



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Centro de Postgrado

Facultad de Ciencias Agropecuarias

MAESTRIA EN AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE

TITULO:

“Evaluación de dos especies de *Trichoderma* para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero.”

**TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE MAGISTER
AGROECOLOGÍA Y AMBIENTE**

AUTOR: Ing. Edison Hernán Encalada Ríos.

DIRECTOR: Ing. Walter Iván Larriva Coronel. M. Sc.

CUENCA, ECUADOR

2016



RESUMEN

Las enfermedades de raíz en el cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum Mill*), causan grandes problemas en el desarrollo del cultivo, ocasionando pérdidas económicas para el agricultor.

El manejo de microorganismos benéficos que actúan con respecto a otros como inhibidores, antagonistas o parásitos son muy importantes para la agricultura ecológica, ya que estos organismos naturales pueden regular el desarrollo de los patógenos. Entre ellos se destaca *Trichoderma sp.* con el cual se evalúa dos especies de *Trichoderma* (*T. harzianum* (Rifai) y *T. koningii* (Qudem)), para el manejo de *Phythium sp* y *Fusarium sp* en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum Mill*) a nivel radicular y en su desarrollo en condiciones de invernadero en los seis primeros meses del cultivo, utilizando tres dosis: una baja (El 25 % menos de la dosis recomendada), una media (20cm³/l, dosis comercial recomendada), una alta (25 % más de la dosis comercial recomendada) y una dosis extra (30% más de la dosis comercial recomendada).

Los resultados mostraron a *Trichoderma harzianum* (Rifai) en dosis de 20 cm³/l ser la especie más eficiente para controlar a *Phythium sp.* y *Fusarium sp.* a nivel de semillero y vivero. También se observa diferencias estadísticas significativas de las especies de *Trichoderma* frente a los testigos en las variables peso seco de la planta y peso fresco de raíz.

Palabras claves: *TRICHODERMA HARZIANUM* (RIFAI), *TRICHODERMA KONINGII* (QUDEM), *PHYTHIUM SP* Y *FUSARIUM SP*, CONTROL.



ABSTRACT

Root diseases in tomato cultivation table (*Solanum lycopersicum Mill*), causing major problems in crop development, showing great economic losses to the farmer.

Management of beneficial microorganisms that act with respect to other inhibitors or repellents are very important for organic farming, these natural organisms regulate the development of pathogens. Among them stands *Trichoderma sp.* Thus, the present study evaluates two species of *Trichoderma* (*T. harzianum* (Rifai) and *T. koningii* (Qudem)), for the management of *Pythium* and *Fusarium sp* in the cultivation of tomato (*Solanum lycopersicum Mill*) at root level in crop development under greenhouse conditions in the first six months of cultivation, using three doses: low (25% less than the recommended dose), average (20cm³/l, commercial recommended dose) and high (25 % more than the recommended dose commercial) in addition two additional doses, one for each *Trichoderma* species with (30 % more than the recommended dose commercial) were used.

The results showed *Trichoderma harzianum* in doses of 20 cc/l to be the most efficient way to control *Pythium sp.* and *Fusarium sp.* level seedbed and nursery. Noting also statistically significant differences *Trichoderma* species against witnesses.

Keywords: *TRICHODERMA HARZIANUM*, *TRICHODERMA KONINGII*, *PYTHIUM* AND *FUSARIUM SP*, CONTROL.

**TABLA DE CONTENIDOS**

| | |
|---|----|
| RESUMEN | 1 |
| ABSTRACT | 2 |
| TABLA DE CONTENIDOS | 3 |
| LISTA DE TABLAS..... | 5 |
| LISTA DE FIGURAS | 6 |
| CLAUSULA DE DERECHODE AUTOR | 7 |
| CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL | 8 |
| CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR..... | 9 |
| CERTIFICACIÓN DE TRIBUNALES | 10 |
| ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA..... | 11 |
| AGRADECIMIENTOS | 12 |
| DEDICATORIA..... | 13 |
| CAPITULO I: INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1 JUSTIFICACIÓN | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 1.2.1 Objetivo general..... | 16 |
| 1.2.2 Objetivos específicos | 17 |
| 1.3 Hipótesis de la investigación..... | 17 |
| CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 18 |
| 2.1 Problemas fitosanitarios del cultivo de tomate riñón a nivel de suelo | 18 |
| 2.1.2 Pudrición Parda de la Raíz, Raíz Corchosa..... | 19 |
| 2.1.3 Caída de Almácigo y Planta..... | 20 |
| 2.2 Trichoderma sp. | 21 |
| 2.2.1 Biología..... | 21 |
| 2.2.1.1 Trichoderma harzianum (Rifai). | 22 |
| 2.2.1.2 Trichoderma koningii (Qudem). | 22 |
| CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS | 24 |



| | |
|---|----|
| 3.1 Área de estudio | 24 |
| 3.2 Metodología de investigación:..... | 24 |
| 3.3 Métodos del manejo del experimento | 24 |
| 3.3.1 Ensayo en Semillero | 24 |
| 3.4 Identificación del <i>Trichoderma</i> | 25 |
| 3.5 Reproducción del hongo en laboratorio y cosecha para usar en campo. | 25 |
| 3.6 Captura de <i>Phytium</i> y <i>Fusarium</i> para su reproducción en laboratorio. | 25 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS..... | 27 |
| 4.1 ESTUDIO EN INVERNADERO | 27 |
| 4.1.1 Número de hojas a los 60 días | 27 |
| 4.1.2 Altura de la planta | 28 |
| 4.1.3 Diámetro de cuello de la planta | 28 |
| 4.1.4 Peso fresco de la planta | 29 |
| 4.1.5 Peso seco de la planta | 30 |
| 4.1.6 Peso fresco de la raíz. | 32 |
| 4.1.7 Peso seco de la raíz. | 34 |
| 4.1.8 Longitud de raíz. | 35 |
| 4.2 ESTUDIO EN VIVERO..... | 36 |
| 4.2.1 Plantas infectadas en vivero. | 36 |
| 4.3 ANALISIS ECONÓMICO | 39 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN | 40 |
| CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 42 |
| Conclusiones: | 42 |
| Recomendaciones: | 43 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 44 |
| ANEXOS | 48 |
| Anexo 1. Biograma de muestra de suelo original del cual se obtuvo <i>Trichoderma</i> .48 | |
| Anexo 2. Plantas infectadas con <i>Phytium</i> y <i>Fusarium</i> | 48 |
| Anexo 3. Fotografías de manejo del Ensayo | 49 |



LISTA DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. ADEVA para peso seco de la planta a los 120 días..... | 31 |
| Tabla 2. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la planta a los 120 días. | 32 |
| Tabla 3. ADEVA para peso fresco de la raíz a los 120 días..... | 33 |
| Tabla 4. Prueba de contraste entre tratamientos para peso fresco de la raíz a los 120 días | 34 |
| Tabla 5. ADEVA del número de plantas infectadas en vivero a los 20 días..... | 37 |
| Tabla 6. Prueba de contraste entre tratamientos para plantas infectadas en vivero a los 20 días..... | 38 |
| Tabla 7. Equivalente económico por tratamiento en dólares (\$). | 39 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Fusariosis del Tomate Riñón..... | 19 |
| Figura 2. Pudrición parda de la Raíz..... | 20 |
| Figura 3. Caída de almacigo y planta..... | 21 |
| Figura 4. <i>T. harzianum</i> (Rifai) especie local | 22 |
| Figura 5. <i>T. koningii</i> (Qudem) especie local..... | 23 |
| Figura 6. Esporas de <i>Trichoderma sp.</i> | 23 |
| Figura 7. Área de estudio en semillero..... | 25 |
| Figura 8. Número de hojas a los 60 días..... | 27 |
| Figura 9. Altura de planta a los 60 días..... | 28 |
| Figura 10. Diámetro de cuello a los 60 días. | 29 |
| Figura 11. Peso fresco de la planta a los 120 días. | 30 |
| Figura 12. Peso seco de la planta a los 120 días..... | 31 |
| Figura 13. Peso fresco de la raíz | 33 |
| Figura 14. Peso seco de la raíz a los 120 días. | 35 |
| Figura 15. Longitud de raíz a los 120 días. | 36 |
| Figura 16. Número de plantas infectadas en vivero. | 38 |



CLAUSULA DE DERECHODE AUTOR



Universidad de Cuenca
Clausula de derechos de autor

Edison Hernán Encalada Ríos, autor/a de la tesis "Evaluación de dos especies de *Trichoderma* para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero." , reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Agroecología y Ambiente. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor/a

Cuenca, 14 de septiembre de 2016

Edison Hernán Encalada Ríos

C.I: 0103775482



CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Clausula de propiedad intelectual

Edison Hernán Encalada Ríos, autor/a de la tesis "Evaluación de dos especies de Trichoderma para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero." certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 14 de septiembre de 2016

Edison Hernán Encalada Ríos

C.I: 0103775482



CERTIFICACIÓN DE DIRECTOR

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de tesis titulado "Evaluación de dos especies de Trichoderma para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero.", ha sido correctamente elaborado por el Ing. Edison Hernán Encalada Ríos.

Ing. Walter Larriva M. Sc.

**DIRECTOR DE
TESIS.**



CERTIFICACIÓN DE TRIBUNALES

CERTIFICACIÓN

El tribunal de tesis de postgrado de la Maestría en Agroecología y Ambiente, II Cohorte, certifica que fue aprobada la presente investigación titulada "Evaluación de dos especies de Trichoderma para el manejo de enfermedades fúngicas que afectan al cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) a nivel radicular en condiciones de invernadero.", realizada por el Ing. Edison Hernán Encalada Ríos.

Ing. Luis Minchala M. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dra. Cecilia Palacios

MIEMBRO DEL TRIBUNAL



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGIA

AGR: agricultor

AGU: agua

ANOVA: análisis de varianza

DBA: diseño de bloques al azar

EE: error experimental

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

g: gramos

gl: grados de libertad

H -25: *harzianum* menos 25% de la dosis recomendada

H20: *harzianum* 20 centímetros cúbicos por litro de agua (dosis normal)

H25+: *harzianum* más el 25% de la dosis recomendada

H30+: *harzianum* más el 30% de la dosis recomendada

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos

INIAP: Instituto Nacional de investigaciones Agropecuarias

K-25: *koningii* menos 25% de la dosis recomendada

K20: *koningii* 20 centímetros cúbicos por litro de agua (dosis normal)

K25+: *koningii* más el 25% de la dosis recomendada

K30+: *koningii* más el 30% de la dosis recomendada

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

sp: especie

epizootias: Enfermedad que afecta de forma simultánea causando una epidemia.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Ing. Walter Larriva por el apoyo brindado como director de tesis, a los tutores como es el caso del Ing. Luis Minchala y la Dra. Cecilia Palacios; al Ing. Eduardo Chica e Ing. Catalina Bravo por colaborar en la elaboración de este documento, de manera muy especial al Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y la Asociación de Desarrollo Social de Pamar Chacrin, por las facilidades prestadas para trabajar en laboratorio de producción de microorganismos benéficos ubicado en el cantón Sigsig.

Ing. Edison Encalada Ríos



DEDICATORIA

Dedico este presente trabajo a mi familia, esposa Andrea e hijos Paul y Camila quienes de una u otra manera siempre han estado a mi lado para lograr culminar este proceso de estudios.

Ing. Edison Encalada Ríos.



CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La producción hortícola en el Ecuador ha crecido gradualmente a partir de la década de los años 90 según FAO (2004), MAGAP (2013), debido a que la población ha ido cambiando sus hábitos alimenticios hacia un mayor consumo de hortalizas, además se ha involucrado en la producción comercial, alcanzando exportaciones de algunas hortalizas como brócoli, espárrago, alcachofa; incluso desarrollando la industrialización de algunos productos hortícolas, orientados al mercado externo. Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2010), la producción agropecuaria se encuentra en 7,3 millones de hectáreas dedicadas a la agricultura.

La horticultura ecuatoriana está concentrada básicamente en la sierra, tanto por sus condiciones edáficas, climáticas y sociales, como por las técnicas y sistemas de producción aplicadas; en general la agricultura para los pequeños productores, tiene una tipología de carácter “doméstico”, cultivos que se producen en la huerta, por la utilización de mano de obra familiar, ciclo corto, son para autoconsumo y las producciones remanentes permiten acceder a los mercados locales. Para el caso de medianos y grandes horticultores, las producciones están orientadas hacia la agroindustria y a los mercados internos y externos del país (FAO, 2004; MAGAP 2013; Suquilanda, 2006).

En Ecuador, la producción de tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill), ocupa el cuarto lugar en importancia por área sembrada dentro del cultivo de hortalizas con 3333 hectáreas, una producción total de 61426 toneladas métricas y un promedio de 18,4 t/ha. La superficie cosechada se incrementó en 218% de 1965 a 1997, pero los rendimientos por hectárea se reducen de 25 t/ha en 1965 a 9,7 t/ha en 1997 y luego se recuperan a 22 t/ha (INEC, 2010).

Según INIAP & MAGAP (1992), entre las causas de la disminución de los rendimientos, se debe al aumento de la incidencia y severidad de enfermedades de raíz como *Phytium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, insectos plagas y nematodos agalladores *Meloidogynesp.* y *Nacobbusp.*



Agripac (2000), menciona que la recuperación del rendimiento registrado, se atribuye a que la hortaliza empezó a cultivar bajo cubierta (invernadero) en la sierra a partir del año 2000, cuya superficie se estimó en 400 ha, presentando un constante crecimiento y desarrollo tecnológico. El creciente uso de productos agro químicos en este cultivo por el incremento de plagas, involucra los altos costos económicos que supone el control fitosanitario del mismo.

Según Aubert (1998), los productores en la actualidad toman interés en la producción sin contaminantes, en lo posible sin químicos, debido al creciente mercado a nivel mundial interesado en consumir productos verdes (sin químicos) y la gran presión de grupos ecologistas en limitar el uso de productos químicos para la producción agrícola, de esta manera obtener una producción de calidad con un margen de rentabilidad razonable utilizando tecnologías amigables con el ambiente.

Esta perspectiva de reducir el uso de los agroquímicos empleados en el control fitosanitario, lleva consigo la necesidad de contar con alternativas tecnológicas que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener biopesticidas a partir de microorganismos, insectos o nematodos. Algunas especies de hongos poseen características que definen muy bien sus posibilidades como biocontroladores, por el alto poder patogénico y capacidad de producir epizootias, con amplias posibilidades entomopatogénicas y antagonistas, lo que puede hacer posible su empleo a gran escala en los cultivos (Papavizas , G. 1985).

En el presente trabajo se evaluó tecnologías agrícolas alternativas que se encuentren bajo el marco de la agroecología para prevenir y combatir enfermedades producidas por hongos en el cultivo de tomate riñón a base de la aplicación de *Trichoderma*.



1.1 JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades de la raíz en el cultivo de tomate de mesa representan grandes pérdidas para el productor, siendo una de ellas *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* sp), hongo que puede permanecer en el suelo durante varios años y penetrar a través de las raíces hasta el sistema vascular, causando necrosis ascendente en los tallo se inclusive daño en los frutos; otra enfermedad producida por hongos es *Pythium* que produce pudrición de semillas y/o plántulas antes y después de la emergencia, estrangulamiento de los tallos en plántulas hasta afección en frutos de la planta.

El empleo de agro tóxicos en los cultivos se ha presentado a través del tiempo en aumento, siendo auspiciado por las empresas transnacionales que, por ejemplo, se dedican a la producción y el comercio agropecuario en los países latinoamericanos, sin considerar el medio ni los recursos naturales como factores fundamentales para un desarrollo sustentable y respetuoso con el entorno, perjudicando el comercio e intercambio de productos agropecuarios. (GLIGO, 1998).

Es por eso que en la actualidad, la agricultura limpia u orgánica más conocida como agroecológica, se presenta como una opción en la producción del campo, agricultura que se construye a través de la producción de sus propios insumos para la finca, sin la introducción de agro tóxicos, y empleando alternativas de manejo para los principales problemas fitosanitarios; la presente investigación involucra el estudio de dos especies de *Trichoderma*, contra ciertas enfermedades de la raíz del tomate de mesa (*Solanum lycopersicum* Mill).

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar dos especies de *Trichoderma* para el manejo de enfermedades fúngicas en el cultivo de tomate riñón a nivel radicular en condiciones de invernadero en las etapas de semillero y durante los seis primeros meses del cultivo.



1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer la especie de *Trichoderma*, de las dos utilizadas (*T. harzianum* y *T. koningii*) que produce una mejor respuesta en el manejo de enfermedades de la raíz del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill).
- Determinar cuál de las dosis de *Trichoderma*, inoculadas al suelo, permite una mejor respuesta en el manejo de enfermedades de la raíz del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), frente a un testigo agua más un testigo agricultor.
- Evaluar la acción del *Trichoderma* como estimulante para el desarrollo radicular y del cultivo.
- Realizar el análisis económico de los tratamientos en estudio.

1.3 Hipótesis de la investigación

El manejo ecológico de las enfermedades de la raíz en el cultivo de tomate riñón mediante la inoculación edáfica de especies de *Trichoderma* con sus diferentes dosis, influye en la sanidad de la raíz y en el desarrollo de la planta.



CAPITULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Problemas fitosanitarios del cultivo de tomate riñón a nivel de suelo

El cultivo del tomate es afectado por enfermedades causadas por microorganismos que habitan en el suelo, siendo los hongos que atacan cuando el cultivo es practicado a campo libre o bajo invernadero. Entre las más comunes están:

2.1.1 Fusariosis o Marchitez

Enfermedad causada por el hongo *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*. Este microorganismo afecta solamente a plantas cultivadas de tomate y a ciertas especies de tomate silvestre. *F. oxysporum* es un habitante del suelo que puede sobrevivir casi indefinidamente en forma de clamidosporas; otras fuentes de infección son los restos de cultivo y las semillas contaminadas. La penetración tiene lugar principalmente en la zona de elongación de la raíz y puede facilitarse por heridas o ataques de nematodos (nematodo de la raíz, *Meloidogyne spp.*; nematodo de las lesiones radiculares, *Pratylenchus spp.*). (Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J, 2006).

El primer síntoma visible es la caída de las hojas superiores, en tanto que las inferiores sufren amarillamiento, el mismo que puede avanzar al ápice y terminar por secar, (Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J, 2006; Folquer,1998).A nivel radicular produce necrosis y podredumbre y compromete los vasos conductores. Si se efectúa un corte transversal o longitudinal en el tallo, se observa oscurecimiento de los vasos visualizando amarillamiento, marchitez parcial o total de la planta. Puede producir daño muy grave, especialmente en invernaderos de zonas templadas y zonas cálidas(Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J, 2006).



Fuente: Encalada E 2015.

Figura 1. Fusariosis del Tomate Riñón

2.1.2 Pudrición Parda de la Raíz, Raíz Corchosa

Esta enfermedad es causada por *Pyrenochaeta lycopersici* (Schneid. & Gerlach), presente también en otras hortalizas; sobrevive en el suelo en forma de microesclerocios y en raíces del tomate o de otros hospederos; se disemina por almácigos infectados, labores de manejo y por el agua de riego. Los síntomas característicos son raíces poco abundantes, especialmente raicillas, manchas grandes acorchadas, que pueden variar en su color de marrón a negro en raíces principales; en hojas se visualiza marchitez permanente y por tanto la muerte de plantas. Los daños están relacionados directamente con el nivel de inóculo en el suelo donde habita hasta profundidades medias a altas; además, el uso intensivo del suelo en invernadero, permite en ocasiones que se convierta en un problema grave. (Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J, 2006).



Fuente: (Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J, 2006).

Figura 2. Pudrición parda de la Raíz.

2.1.3 Caída de Almacigo y Planta

Damping off o caída de almacigo, en una enfermedad provocada por un complejo fúngico, donde destacan los hongos del genero *Phytophthora*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Pythium*. Estos hongos son de amplia distribución en suelos de la región y atacan un gran número de plántulas de hortalizas, frutales, praderas y forestales; produce pudrición de la semilla al germinar o una caída de las plantas en pre emergencia, (Riquelme, S., J. y Carrasco, J. 2006, SANZ B., H. 1979). En post emergencia los hongos afectan los tejidos del cuello y de las raíces, causando un estrangulamiento en el tallo a nivel del suelo, la posterior caída de las plántulas y la muerte.(Riquelme, S., J. y Carrasco, J. 2006, SANZ B., H. 1979).

Los hongos que constituyen este complejo, se diseminan principalmente por el agua de riego y las labores culturales, siendo el período de mayor susceptibilidad desde la siembra hasta unos 25 días después de la emergencia, luego los tejidos se lignifican finalizando más resistentes, con lo que el riesgo de caída disminuye apreciablemente. (Sabaratnam, 2002, Gonzales 2006).



Fuente: Encalada E, 2015.

Figura 3. Caída de almacigo y planta

2.2 Trichoderma sp.

2.2.1 Biología.

El género agrupa a 33 especies y 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 sobrevivencia del hongo en la próxima generación; lo que da la apariencia de mota son ramificaciones del cuerpo del hongo llamado micelio compuesto por hifas. (Esposito. E And Da Silva M. , 1998).

Trichoderma spp. se utiliza como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia spp.*, *Pythium spp.*, *Botrytis cinerea* y *Fusarium spp.*, entre otros (Zeilinger S y M Omann, 2007) y ha demostrado efectividad al reducir in vivo hasta un 65% la tristeza causada por *Phytophthora capsici* en pimiento (Ezziyyani , 2004). Considerando lo anterior, el uso de *Trichoderma spp.* es una alternativa con potencial para el control de muchas enfermedades; sin embargo, es importante obtener y evaluar aislados nativos con suficiente capacidad antagónica para controlar a los fitopatógenos en la misma localidad referida.

El género *Trichoderma* tiene cinco especies consideradas como antagonistas: *T. harzianum* (Rifai), *T. koningii* (Qudem), *T. longibrachiatum*, *T. pseudokoningii* y *T. viride*. (Garcia R, 2006).

2.2.1.1 *Trichoderma harzianum* (Rifai).

A *T. harzianum* (Rifai) se puede encontrar en varios materiales de origen orgánico y suelos; se encuentran adaptados a diversas condiciones ambientales facilitando su distribución en el medio. Algunas especies prefieren localidades secas y templadas y otras templadas y frías; son conocidos por la producción de toxinas y antibióticos. Se encuentran diversas especies de *T. harzianum* (Rifai), algunas son inofensivas mientras que otras son dañinas por lo que la relación antagónica no es tan conocida (Seaby, 1996, Chet I, Ibar J & Hadar I, 1997).

En el estadio temprano de *T. harzianum* (Rifai), el color es blanco y eventualmente se vuelve verde oscuro luego de la esporulación, sus conidias pueden madurar en cinco días en medios de cultivo tipo PDA a 25°C. Las especies prefieren pH ácidos entre 4,5 - 5 y áreas de alta humedad. (Seaby, 1996).



Fuente: Encalada E, 2015.

Figura 4. *T. harzianum* (Rifai) especie local

2.2.1.2 *Trichoderma koningii* (Qudem).

T. koningii (Qudem) se desarrolla mejor en condiciones ácidas, su acción es parasítica contra patógenos como *Sclerotinia*, en condiciones de temperatura entre 20 y 35 ° C, actuando con mayor eficacia en épocas de verano o en climas cálidos

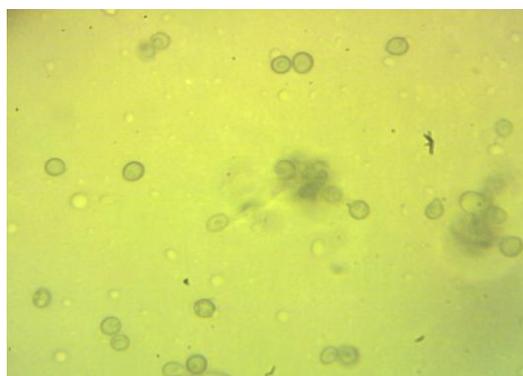
(P. Trutmann, 1990). Un factor importante a tener en cuenta durante la multiplicación es la conveniencia de periodos alternados de luz y oscuridad, que favorecen la colonización del hongo sobre diferentes sustratos sólidos. (Arias O. y Duarte C., 2006).



Fuente: Encalada E, 2015.

Figura 5. *T. koningii* (Qudem) especie local.

Las necesidades nutricionales de *Trichoderma* son bien conocidas, es capaz de degradar sustratos muy complejos como almidón, pectina y celulosa, y emplear para el crecimiento gracias al gran complejo enzimático que posee (enzimas hidrolíticas como amilasas, pectinasas, celulasas y quitinasas entre otras); así mismo, *Trichoderma* asimila como fuente de nitrógeno compuestos tales como aminoácidos, urea, nitritos, amoniaco y sulfato de amonio, (Ramos *et. al.*, 2008).



Fuente: Encalada E, 2015

Figura 6. Esporas de *Trichoderma* sp.



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

Tanto el trabajo de campo en las dos etapas de semillero y de invernadero, como el trabajo de laboratorio se realizaron en la comunidad Pamar Chacrin de la parroquia San Bartolomé cantón Sigsig, en las siguientes coordenadas: 738818, 9665550 UTM, a una altitud de 2784 m s.n.m.

3.2 Metodología de investigación:

Se evaluaron dos factores, el Factor A especies de *Trichoderma*, (*Trichoderma harzianum* (Rifai) y *Trichoderma koningii* (Qudem)) y el Factor B dosis, las mismas que son 4 niveles: Dosis baja/ - 25 % de la dosis recomendada, Dosis media/ (dosis recomendada), Dosis alta/ + 25 % de la dosis recomendada, y Dosis adicional/ +30%, para las dos especies. Además se incluyó un testigo agricultor (uso de productos convencionales) y un testigo absoluto (no lleva ningún tipo de desinfectante, químico tampoco biológico).

En la investigación, se empleó el Diseño de Bloques al Azar (DBA) tanto en la etapa de semillero como en la de invernadero, usando un arreglo factorial de (FA x FB) (2 x 4), más dos Testigos con cuatro repeticiones.

3.3 Métodos del manejo del experimento

3.3.1 Ensayo en Semillero

Para el ensayo en semillero se utilizó bandejas de germinación de 242 celdas, con un tamaño de 2cm x 2cm y una profundidad de 5cm (Figura 7), en la cual se colocó turba previamente desinfectada en autoclave como sustrato, dando un total de 2000 plántulas, en las cuales se desarrolló el experimento. La toma de datos se realizó a los 20 días.



Fuente: Encalada E, 2015

Figura 7. Área de estudio en semillero.

3.4 Identificación del *Trichoderma*

La identificación a nivel de especie se realizó con la ayuda de un biograma (Anexo 1), que para el experimento fueron *T. harzianum* (Rifai) y *T. koningii* (Qudem).

3.5 Reproducción del hongo en laboratorio y cosecha para usar en campo.

Se realizó la reproducción de las especies del hongo en laboratorio, sembrando en fundas de celulosa con 120 gr de arroz pre cocido, previamente esterilizadas en autoclave. El proceso se realizó en una cámara de siembra totalmente desinfectada, para luego sellar las fundas (no de manera hermética) y colocar en el cuarto de incubación. A los 12 días se realizó la cosecha de las especies por separado, mediante un lavado del material utilizando agua destilada; luego se procedió a cernir y extraer de manera líquida y así realizar una dilución de 10^{-8} ufc/cm³ para un conteo de esporas a través de microscopio, donde se utilizó una cámara de Naubauer para determinar la dosis exacta a utilizar de *Trichoderma* en el cultivo.

3.6 Captura de *Phytium* y *Fusarium* para su reproducción en laboratorio.

La captura de *Phytium* y *Fusarium* se realizó en cultivos infectados con estos patógenos, cuyas partes de plantas aisladas fueron trasladadas al laboratorio del INIAP, lugar en el cual se procedió a reproducir los hongos en medios de cultivo específicos y una vez disponibles estos patógenos en cantidades suficientes, se procedió a emplear en los ensayos planificados tanto a nivel de semillero como en invernadero.



3.7 Método para realizar el análisis económico

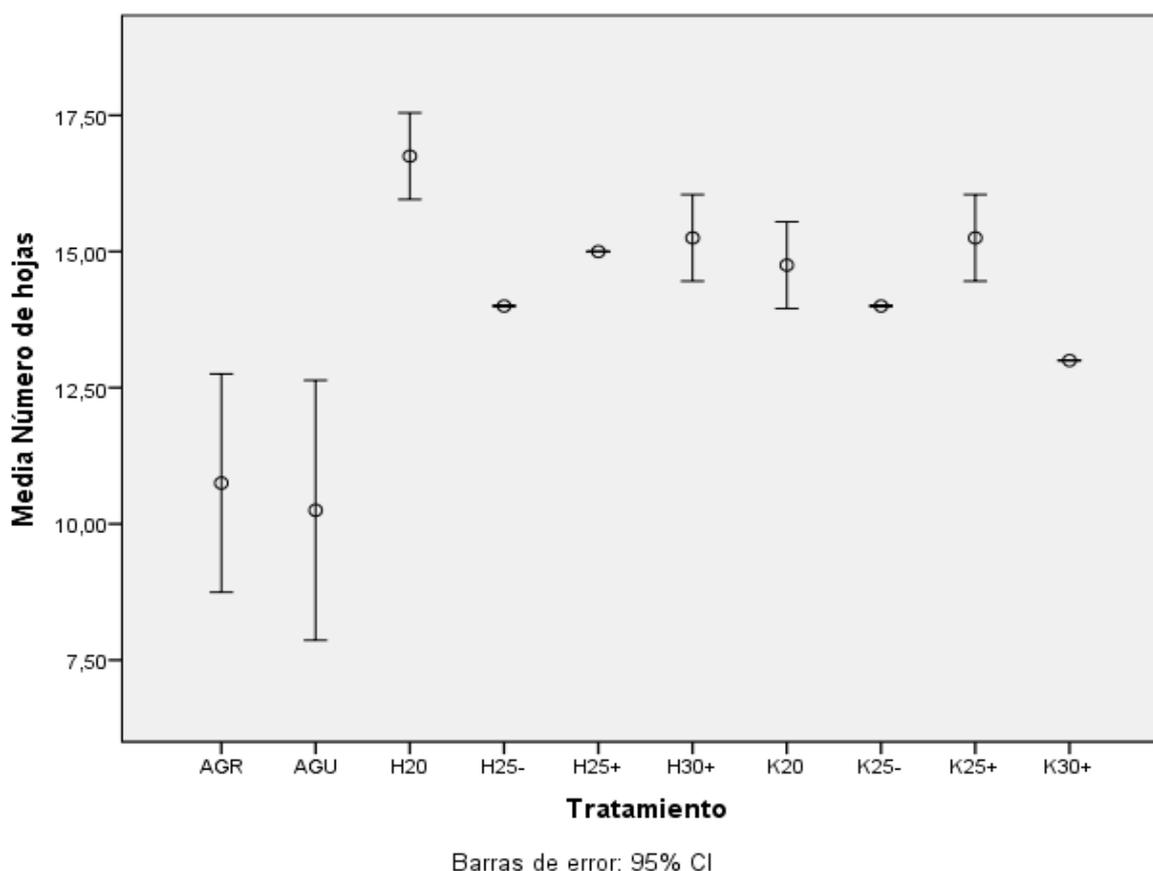
Para realizar el análisis económico se empleó el análisis de costos variables y su comparación entre los diferentes tratamientos empleados.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1 ESTUDIO EN INVERNADERO

4.1.1 Número de hojas a los 60 días

La variable no presenta diferencias estadísticas, valores de F ($p > 0,05$); sin embargo, en la figura 8 se observa como las medias son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*, observando que *T. harzianum* (Rifai) con dosis 20cm³/l (dosis comercial recomendada), fue el que mayor número de hojas presentó durante el desarrollo de la investigación.

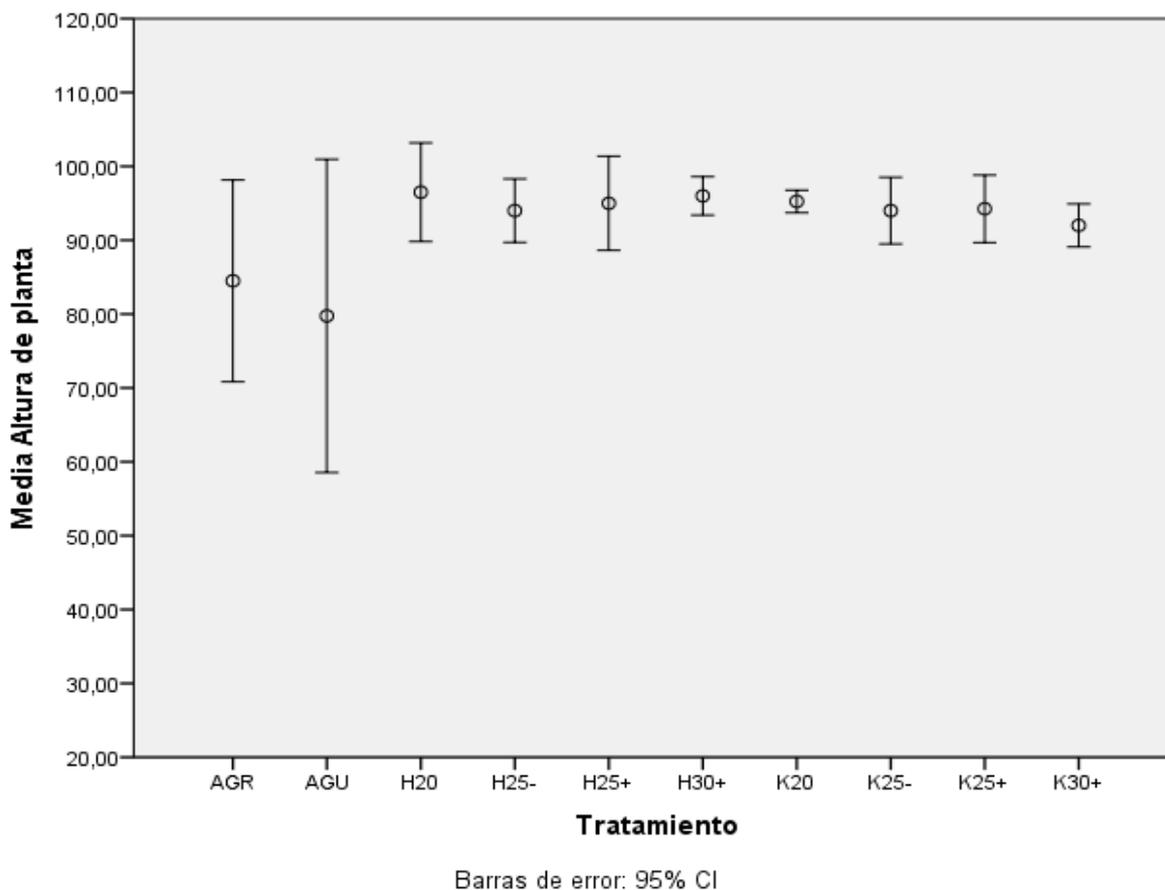


Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 8. Número de hojas a los 60 días.

4.1.2 Altura de la planta

No se observa diferencias estadísticas, sin embargo en la figura 9 se aprecia que las medias son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*, siendo muy similares entre los tratamientos con *Trichoderma*.



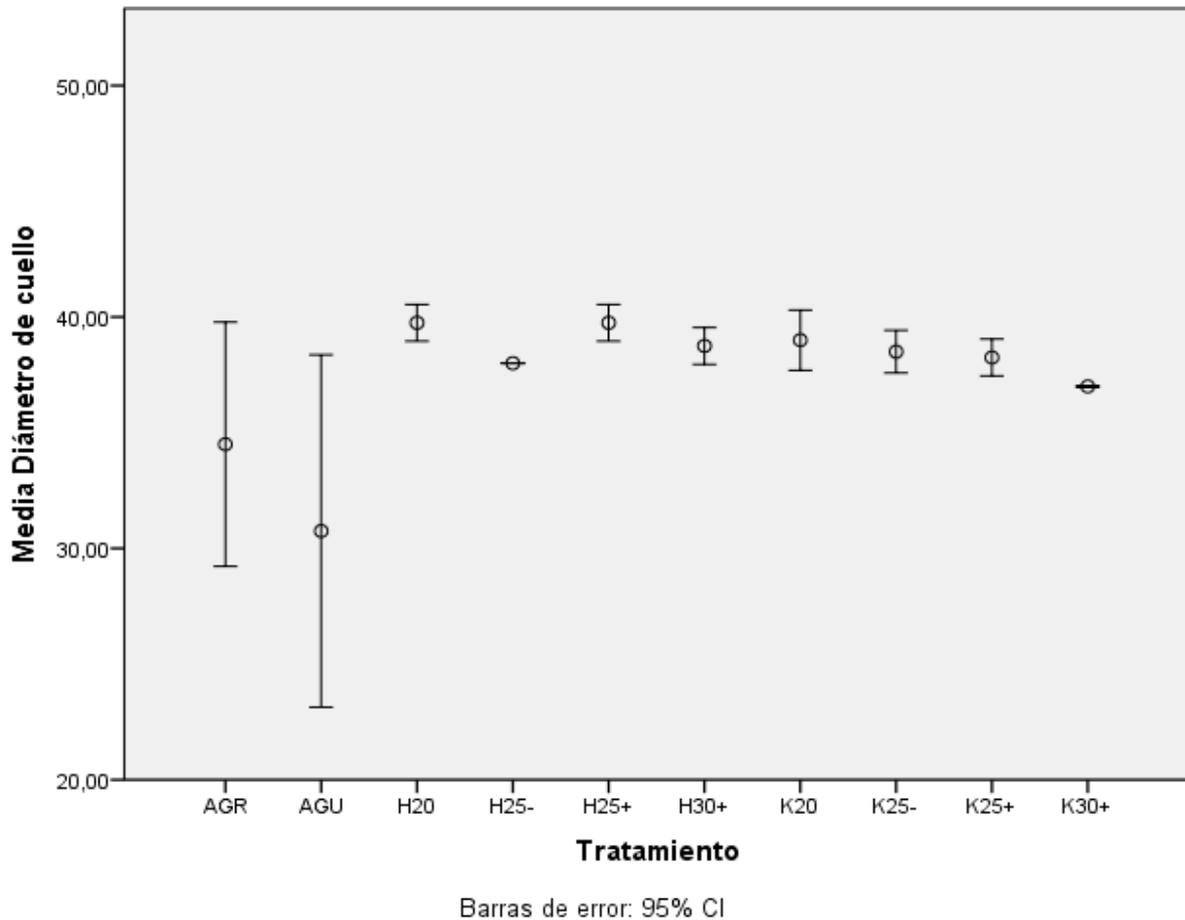
Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 9. Altura de planta a los 60 días.

4.1.3 Diámetro de cuello de la planta

Así mismo, con esta variable no se obtuvo diferencias estadísticas, sin embargo en la figura 10 se observa como las medias son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*, obteniendo mayor diámetro de cuello de la planta en los tratamientos: *T. harzianum* (Rifai) con dosis 20cm³/l, dosis

comercial recomendada y *T. harzianum* (Rifai) más +25% de dosis comercial recomendada.

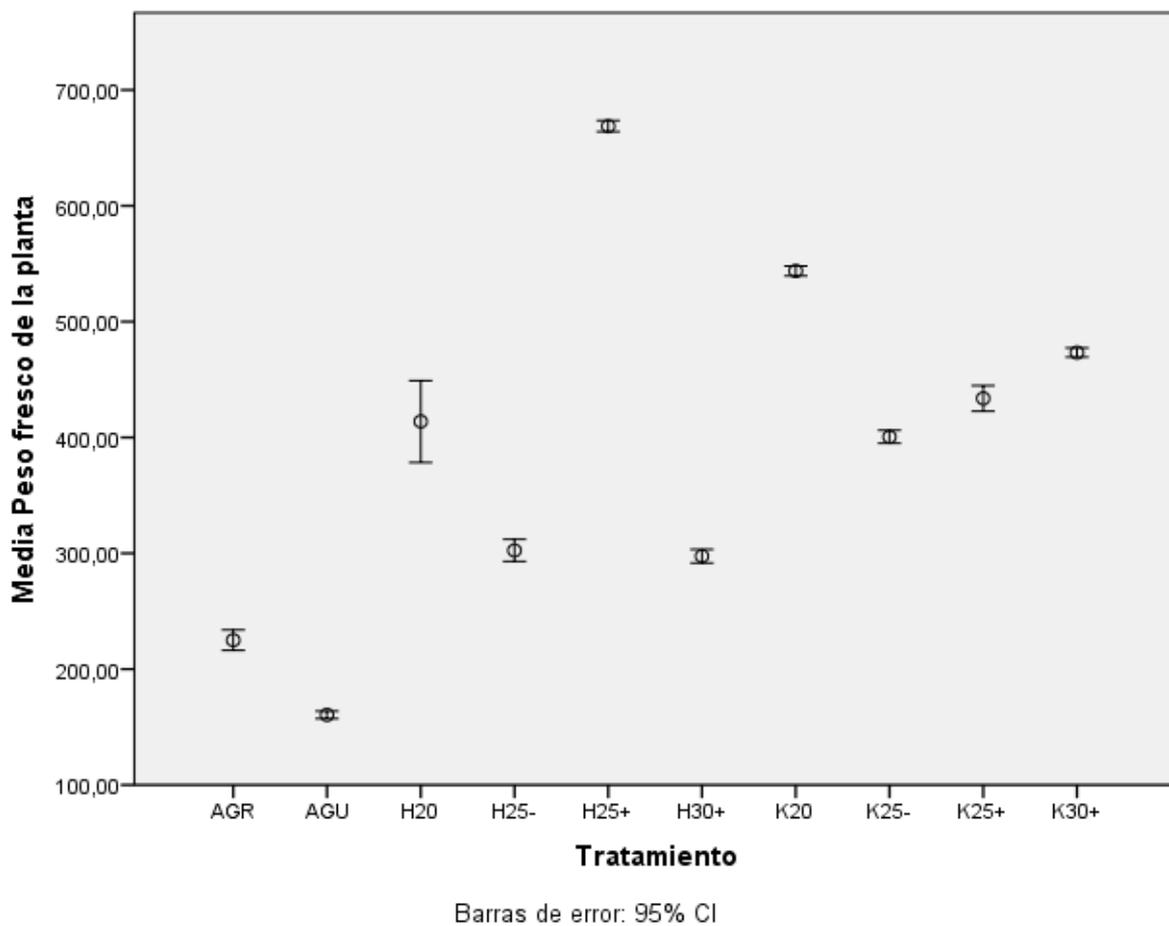


Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 10. Diámetro de cuello a los 60 días.

4.1.4 Peso fresco de la planta

Igualmente en esta variable no mostró diferencias estadísticas. En la figura 11 se observa como las medias son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*, mostrando una tendencia en ambas especies de *Trichoderma* que al aumentarla dosis incrementa el peso fresco de la planta.



Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 11. Peso fresco de la planta a los 120 días.

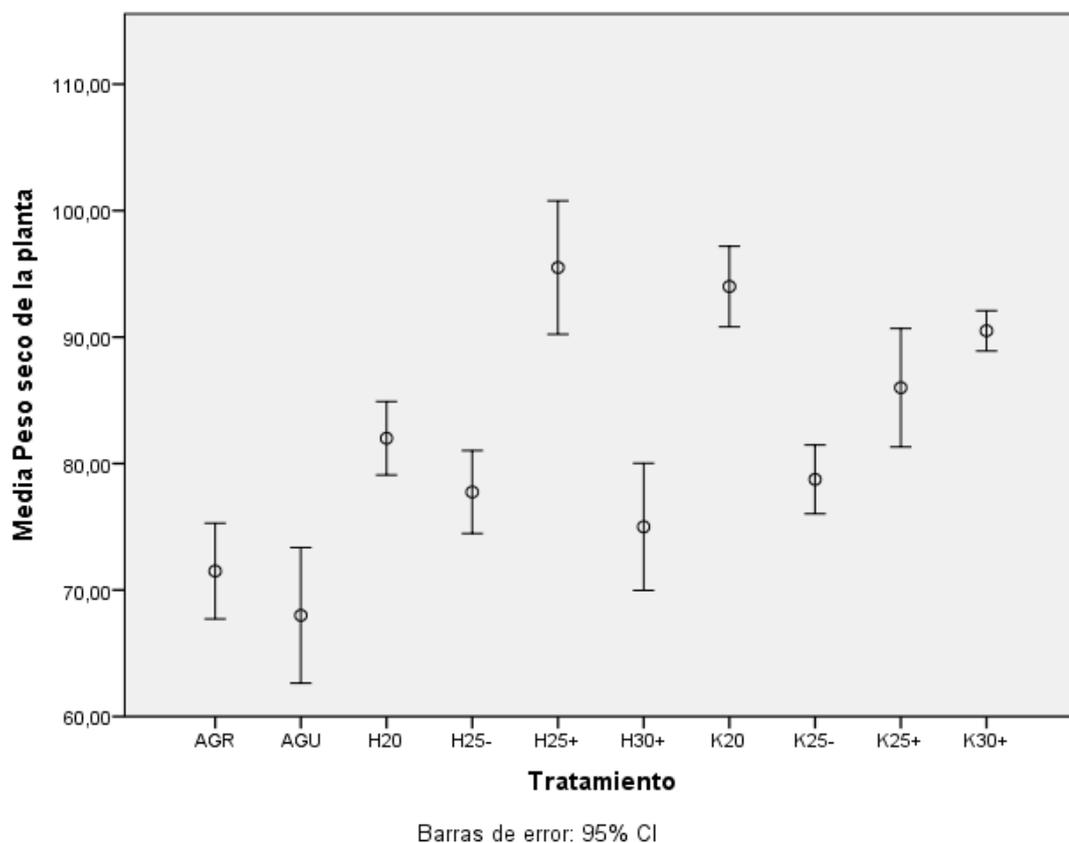
4.1.5 Peso seco de la planta

La variable muestra un efecto estadísticamente significativo tanto con la especie *T. harzianum* (Rifai) con dosis +25% como con la especie *T. koningii* (Qudem) con dosis 20cm³/l, existiendo una diferencia entre especies. Además se observa incremento en el peso seco de la planta mientras se aumenta la dosis con la especie *T. koningii* (Qudem), (Ver tabla 1).

Tabla 1. ADEVA para peso seco de la planta a los 120 días.

| ANILISIS DE VARIANZA VARIABLE PESO SECO DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADO MEDIO | VALOR F | VALOR P |
| ESPECIE | 3 | 560,41 | 19,32 | 2,06E-04 |
| DOSIS | 3 | 247,13 | 8,52 | 0.0002487 |
| ERROR EXPERIMENTAL | 33 | 29 | | |

Fuente: Encalada E, 2016.



Fuente: Encalada E, 2016

Figura 12. Peso seco de la planta a los 120 días.



En esta variable se realizó la Prueba de Contrastes (Tabla 2) entre los tratamientos, observando que el uso de *T. harzianum* (Rifai) como *T. koningii* (Qudem) incrementan el Peso Seco de la planta frente a los testigos, siendo esto importante, ya que al incrementar el área foliar la planta genera mayor actividad fotosintética, obteniendo mayor absorción de nutrientes y desarrollo de la planta.

Con la prueba de contrastes se demuestra comparaciones múltiples de un tratamiento con otro, incluyendo los testigos, observando si existe o no una pregunta de interés antes del experimento (contraste).

Tabla 2. Prueba de contraste entre tratamientos para peso seco de la planta a los 120 días.

| TRATAMIENTOS | Contraste | E.E | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-----------|------|---------|----|---------|-------|---------|
| AGRICULTOR VS AGUA | 4 | 4 | 24,5 | 1 | 24,5 | 0,84 | 0,36 |
| HARZIANUM VS AGUA | -14,56 | 3,06 | 678,61 | 1 | 678,61 | 23,4 | <0,0001 |
| AGRICULTOR VS HARZIANUM | -11,06 | 3,06 | 391,61 | 1 | 391,61 | 13,5 | 0,0008 |
| KONINGII VS AGUA | -19,31 | 3,06 | 1193,51 | 1 | 1193,51 | 41,16 | <0,0001 |
| KONINGII VS AGRICULTOR | -15,81 | 3,06 | 800,11 | 1 | 800,11 | 27,59 | <0,0001 |
| HARZIANUM VS KONINGII | -4,75 | 1,93 | 180,5 | 1 | 180,5 | 6,22 | 0,0178 |

Fuente: Encalada E, 2016.

En la prueba de contraste entre tratamientos para Peso Seco de la planta a los 120 días (Tabla 2), se observa que existe diferencia estadística significativa ($p < 0,05$) entre *T. harzianum* (Rifai) vs agua existiendo diferencia entre los tratamientos, de la misma manera con *T. Koningii* (Qudem) vs. agua y vs. agricultor; así mismo se observa que el testigo agricultor no se diferencia del testigo agua.

4.1.6 Peso fresco de la raíz.

Para la variable de Peso Fresco de la raíz se observó un efecto estadísticamente significativo de la especie de *Trichoderma*, existiendo diferencia entre especies, obteniendo un mayor peso con *T. koningii* (Qudem) con dosis 30%+ (Figura 13), donde se observa que la tendencia del *T. harzianum* (Rifai) a un incremento de

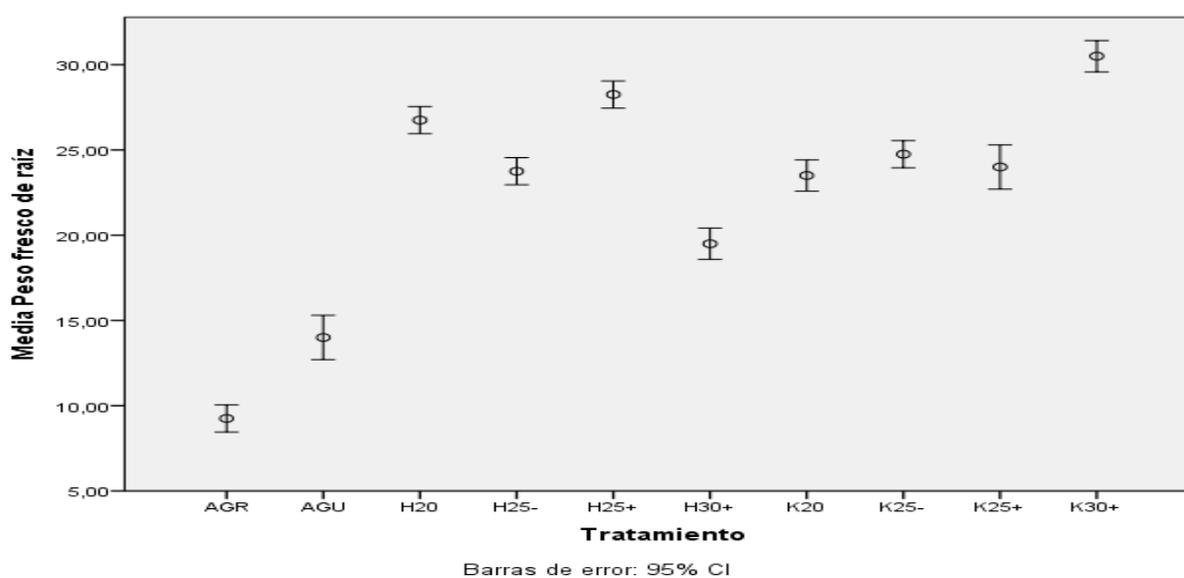
dosis, existe también un incremento de peso, no obstante el *T. koningii* (Qudem) demuestra similitud en dosis con una tendencia a incrementar el peso con mayor dosis.

En el ANOVA (Tabla 3), se presentan diferencias altamente significativas en la variable especies de *Trichoderma*; en tanto que en la variable dosis no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

Tabla 3. ADEVA para peso fresco de la raíz a los 120 días.

| ANÁLISIS DE VARIANZA VARIABLE PESO SECO DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS | | | | |
|---|--------------------|----------------|---------|----------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADO MEDIO | VALOR F | VALOR P |
| ESPECIE | 3 | 407,22 | 44,51 | 1,06E-08 |
| DOSIS | 3 | 4,75 | 0,51 | 0,672 |
| ERROR EXPERIMENTAL | 33 | 9,15 | | |

Fuente: Encalada E, 2016.



Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 13. Peso fresco de la raíz



Tabla 4. Prueba de contraste entre tratamientos para peso fresco de la raíz a los 120 días

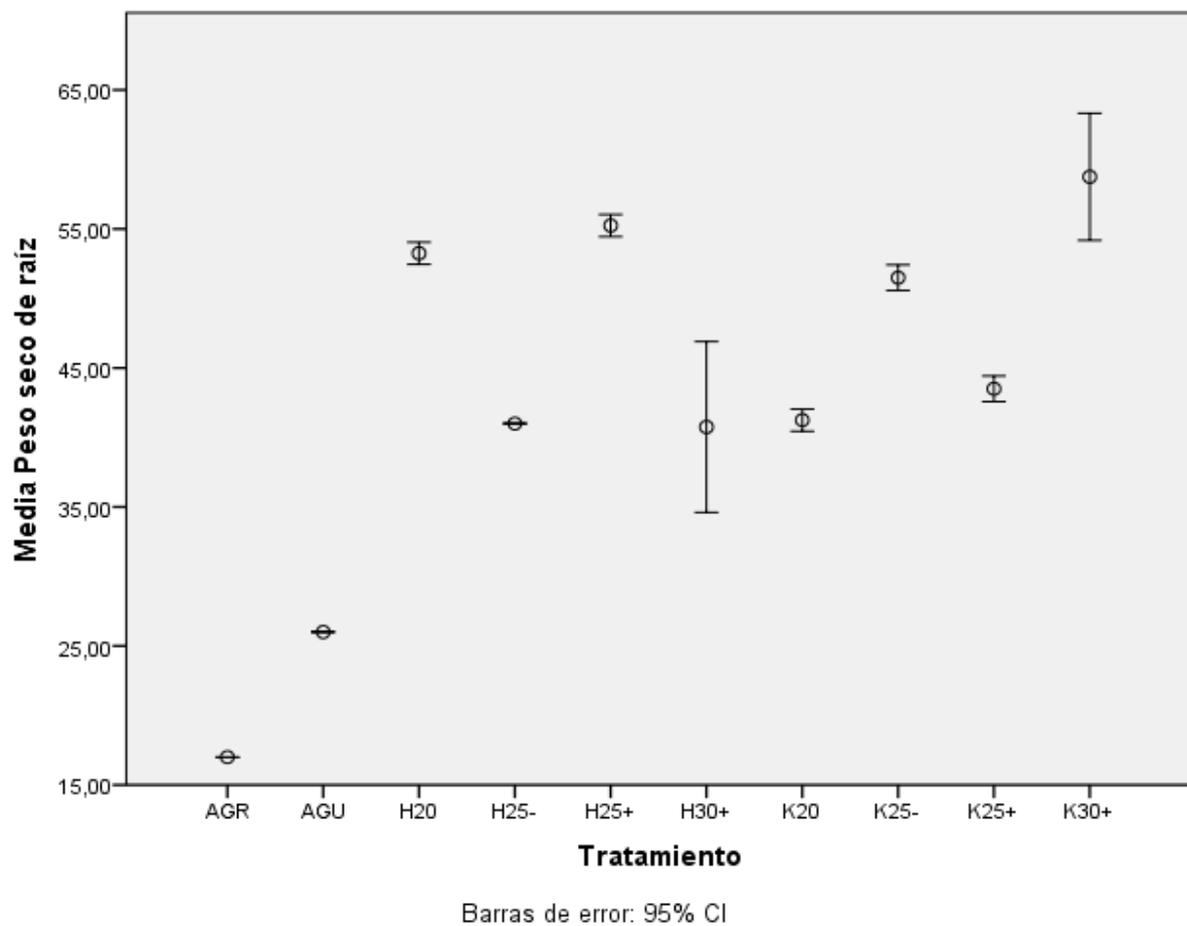
| TRATAMIENTOS | Contraste | E.E | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-----------|------|--------|----|--------|-------|---------|
| AGRICULTOR VS AGUA | -4,75 | 2,17 | 45,13 | 1 | 45,13 | 4,93 | 0,0333 |
| HARZIANUM VS AGRICULTOR | -15,31 | 1,72 | 750,31 | 1 | 750,31 | 82,02 | <0,0001 |
| HARZIANUM VS AGUA | -10,56 | 1,72 | 357,01 | 1 | 357,01 | 39,03 | <0,0001 |
| KONINGII VS AGRICULTOR | -16,44 | 1,72 | 864,61 | 1 | 864,61 | 94,52 | <0,0001 |
| KONINGII VS AGUA | -11,69 | 1,72 | 437,11 | 1 | 437,11 | 47,78 | <0,0001 |
| HARZIANUM VS KONINGII | -1,13 | 1,09 | 10,13 | 1 | 10,13 | 1,11 | 0,3004 |

Fuente: Encalada E, 2016.

En la prueba de contraste entre tratamientos para peso fresco de la raíz a los 120 días (Tabla 4), se observa que existe diferencia significativa entre *T. harzianum* (Rifai) vs agricultor, ($p < 0,05$), existiendo diferencia entre los tratamientos del contraste, de la misma manera con *T. Koningii* (Qudem) vs. agua y vs. agricultor; así mismo se observa que el testigo agricultor no se diferencia ($p > 0,05$) del testigo agua, tampoco *T. Koningii* (Qudem) vs *T. harzianum* (Rifai).

4.1.7 Peso seco de la raíz.

Con esta variable no se tuvieron diferencias estadísticas, sin embargo en la figura 14 se observa como las medias son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*, además se observó que *T. koningii* (Qudem) con dosis +30% de dosis comercial recomendada fue el que mayor peso demostró.

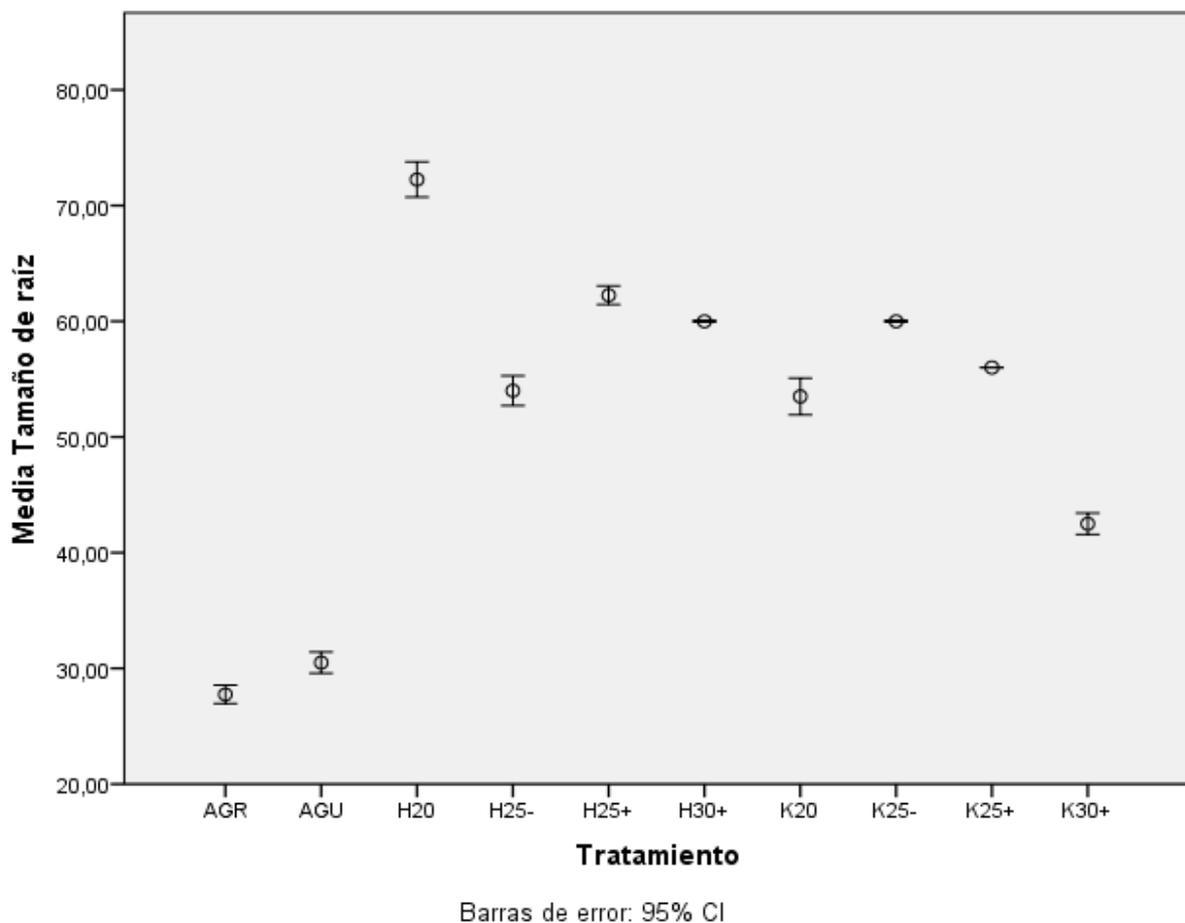


Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 14. Peso seco de la raíz a los 120 días.

4.1.8 Longitud de raíz.

En esta variable no se observó diferencia estadística, no obstante en la figura 15 se ve como los valores de la longitud de raíz son menores en los tratamientos testigos y mayores en los tratamientos con *Trichoderma*.



Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 15. Longitud de raíz a los 120 días.

4.2 ESTUDIO EN VIVERO.

4.2.1 Plantas infectadas en vivero.

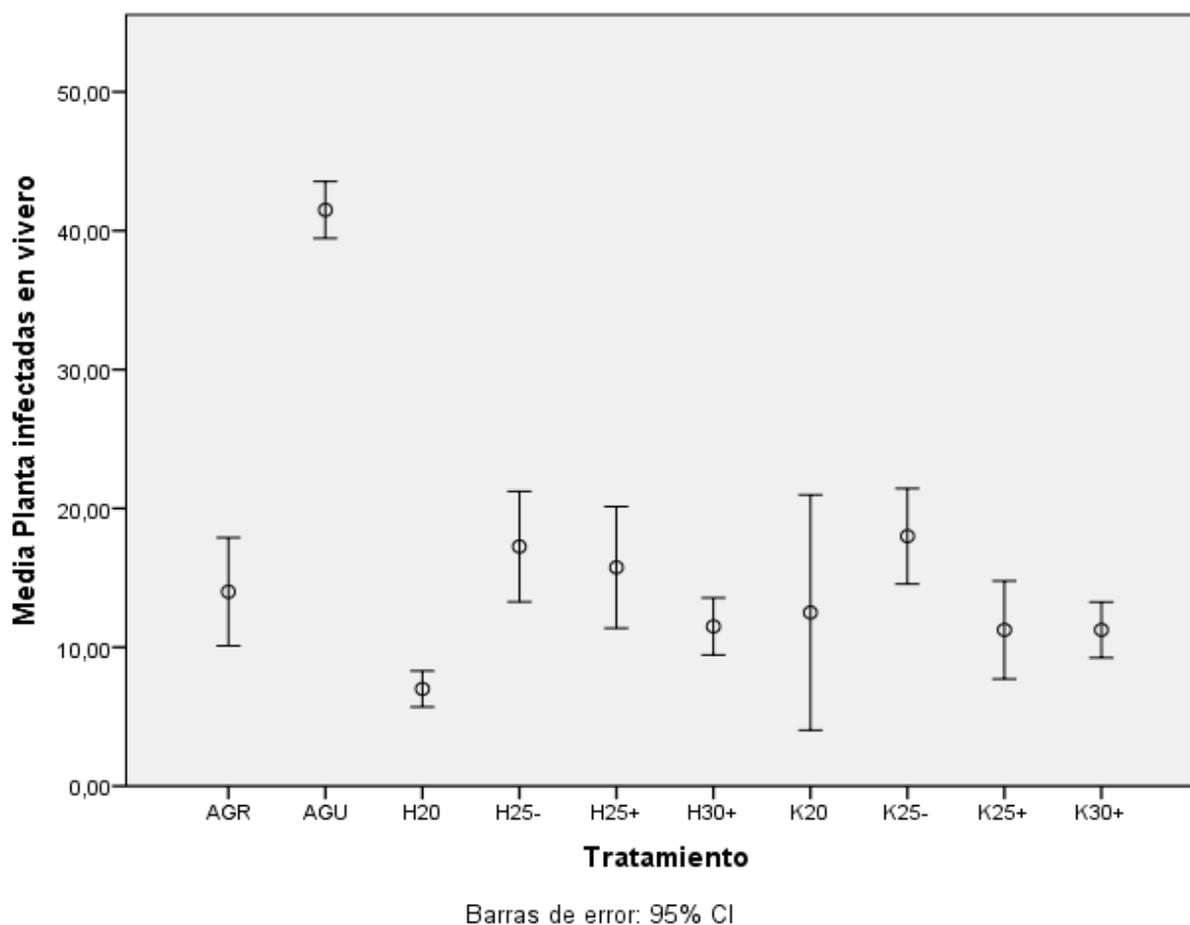
En cuanto al ensayo de plantas infectadas en vivero se advierte un efecto estadísticamente significativo ($p > 0,05$) para la variable especies. Se observa que *T. koningii* (Qudem) presenta tendencias similares en las dosis utilizadas para el control de enfermedades en vivero, incluso se encuentra en un rango similar al control químico; mientras que *T. harzianum* (Rifai), si bien muestra resultados variados en las diferentes dosis, resulta el más eficiente, (Figura 16).



Tabla 5. ADEVA del número de plantas infectadas en vivero a los 20 días.

| ANILISIS DE VARIANZA VARIABLE PESO SECO DE LA PLANTA A LOS 120 DÍAS | | | | |
|--|---------------------------|-----------------------|----------------|----------------|
| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD | CUADRADO MEDIO | VALOR F | VALOR P |
| ESPECIE | 3 | 964,75 | 109,35 | 2.2e-16 |
| DOSIS | 3 | 92,87 | 10,52 | 5,21e-05 |
| ERROR EXPERIMENTAL | 33 | 8,82 | | |

Fuente: Encalada E, 2016.



Fuente: Encalada E, 2016.

Figura 16. Número de plantas infectadas en vivero.

Tabla 6. Prueba de contraste entre tratamientos para plantas infectadas en vivero a los 20 días.

| TRATAMIENTOS | Contraste | E.E | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------------------|-----------|------|---------|----|---------|--------|---------|
| AGRICULTOR VS AGUA | -27,5 | 2,81 | 1512,5 | 1 | 1512,5 | 95,57 | <0,0001 |
| AGRICULTOR VS HARZIANUM | 1,12 | 2,22 | 4,05 | 1 | 4,05 | 0,26 | 0,616 |
| AGRICULTOR VS KONINGII | 0,75 | 2,22 | 1,8 | 1 | 1,8 | 0,11 | 0,7379 |
| AGUA VS HARZIANUM | 28,63 | 2,22 | 2622,05 | 1 | 2622,05 | 165,68 | <0,0001 |
| AGUA VS KONINGII | 28,25 | 2,22 | 2553,8 | 1 | 2553,8 | 161,36 | <0,0001 |



| | | | | | | | |
|-----------------------|-------|------|------|---|------|------|--------|
| HARZIANUM VS KONINGII | -0,38 | 1,41 | 1,13 | 1 | 1,13 | 0,07 | 0,7913 |
|-----------------------|-------|------|------|---|------|------|--------|

Fuente: Encalada E, 2016.

En la prueba de contraste entre tratamientos para plantas infectadas en vivero a los 20 días (Tabla6), se observa que existe diferencia entre tratamiento Agricultor vs. Agua ($p < 0,05$), de la misma manera con *T. Koningii* (Qudem) vs. agua y *T. harzianum* (Rifai) vs agua. Así mismo se observa que el tratamiento del agricultor no muestra diferencia ($p > 0,05$) ante *T. harzianum* (Rifai) ni *T. koningii* (Qudem) y tampoco se demuestra diferencia entre los dos.

4.3 ANALISIS ECONÓMICO

En el presente ensayo el único costo que varió en los diferentes tratamientos fue el empleo de las especies de *Trichoderma* en sus diferentes dosis, así como el costo del fungicida que emplea el agricultor, comparando con el tratamiento testigo. En la Tabla 7 se puede apreciar los valores económicos que cada uno de los tratamientos tuvieron en el presente ensayo; si se compara el incremento de costos para producir 2000 plántulas de tomate riñón entre el mejor tratamiento del ensayo a nivel de vivero *T. harziaunum* (Th 20%), con el tratamiento del agricultor, el incremento del costo es del 1,5% más en el tratamiento con *Trichoderma*, no obstante, este gasto se ve totalmente justificado ya que el tratamiento con la especie de *Trichoderma* con mayor eficiencia evaluada y a la dosis ya mencionada anteriormente, permitieron obtener un mayor número de plantas sanas (88,5%), en comparación con las del agricultor (77%).

Tabla 7. Equivalente económico por tratamiento en dólares (\$).

| | T. h -25% | T. h 20cc | T. h +25% | T.h +30% | T.k -25% | T. k 20cc | T. k +25% | T. k +30% | Agua | Agricultor |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|------|------------|
| Total en dólares (\$) por tratamiento | 204 | 207 | 210 | 211 | 204 | 207 | 210 | 210,6 | 195 | 204 |

Fuente: Encalada E, 2016.



CAPITULO V: DISCUSIÓN

En el presente trabajo se observó que al utilizar especies de *T. harzianum* (Rifai) y *T. koningii* (Qudem), en prevención de enfermedades de raíz causadas por hongos como son *Phytlum* y *Fusarium*, demostraron un alto número de plantas sin infección de los patógenos en el ensayo realizado en semillero, comparable con el control químico, siendo en este caso el tratamiento con *T. harzianum* (Rifai) con dosis de 20cm³/l, dosis comercial recomendada el que mayor plantas sin infección presentó. Resultados similares obtuvieron Zeilinger y Omann (2007), al emplear *Trichoderma spp.*, como agente biocontrolador de hongos como *Pythium*, *Botrytis* y *Fusarium*; igualmente Ezziyyani (2004), demostró la reducción efectiva de hasta un 65% de la tristeza del tomate causada por el hongo *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento, entre otras. En décadas anteriores autores como Domsch (1993) ya menciona la agresividad de *Trichoderma* sobre especies de hongos fitopatógenos.

Se observó también que en la variable Peso Seco de la planta el tratamiento con *T. harzianum* (Rifai) con dosis +25% de dosis comercial recomendada fue el que presentó mayor incremento de peso, coincidiendo así con lo manifestado por Whindham (1986) y Baker y Cook(1974), quienes sugieren la implementación de control biológico, donde algunas especies de *Trichoderma* tienen el potencial de aumentar el crecimiento de las plantas, esto último posiblemente debido a la inhibición de patógenos menores y/o a la producción de sustancias que podrían estimular el crecimiento y favorecerla toma de nutrientes, incrementando la masa celular reflejada en la materia seca ganada.

Igualmente en la variable Peso Fresco de la raíz con el tratamiento *T. koningii* (Qudem) con dosis +30% de dosis comercial recomendada fue el que mayor peso demostró, manifestando hasta cierto punto algún tipo de estimulación en cuanto al crecimiento y desarrollo de la planta de tomate. Al respecto Harman (2006) en un trabajo similar, concluye que existe una dominancia de *Trichoderma* tanto a nivel de suelo como de la planta; este mismo autor, menciona que la acción de *Trichoderma* puede verse limitada si la presión de la enfermedad y la población del hongo fitopatógeno ya es alta, por lo tanto recomienda que el empleo de antagonistas como el hongo *Trichoderma* debe ser visto como una medida preventiva sobre todo, más



no de control; además manifiesta que *Trichoderma* está siempre relacionado con las raíces y su ecosistema, siendo capaces de colonizar por mecanismos similares a los de los hongos micorrizicos, que producen compuestos estimulantes del crecimiento como citoquininas, zeatinas y giberelinas, así como también promueven mecanismos de defensa de la planta. En esta variable se observó que *T. koningii* (Qudem) es la especie que demostró mayor efectividad que *T. harzianum* (Rifai), ocurriendo posiblemente lo manifestado por Rifai (1969), quién menciona que *T. harzianum* (Rifai) produce dos tipos de esporulación y las proporciones cambian de acuerdo al tiempo de incubación y las condiciones del cultivo, lo que podría afectar en su mejor desarrollo y actuación en beneficio de la planta (Fraire, 1993).

Las variables Número de Hojas, Altura de Planta, Diámetro de Cuello, Peso Fresco, Peso Seco de la Raíz y Tamaño de la Raíz no tuvieron diferencias estadísticas significativas; sin embargo, *Trichoderma* con sus diferentes especies y dosis utilizadas superaron al testigo, mostrando una diferencia numérica leve dentro del desarrollo del cultivo de tomate de mesa. Al respecto no se puede soslayar lo manifestado por Rifai (1969) quién indica que *T. harzianum* produce enzimas hidrolíticas que degradan componentes de la pared celular de muchos microorganismos, que luego podrían ser utilizadas como fuentes de nutrientes y que la planta a través de esos nutrientes puede generar un buen desarrollo y productividad en condiciones adecuadas de suelo y clima, sabiendo que varias especies de *Trichoderma spp.*, en especial de *T. harzianun* (Rifai) controla su pH externo, asegurando valores óptimos para sus propias enzimas secretadas (Benitez, 2004).



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- *Trichoderma harzianum* (Rifai) en dosis de 20 cm³/litro y en una concentración de 10⁸ ufc/cm³, a pesar de ser 1,5% más costoso que el tratamiento del agricultor, permitió obtener 88,5% de plantas vivas a nivel de semillero.
- Según los resultados obtenidos tanto *T. harzianum* (Rifai) como *T. koningii* (Qudem) en las dosis 25% más de la dosis comercial recomendada y 20 cm³/litro (dosis comercial) respectivamente, permitieron incrementar el porcentaje de materia seca en la planta, como es el caso de *T. harzianum* (Rifai) que alcanzó 15% más de ganancia.
- El empleo de *Trichoderma* como bioantagonista en el manejo de enfermedades producidas por hongos en la raíz como son *Phytium sp.* y *Fusarium sp.*, demuestra ser favorable en el cultivo de tomate riñón.



Recomendaciones:

- Emplear *T. harzianum* (Rifai) en la dosis de 20cm³/l a nivel de vivero pues permite obtener un menor número de plantas afectadas por *Fusarium*.
- Continuar con investigaciones referentes a la búsqueda de aislamientos o cepas más patogénicas y virulentas de las dos especies de *Trichoderma* evaluados en el presente trabajo.
- Identificar el mecanismo por el cual el hongo *Trichoderma* y sus diferentes especies actúan en contra de los hongos fitopatógenos.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agamez Ramos E. y otros. (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. . *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 23-34. Agamez Ramos E. y otros. (2008). Evaluación de sustratos y procesos de fermentación sólida para la producción de esporas de *Trichoderma* sp. . *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 23-34.
- AGRIPAC S.A. (2000). *Producción de tomate bajo invernadero*. Quito, Ecuador. 67 pp
- <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/178/4/03%20AGP%2032%20CONTENIDO%20GENERAL.pdf>
- Arias O. y Duarte C. (2006). DETERMINACIÓN DE LAS DOSIS EFECTIVAS DEL BIOPREPARADO *Trichoderma* (*koningii* y *harzianum*) SOBRE *Sclerotium rolfsii* CAUSANTE DEL MAL DEL TALLUELO EN CHILE DULCE (DEL MAL DEL TALLUELO EN CHILE DULCE (*Capsicum annum*) EN SA. EPOCA LLUVIOSA. San Salvador.
- <http://ri.ues.edu.sv/1506/1/13100002.pdf>
- Aubert, C. (1998). Pertes d" azote et dégagements d" ammoniac par les élevages de poulets. *Sci Tech Avicoles* 25: 11-16
- Baker KF, Cook RJ. (1974). *Biological control of plant pathogens*. WH Freeman, San Francisco.
- http://ugi.espe.edu.ec/ugi/wpcontent/uploads/2014/05/Control_biologico_de_enfermedades_de_plantas_en_America_Latina_y_el_Caribe_2014.pdf
- Benitez T, Rincon A.M., Limón M.C., and Codon A. (2004). Biocontrol mechanism of *Trichoderma* strains. *International Microbiology*. 7:249-260
- Chet I, Ibar J & Hadar I. (1997). Fungal antagonists and mycoparasites. In *The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships* (Wicklow DT & Soderstrom B, eds.). New York: Springer Verlag, pp. 165-192
- <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>
- Domsch, K. H.; W. Gams; T. Anderson: *Compendium of Soil Fungi*, IHW-Verlag, Eching, vol. 1, Alemania, (1993).
- Esposito. E And Da Silva M. . (1998). Systematics and enviromental. *Critical review in microbiology*, 24, 89-98.



Ezziyyani M. (2004). *Biocontrol de Phytophthora capsici en pimiento (Capsicum annum L.) mediante una combinación de microorganismos antagonistas.*

Murcia: Tesis Doctoral. Universidad de Murcia

<https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>

FOLQUER.(1998). *Plagas y enfermedades del tomate, Asociación Costarricenses de la ciencia del suelo, San José – Costa Rica, pg. 160-161*

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5438/1/Pindo%20Macas%20Darwin.pdf>

Fraire, S. L. (1993). *Extractos vegetales en el control del tizón temprano (Alternaria solani) y tizón tardío (Phytophthora infestans) en jitomate, en laboratorio, campo y vivero. Tesis de Maestría. Instituto tecnológico Agropecuario Nro. 23 de Oaxaca, Oax. 106pp*

<http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2008/sept/1.pdf>

Garcia R. (2006). *Producción de biomasa de Trichoderma harzianum por fermentación líquida.*

[http://www.inisav.cu/fitosanidad/2006/10\(4\)06.pdf#page=43](http://www.inisav.cu/fitosanidad/2006/10(4)06.pdf#page=43)

GLIGO, N. (1998). *Impacto ambiental del Mercosur en la agricultura. In RECA, L. G. and ECHEVERRÍA, R. G. (comp.). Agricultura, medio ambiente y pobreza en América Latina. Washington: IFPRI-BID-IICA, 1998, p.169-190.*

González, S. (ed.) (2006). *Bromuro de Metilo: un fumigante en retirada. Santiago, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Serie Libros INIA N°20. 174 p*

http://platina.inia.cl/ururi/informativos/Informativo_INIA_Ururi_68.pdf

Harman et al., (2004); Benítez et al. (s.f.). *Control Biológico.*

<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis98.pdf>

Harman, G. (2006). *Overview of mechanisms and uses of Trichoderma harzianum spp. Phytopatology 96:190-194.*

INEC. (2010). *Censo del Ecuador 2010.*

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/>

INIAP. (1982). *Informe Anual de Actividades de Fitopatología. Quito, E. E. Santa Catalina. pp. 26-29*



MAGAP, M. d. (2013). Obtenido de www.agricultura.gob.ec/.../rendición-de-cuentas-MAGAP-2013_opt.pdf

Papavizas, G. (1985). *trichoderma and gliocladium: biology, ecology and potential for biocontrol*. *Annu. Rev. Phytopathol.* 23:23-54

http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1990Articles/Phyto80n09_880.pdf

Rifai, M. A. (1969). *A revision of the genus Trichoderma*. *Mycol, Pap.* 116. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. 56pp.

http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1990Articles/Phyto80n09_880.pdf

Riquelme, S., J. y Carrasco, J., J. (2006). *Alternativas de desinfección de suelo en la producción de tomates en invernaderos*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. *Boletín INIA* N° 155, 106.

Sabarathman, S.(2002). *Formulation of Streptomyces biocontrol agent for the suppression of Rhizoctonia damping off in tomato transplants*. *Biol Control* 23:245-253.

SANZ B., H. (1979). *Control de la caída de almácigo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*.

<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR37889.pdf>

Seaby, D. A. (1996). *Investigation of the epidemiology of green mould of mushroom*.

SUQUILANDA, M.(2000). *Elaboración de abonos orgánicos*, Quito Ecuador, pág. 1-5

Trutmann, P. (1990). *A description of common tropical pasture diseases and of evaluation methodology*. Paper prepared for the 1st. West and Central African Forage Evaluation Network (WECAFNET), Lomé, Togo. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 4 p.

Whindham. (1986). *A mechanism for increased plant growth induced by Trichoderma spp* *Phytopathology*.

http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1986Articles/Phyto76n05_518.pdf



Zeilinger S y M Omann. (2007). Trichoderma biocontrol: Signal transduction Pathways involved in host sensing and mycoparasitism. Gene regulation and System Biology 1,227-234

<http://www.fao.org/docrep/019/i3788s/i3788s.pdf>. (2004)

ANEXOS

Anexo 1. Biograma de muestra de suelo original del cual se obtuvo *Trichoderma*.

| MICROORGANISMOS | log cfu g ⁻¹ | INTERPRETACION BIOCATALITICA |
|---------------------------------|-------------------------|--|
| <i>Actinomyces</i> sp. | 1,00254 | expresion de sustancias antibioticas fungicidas. Desdobra lignina, celulosa, asociados con exudados humicos y antibioticos |
| <i>Aitemaria atemata</i> | 1,11415 | patogeno facultativo-opportunista, peligroso en desfaces citoquimicos radiculares P-Ca-K-S e hidrotermicos. |
| <i>Arthrobotrys</i> sp. | 2,33658 | poblacion inestable en especial con formas de N amoniacal, biocatalitico de nematodos, especialmente de vida libre |
| <i>Aureobasidium pullulans</i> | 1,00587 | activado por la emienda organica y NPK-S, productos de acidos organicos, humicos. |
| <i>Azospirillum</i> sp. | 0,3054 | fija N atmosferico, promotor de biomasa radicular, activado por la expresion de exudados radiculares en epocas fenologicas definidas |
| <i>Bacillus mycoloides</i> | 0,00857 | expresa metabolitos fungicidas secundarios altamente tolerantes a la temperatura, acidifica el suelo, desbloquea npk |
| <i>Bacillus subtilis</i> | 0,00504 | manifiesto bajo condiciones citologicas (-Ca, -Mg, -Fe)h.v. 400, siempre con enlaces trofobioticos activ. |
| <i>Dactyliaria</i> sp. | 0,11745 | desdoblador de P edafico organico, colonias en sitios de alta acumulacion de materia organica fresca. |
| <i>Epicoccum</i> sp. | 0,60573 | estacional de sistema radicular (Ca, Mn, K-Prot.-Lev.-Pept).h.v. 450 |
| <i>Fraxea</i> sp. | 0,30258 | altas poblaciones en sustratos silicicos y potasicos (Cu-K-Si-N) h.v. 500, en acumulados de materia organica. |
| <i>Fusarium</i> sp | 1,89572 | complejo Fusarium-Rhizoctonia. Estacional de N-Ca. Altamente afectado por colonias de hifas trichoderma |
| <i>Humicola</i> sp. | 0,08547 | complejo humico-fulvico. Estacional de Ca-K-Mg-S. |
| <i>Penicillium</i> sp. | 1,08751 | desactivado por deficiencia de la materia organica, alta produccion de sustancias antibioticas bactericidas. |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i> | 0,20144 | altamente dependiente de condiciones organicas de suelo, alta produccion de quelatos ferricos. |
| <i>Verticillium albo-atrum</i> | 1,22548 | fitopatogeno con alta expresion de toxinas localizadas en el tejido de la planta, altas afecciones en raices. |
| <i>Streptomyces</i> sp. | 0,78210 | dependiente de concentracion de Fe de suelo. Arquitecto de enlaces fuertes de la trofobiosis. |
| <i>Thiobacillus</i> sp. | 0,19733 | activado por la carga S; reserva S-humica fulvica organica y mineral depende del contenido de materia organica |
| <i>Trichoderma harzianum</i> A1 | 1,23547 | localizado en masas fungales de fusarium y de algunos hongos hifomicetos. Alta concentracion de antibioticos. |
| <i>Trichoderma hamatum</i> A2 | 1,00574 | alta concentracion en la materia organica fresca, en forma de mielero y fructificado en mo seca. |
| <i>Trichoderma koningii</i> A3 | 1,23545 | residente y dependiente de las condiciones agronomicas su presencia se estimulada con m.o. |
| <i>Zygomirchus</i> sp. | 1,60054 | Precatalitico de S, altamente dependiente de las condiciones de materia organica. |

| | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|-------------------------------|
| Fecha de Laboratorio: | 31.01.2013 | METODOLOGIA | Carlos Falooni Borja Ph.D. |
| Solicitado por: | PROGRAMA DE INNOVACION MAGAP | Observación directa (OD). | LABORATORIOS |
| Localidad: | varias | Colorimetría de muestras de estados inducidos (CM) | drfalooni-labs@biosoftware.de |
| Cultivo: | varios | Análisis en Microplots (AMP: MA, APD, NA, KB, KA). | www.agriculture-technology.de |
| Tipo de Análisis: | biograma biocatalitico | Microscopia N/CO conjugados Enzimaticos (CE). | plantspherelab@biosoftware.de |
| Finca: | varias | Cámara Microscópica Infiltrada (CM). | 0009706977-8023531 |
| Localizacion Geografica: | Azuay | Difusion Microscópica Normanski (DMN) | |
| | | Reaccion Enzimatica Microbiana (REM) | |
| | | Microscopia de Fluorescencia (MF) | |

Fuente: Biograma laboratorio de bioinsumos Pamar Chacrin

Anexo 2. Plantas infectadas con *Phytlum* y *Fusarium*

Ensayo en semillero

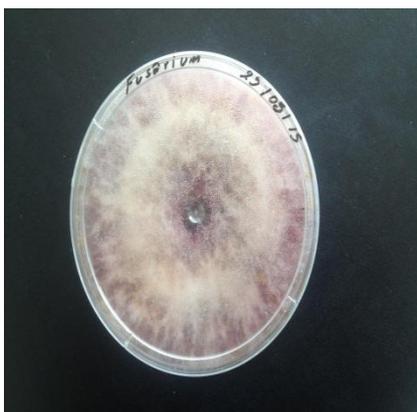
Ensayo en macetas



Fuente: Encalada E, 2016

Anexo 3. Fotografías de manejo del Ensayo





Fuente: Encalada E, 2016