *Trichoderma* como controlador biológico, posee un menor costo que el tratamiento químico Fosetil Aluminio con Propamocarb y Carbendazim, y al hacer una comparación respecto al control de la enfermedad es notorio que pueden competir al no poseer diferencias estadísticamente significativas, lógicamente el tratamiento que no posee ningún producto no incurrió en costos, pero se observaron plantas con características no deseables con menor desarrollo y poco protegida de agente causal de la enfermedad pata prieta.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la realización de nuevos estudios documentados que involucren dosificaciones y distintas cepas de *Trichoderma*, ya que existen varias cepas de este producto biológico que pueden contribuir a la protección temprana de los semilleros de tabaco.

Realización de estudios con hongos sinérgico que al mezclarse con *Trichoderma* pueda volverse más agresivos contra la enfermedad *Phytophthora nicotianae*.

Continuar con un plan riguroso desde el semillero para así reducir la carga química en el producto final, utilizando productos biológicos, debido a la exigencia del mercado internacional, la protección de la salud y el medio ambiente.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- AB SUSTAIN. (2016). Guía de Agronomía del STP 1.1- Programa de Tabaco Sostenible. EE.UU.
- Arias Soto, M. (2004). Hongos Antagonistas o micopatógenos en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Armonía, 59-62.
- BAYER. (2015). Productos e innovación. 1(1).
- Bayer CropScience. (26 de 11 de 2015). Bayer CropScience Centro América y el Caribe. Recuperado el 02 de 2017
- Flores García, K. P., & Gómez Galeano, C. N. (2015). Evaluación de calidad de plántulas *Nicotiana tabacum* L producidas en bandejas con diferentes celdas, Viveros Belgrado, Totogalpa. Madriz, Nicaragua.
- FORMUNICA. (2016). Catálogo. 1(1).
- Gutiérrez, A. F. (2017). Medición en epidemiología: Prevalencia, incidencia, riesgo, medidas de impacto. Alergia México.
- Harman, G. (2006). Overview of mechanisms and uses of *Trichoderma ssp.* Phytopath.
- Howell, C. (2006). Understanding the mechanisms employed by *Trichoderma vires* to effect biological control of cotton diseases. Phytopath.
- Hoyos, L., Orduz, S., & Bissett, J. (2009). Growth stimulation in bean( *Phaseolus vulgaris* L) by *trichoderma*.
- Infante, D., Gonzalez, N., Reyes, Y., & Martinez, B. (2009). MECANISMOS DE ACCIÓN DE *TRICHODERMA* FRENTE A HONGOS FITOPATÓGENOS. La Habana, Cuba: Rev. Protección Veg. Vol. 24 No. 1 .
- LAMBERT. (12 de 07 de 18). Obtenido de <http://www.lambertpeatmoss.com/wp-content/uploads/2016/08/lambert-sustratos-a-base-de-turba-catalogo.pdf>

- Martínez Gómez, G. A., & Zeledón Castillo, J. L. (2016). Evaluación del efecto de *Trichoderma harzianum* sobre la calidad de plántulas de *Coffea arabica*, variedad Marsellesa, producidas en Dipilto, Nueva Segovia . Nicaragua.
- Martínez Gómez, G. A., & Zeledón Castillo, J. L. (s.f.). En un estudio realizado por (Villegas, 2005).
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma spp.* y su función en el control de plagas en los cultivos. Mayabeque, Cuba: Rev. Protección Veg. Vol. 28 No. 1 .
- Ministerio de la Agricultura de Cuba. (2012). Instructivo técnico para el cultivo de tabaco en Cuba. Artemisa.
- Montealegre A, J. R. (2005). Perspectivas y situaciones del uso de biofungicidas en Chile- Universidad de Chile. ed. Santiago.
- Nayibe, F. G., & García Galeano, K. P. (2015). Evaluación de calidad de plántulas *Nicotiana tabacum* L producidas en bandejas con diferentes celdas, Viveros Belgrado, Totogalpa . Madriz, Nicaragua.
- PROMIPAC-INATEC-SICA-ZAMORANO-TAIWAN. (2006). Niveles y umbrales de daños económicos de plagas 2da edición. Honduras.
- RAS. (2011). Lista de plaguicidas prohibidos. Red de Agricultura Sostenible, 8.
- RED DE AGRICULTURA SOSTENIBLE. (MARZO de 2016). NORMA PARA AGRICULTURA SOSTENIBLE. Recuperado el 14 de JUNIO de 2017, de <http://sanstandard2017.ag/norma-ras-para-agricultura-sostenible-2017/>
- Reyes, F. (2013). Factores que intervienen en el crecimiento y desarrollo de la plantas.
- Ristaino, J. B., & Gumpertz, M. L. (2000). New frontiers in the study of dispersal and spatial analysis of epidemics caused by species in the genus *Phytophthora*. Ann Rev. Phytopathology, 541-576.
- Rivera Coto, G. (1999). Conceptos Introductorios a la Fitopatología/-1.ed. San José C.R: EUNED.

- Stefanova, Marusia; Sandoval, Ileana; Martinez, Maria; Heredia, Irma; Ariosa, Maria; Arevalo, Raquel;. (2004). Control de hongos fitopatogenos del suelo en semilleros de tabaco con *Trichoderma harzianum* . La Habana cuba.
- Toledo, V. (2015). Evaluación del control biológico *Trichoderma* para el manejo de *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan, agente causal de la enfermedad pata prieta en el tabaco. Cuba.
- Vaillanr Flores, D. I., & Gomez Izaguirre, G. (2009). Incidencia de *Phytophthora nicotianae* y *phytophthora infestans* en Cuba. Agricultura Tecnica en Mexico, 219-233.
- Valdivia, P. A. (2012). Cultivos Industriales, Cultivo de tabaco. Universidad Católica Agropecuaria del Trópico Seco. Esteli.
- Vasquez Moreno, L. L. (2014). Experiencia de Cuba en la inserción del control biológico al Manejo Integrado de Plagas. En: Manejo Integrado de Plagas en una Agricultura Sostenible. Intercambio de experiencias entre Cuba y Perú. RAAA, 167-174.
- Villegas, M. (2005). *Trichoderma*. Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible.

## **X. ANEXOS**

### **Anexo 1. Lista de plaguicidas prohibidos**

Lista de Plaguicidas Prohibidos de la Norma RAS para Agricultura Sostenible 2017 para la producción agrícola y ganadera de fincas y grupos de productores (RED DE AGRICULTURA SOSTENIBLE, 2016)

La siguiente lista de 152 plaguicidas altamente peligrosos es consistente con el artículo 7.5 del código de conducta de la FAO, el cual se refiere a la prohibición de sustancias que, con base en la evaluación de riesgos, plantean riesgos inaceptables luego de consideradas las medidas de mitigación de riesgos y de mercadeo:

1. Aceite de antraceno
2. Ácido Bórico
3. Acroleína
4. Alacloro
5. Aldicarb
6. Alfa-BHC; alfa-HCH
7. Alfa-clorhidrina
8. Arsénico y sus compuestos
9. Atrazina
10. Azafenidina
11. Azinfós etílico
12. Azinfós metílico
13. Benomilo
14. Beta-ciflutrina; Ciflutrina
15. Beta-HCH; beta-BCH
16. Blastidina S
17. Bórax; tetraborato de sodio decahidratado
18. Brodifacoum

19. Bromadiolona
20. Brometalina
21. Bromuro de metilo
22. Butoxycarboxim
23. Cadusafos
24. Captafol
25. Carbendacima
26. Carbofurano
27. Clordano
28. Cloretoxifós
29. Clorfenvinfós
30. Clormefós
31. Clorofacinona
32. Clotianidina
33. Creosota
34. Cumafós
35. Cumatetratilo
36. DDT
37. Demetona S metílico
38. Dibromuro de etileno; 1,2-dibromoetan
39. Dicloruro de etileno; 1,2-Dicloroetano
40. Dicloruro de Paraquat
41. Diclorvós; DDVP
42. Dicrotofós
43. Difacinona
44. Difenacum
45. Difetialona
46. Dinocap
47. Dinoterb
48. Disulfotón
49. DNOC y sus sales

50. Edifenfós
51. E-Fosfamidón
52. Endosulfán
53. Endosulfán I (alfa)
54. Epiclorhidrina
55. EPN
56. Epoxiconazol
57. Estricnina
58. Etiofenocarb
59. Etoprofós; Ethoprop
60. Famfur
61. Fenamifós
62. Fenclorazoletílico
63. Fipronil
64. Flocumafeno
65. Fluazifop-p-butil
66. Flucitrinato
67. Flumioxazina
68. Fluoroacetamida
69. Fluoroacetato de sodio (1080)
70. Flusilazol
71. Formetanato
72. Fosfamidón
73. Fosfina
74. Fosfuro de aluminio
75. Fosfuro de magnesio
76. Fosfuro de zinc
77. Furatiocarb
78. Glufosinato de amonio
79. Heptenofós
80. Hexaclorobenceno

81. Hexaclorociclohexano; BHC isómeros mezclados
82. Imidacloprida
83. Isoxationa
84. Lindano
85. Linuron
86. Mecarbam
87. Mercurio y sus compuestos
88. Metamidofós
89. Metidationa
90. Metil paratión
91. Metiocarb
92. Metomilo
93. Mevinfós
94. Monocrotofós
95. Nicotina
96. Nitrobenceno
97. Ometoato
98. Oxamilo
99. Oxidemeton methyl
100. Óxido de etileno
101. Óxido de propileno, Oxirano
102. Paratión
103. PCP; Pentaclorofenol
104. Pentaclorobenceno
105. Phorate
106. Propetanfós
107. Quizalofop-p-tefuril
108. Silafluofeno
109. Sulfluramid
110. Sulfotep
111. Tebupirimifós

112. Teflutrina
113. Terbufós
114. Thiram, sólo en formulaciones con benomilo y carbofurano
115. Tiametoxam
116. Tiofanox
117. Tiometón
118. Tiourea de etileno
119. Triazofós
120. Triclorfon
121. Tridemorf
122. Triflumizole
123. Vamidotión
124. Vinclozolina
125. Warfarina
126. zeta-Cipermetrina
127. Z-Fosfamidón
128. 2,4,5-T
129. 2,4,5-TCP
130. 2,3,4,5-Bistetrahidro-2-furaldehído
131. Aldrina
132. Binapacril
133. Carbosulfán
134. Cloranilo
135. Clordecona (Kepona)
136. Clordimeforma
137. Clorobencilato
138. DBCP
139. Dieldrina
140. Dinoseb y sus sales
141. Endrina
142. Heptacloro

- 143. Leptofós
- 144. Mírex
- 145. Nitrofenó (TOK)
- 146. Octametil pirofosforamida (OMPA)
- 147. Safrol
- 148. Sílvex
- 149. Sulfato de talio
- 150. Terpenos policlorados; Estrobano
- 151. TDE
- 152. Toxafeno (camfeclor)

## Anexo 2. Hoja de campo

### Control biológico de *Phytophthora nicotianae* con la implementación de *Trichoderma* sp en semilleros de tabaco en Jalapa, Nueva Segovia, 2017

Investigador: Maryuri Soriano Bucardo y José Luis Pérez Morales

Medición n° \_\_\_\_\_

Tratamiento \_\_\_\_\_

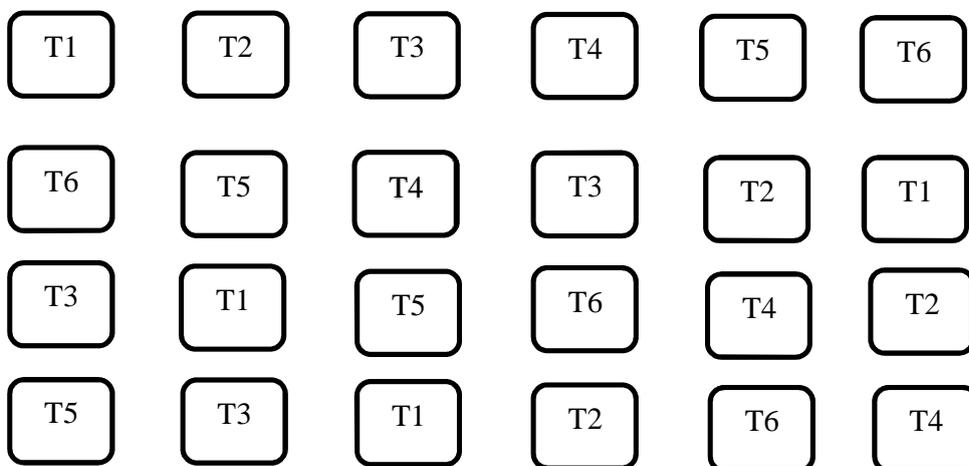
Repetición \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Hora \_\_\_\_\_

| Unidad Experimental | Altura cm | Grosor del tallo mm | Numero de hojas | Plantas Afectadas | Observaciones |
|---------------------|-----------|---------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| 1                   |           |                     |                 |                   |               |
| 2                   |           |                     |                 |                   |               |
| 3                   |           |                     |                 |                   |               |
| 4                   |           |                     |                 |                   |               |
| 5                   |           |                     |                 |                   |               |
| 6                   |           |                     |                 |                   |               |
| 7                   |           |                     |                 |                   |               |
| 8                   |           |                     |                 |                   |               |
| 9                   |           |                     |                 |                   |               |
| 10                  |           |                     |                 |                   |               |

### Anexo 3. Diseño experimental



T1: *Trichoderma* 240 g una aplicación

T2: *Trichoderma* 120g 2 aplicaciones

T3: *Trichoderma* 240g con Fosetil Al y Propamocarb

T4: Fosetil Al y Propamocarb con Carbendazim (Testigo local)

T5: Sin tratamiento (Testigo absoluto)

T6: *Trichoderma* Zamorano

#### Anexo 4. Ficha de costos

| TRATAMIENTO  | PRODUCTO                 | U. M | DOSIS POR BARRIL | PRECIO C\$ | PRESENTACIÓN | CANTIDAD UTILIZADA | COSTO TOTAL C\$ | COSTO POR HECTÁREA C\$ | COSTO POR HECTÁREA US\$ |
|--|--------------------------|------|------------------|------------|--------------|--------------------|-----------------|------------------------|-------------------------|
| T1. <i>Trichoderma</i><br>240 g en una aplicación            | <i>Trichoderma</i>       | g    | 240              | 660,16     | 250          | 9                  | 23,77           | 932,81                 | 30,35                   |
|  | pH                       | cc   | 100              | 310        | 1000         | 1                  | 0,31            | 12,17                  | 0,40                    |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>24,08</b>    | <b>944,97</b>          | <b>30,74</b>            |
| T2. <i>Trichoderma</i><br>240 g en dos aplicaciones          | <i>Trichoderma</i>       | g    | 240              | 660,16     | 250          | 9                  | 23,77           | 932,81                 | 30,35                   |
|  | pH                       | cc   | 100              | 310        | 1000         | 1                  | 0,31            | 12,17                  | 0,40                    |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>24,08</b>    | <b>944,97</b>          | <b>30,74</b>            |
| T3. <i>Trichoderma</i><br>240 g con Fosetil Al y Propamocarb | <i>Trichoderma</i>       | g    | 240              | 660,16     | 250          | 9                  | 23,77           | 932,81                 | 30,35                   |
|  | Fosetil Al y Propamocarb | cc   | 600              | 1734,8     | 1000         | 13                 | 22,55           | 885,16                 | 28,79                   |
|  | pH                       | cc   | 100              | 310        | 1000         | 1                  | 0,31            | 12,17                  | 0,40                    |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>46,63</b>    | <b>1830,13</b>         | <b>59,54</b>            |
| T4. Fosetil Al y Propamocarb con Carbendazim (Testigo local) | Fosetil Al y Propamocarb | cc   | 600              | 1734,8     | 1000         | 52                 | 90,21           | 3540,62                | 115,18                  |
|  | Carbendazim              | cc   | 500              | 175,16     | 1000         | 44                 | 7,71            | 302,50                 | 9,84                    |
|  | pH                       | cc   | 100              | 310        | 1000         | 4                  | 1,24            | 48,67                  | 1,58                    |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>99,15</b>    | <b>3891,80</b>         | <b>126,60</b>           |
| T5. Testigo absoluto   |                          |      |                  |            |              |                    |                 |                        |                         |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>0,00</b>     | <b>0,00</b>            | <b>0,00</b>             |
| T6. <i>Trichoderma</i> Zamorano                              | <i>Trichoderma</i>       | g    | 240              | 570        | 240          | 9                  | 21,38           | 838,97                 | 27,29                   |
|  | pH                       | cc   | 100              | 310        | 1000         | 1                  | 0,31            | 12,17                  | 0,40                    |
| <b>TOTAL</b>   |                          |      |                  |            |              |                    | <b>21,69</b>    | <b>851,14</b>          | <b>27,69</b>            |

### Anexo 5. Prueba de normalidad Shariro-Wilks modificado

| Variable                         | n  | Media | D.E. | W*   | p(Unilateral D) |
|----------------------------------|----|-------|------|------|-----------------|
| Altura de la planta (cm)         | 24 | 12.32 | 0.67 | 0.97 | 0.8547          |
| Grosor del tallo (mm)            | 24 | 3.92  | 0.13 | 0.98 | 0.9360          |
| Número de hojas                  | 24 | 5.61  | 0.34 | 0.94 | 0.4050          |
| % de incidencia de la enfermedad | 24 | 4.42  | 5.34 | 0.72 | <0.0001         |
| Longitud de la raíz (cm)         | 24 | 5.87  | 0.88 | 0.89 | 0.0410          |
| Peso húmedo (g)                  | 24 | 2.93  | 1.02 | 0.94 | 0.3324          |

### Anexo 6. Análisis de Varianza de la variable altura de la planta

| Variable                 | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|--------------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Altura de la planta (cm) | 24 | 0,72           | 0,64              | 3,26 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) |       |    |      |      |         |
|---|-------|----|------|------|---------|
| F.V.  | SC    | gl | CM   | F    | p-valor |
| <b>Modelo.</b>                                | 7,55  | 5  | 1,51 | 9,34 | 0,0002  |
| <b>TRATAMIENTO</b>                            | 7,55  | 5  | 1,51 | 9,34 | 0,0002  |
| <b>Error</b>                                  | 2,91  | 18 | 0,16 |      |         |
| <b>Total</b>                                  | 10,46 | 23 |      |      |         |

### Anexo 6. Análisis de varianza para la variable grosor del tallo

| Variable              | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------------|----|----------------|-------------------|------|
| Grosor del tallo (mm) | 24 | 0,26           | 0,06              | 3,34 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) |      |    |      |      |         |
|---|------|----|------|------|---------|
| F.V.  | SC   | gl | CM   | F    | p-valor |
| <b>Modelo.</b>                                | 0,11 | 5  | 0,02 | 1,29 | 0,3104  |
| <b>TRATAMIENTO</b>                            | 0,11 | 5  | 0,02 | 1,29 | 0,3104  |
| <b>Error</b>                                  | 0,31 | 18 | 0,02 |      |         |
| <b>Total</b>                                  | 0,42 | 23 |      |      |         |

**Anexo 7. Análisis de varianza para la variable número de hojas**

| Variable        | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV   |
|-----------------|----|----------------|-------------------|------|
| Número de hojas | 24 | 0,45           | 0,3               | 4,99 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) |      |    |      |   |         |
|---|------|----|------|---|---------|
| F.V.  | SC   | gl | CM   | F | p-valor |
| <b>Modelo.</b>                                | 1,18 | 5  | 0,24 | 3 | 0,0385  |
| <b>TRATAMIENTO</b>                            | 1,18 | 5  | 0,24 | 3 | 0,0385  |
| <b>Error</b>                                  | 1,41 | 18 | 0,08 |   |         |
| <b>Total</b>                                  | 2,59 | 23 |      |   |         |

**Anexo 8. Análisis de varianza para la variable incidencia de la enfermedad**

| Variable                         | N  | R <sup>2</sup> | R <sup>2</sup> Aj | CV     |
|----------------------------------|----|----------------|-------------------|--------|
| % de incidencia de la enfermedad | 24 | 0,21           | 0                 | 121,16 |

| Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) |        |    |       |      |         |
|---|--------|----|-------|------|---------|
| F.V.  | SC     | gl | CM    | F    | p-valor |
| <b>Modelo.</b>                                | 140,83 | 5  | 28,17 | 0,98 | 0,4545  |
| <b>TRATAMIENTO</b>                            | 140,83 | 5  | 28,17 | 0,98 | 0,4545  |
| <b>Error</b>                                  | 515,3  | 18 | 28,63 |      |         |
| <b>Total</b>                                  | 656,13 | 23 |       |      |         |

## Anexo 9. Resultados del análisis de laboratorio



Universidad Católica del Trópico Seco  
"Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda"  
Dirección de Investigación, Posgrado y Extensión  
"Centro de Investigación en Protección Vegetal"

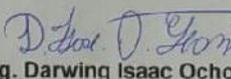
### RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO N° 0017

I.

|  |
|--|
| <b>Interesado:</b> Maryuri Soriano Bucardo 7 José Luis Pérez Morales |
| <b>Departamento:</b> Jalapa  |
| <b>Localidad:</b> UCATSE   |
| <b>Fecha de colección de muestras:</b> 24 Julio 2017                 |
| <b>Cultivo:</b> Tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> )                  |
| <b>Variedad:</b> H1  |
| <b>Tipo de muestra:</b> Sustrato/ plántulas                          |

### II. EXAMEN MICROSCOPICO

| N° | Tratamiento                         | Observaciones   |
|----|-------------------------------------|---|
| 1  | <i>Trichoderma</i> 240 g            | <i>Phytophthora nicotianae</i>  |
| 2  | <i>Trichoderma</i> 120 g            | <i>Phytophthora nicotianae</i>  |
| 3  | <i>Trichoderma</i> 240 g + Prevalor | Poca incidencia de <i>Phytophthora nicotianae</i> y <i>Rhizoctona solani</i>  |
| 4  | Prevalor + carbendazim              | Mayor incidencia de <i>Phytophthora nicotianae</i> y <i>Rhizoctona solani</i> |

  
Ing. Darwing Isaac Ochoa Lazo  
Responsable de laboratorio general-UCATSE

C/c. Archivo CIPROV

**Nota:** En caso que el solicitante tome la muestra, UCATSE solo es responsable de la exactitud de los resultados

"Centro de Investigación en Protección Vegetal" xrh CIPROV. 27197605



Universidad Católica del Trópico Seco  
"Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda"  
Dirección de Investigación, Posgrado y Extensión  
"Centro de Investigación en Protección Vegetal"

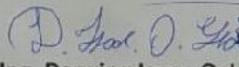
RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO N°0018

III.

|  |
|--|
| <b>Interesado:</b> Maryuri Soriano Bucardo José Luis Pérez Morales |
| <b>Departamento:</b> Jalapa  |
| <b>Localidad:</b> UCATSE   |
| <b>Fecha de colección de muestras:</b> 24 Julio 2017               |
| <b>Cultivo:</b> Tabaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> )                |
| <b>Variedad:</b> H1  |
| <b>Cultivo anterior:</b>   |
| <b>Tipo de muestra:</b> Sustrato/ plántulas                        |

IV. EXAMEN MICROSCOPICO

|   |                 |  |
|---|-----------------|--|
| 1 | Sin tratamiento | Alta incidencia de <i>Phytophthora nicotianae</i> y <i>Rhizoctona solani</i> |
| 2 | Tricoderma z    | <i>Pytium</i>  |

  
  
Ing. Darwing Isaac Ochoa Lazo  
Responsable de laboratorio general-UCATSE

C/c. Archivo CIPROV

Nota: En caso que el solicitante tome la muestra, UCATSE solo es responsable de la exactitud de los resultados

**Anexo 10. Análisis de varianza para la variable longitud de la raíz**

| <b>Variable</b>          | <b>N</b> | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R<sup>2</sup> Aj</b> | <b>CV</b> |
|--------------------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Longitud de la raíz (cm) | 24       | 0,66                 | 0,56                    | 9,92      |

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |           |           |           |          |                |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>F.V.</b>  | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
| <b>Modelo.</b>                                       | 11,62     | 5         | 2,32      | 6,85     | 0,001          |
| <b>TRATAMIENTO</b>                                   | 11,62     | 5         | 2,32      | 6,85     | 0,001          |
| <b>Error</b>   | 6,1       | 18        | 0,34      |          |                |
| <b>Total</b>   | 17,72     | 23        |           |          |                |

**Anexo 11. Análisis de varianza para la variable peso húmedo**

| <b>Variable</b> | <b>N</b> | <b>R<sup>2</sup></b> | <b>R<sup>2</sup> Aj</b> | <b>CV</b> |
|-----------------|----------|----------------------|-------------------------|-----------|
| Peso húmedo (g) | 24       | 0,74                 | 0,67                    | 19,95     |

| <b>Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)</b> |           |           |           |          |                |
|--|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|
| <b>F.V.</b>  | <b>SC</b> | <b>gl</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> |
| <b>Modelo.</b>                                       | 17,71     | 5         | 3,54      | 10,39    | 0,0001         |
| <b>TRATAMIENTO</b>                                   | 17,71     | 5         | 3,54      | 10,39    | 0,0001         |
| <b>Error</b>   | 6,14      | 18        | 0,34      |          |                |
| <b>Total</b>   | 23,85     | 23        |           |          |                |

**Anexo 12. Fotografías del seguimiento del experimento en campo**



Fotografía 1. Germinador



Fotografía 2. Mezcla de sustrato para bandejas



Fotografía 3. Trasplante, revisión y selección de las bandejas para el experimento



Fotografía 4. Montaje y etiquetado de las bandejas



Fotografía 5. Selección y etiquetado de las plántulas a medir



Fotografía 6. Manejo del ensayo, riegos constante



Fotografía 7. Revisión y observación del experimento



Fotografía 8. Seguimiento de los tratamientos



Fotografía 9. Poda de las plántulas



Fotografía 10. Instrumentos para la medición de las variables



Fotografía 11. Medición del sistema radicular de los tratamientos