

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Uso del hongo *Trichoderma asperellum* en plántulas de pimiento (*Capsicum annum*) y su efecto sobre la supervivencia y productividad en campo.

Fausto Javier Tituaña Tipán

Carlos Ruales, MSc, Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito
para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas

Quito, Mayo 2013

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Ciencias e Ingenierías

Uso del hongo *Trichoderma asperellum* en plántulas de pimiento (*Capsicum annuum*) y su efecto sobre la supervivencia y productividad en campo

Fausto Javier Tituaña Tipán

Carlos Ruales, MSc.

Director de Tesis

Mario Caviedes C, MSc. Dr.

Miembro del Comité de Tesis

.....

Raúl de la Torre, Ph.D.

Miembro del Comité de Tesis

.....

Eduardo Uzcategui, Ph.D.

Director de Ing. en Agroempresas

.....

Quito, Mayo 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Fausto Javier Tituaña Tipán

C. I.: 1718934969

Fecha: 5/13/2013

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo a toda mi familia en especial a mis padres Luis y Dolores, quienes me brindaron su apoyo en todo momento. De la misma manera a los Pueblos y Nacionalidades Indígenas del Ecuador.

Agradecimiento

Mi profundo agradecimiento a toda la comunidad Universitaria, en especial a David Romo quien me ayudó e impulsó a continuar con mis estudios en la universidad. Al Programa de Diversidad Étnica, a mis profesores de carrera: Carlos Ruales, Mario Caviedes, Eduardo Uzcategui y Raúl de la Torre por sus conocimientos impartidos, al personal de administración, personal de biblioteca, y mis amigos quienes estuvieron presentes en los momentos gratos y arduos de mi vida.

Resumen

El presente estudio se realizó en la parroquia de Tumbaco, provincia de Pichincha. Se estableció un experimento en invernadero en donde se evaluó el efecto del hongo *Trichoderma asperellum* aplicado previamente en plántulas de pimiento, sobre la supervivencia y productividad, usualmente reducidas por el oomiceto *Phytophthora capsici*. Los tratamientos que se evaluaron utilizaron un sustrato estandarizado compuesto por 25% de suelo contaminado por *P. capsici* y 75 % de suelo libre del patógeno. A partir de ese sustrato se establecieron cinco tratamientos: T1 (sustrato estandarizado no tratado); T2 (sustrato estandarizado no tratado + *T. asperellum*); T3 (sustrato estandarizado, esterilizado por cocción); T4 (sustrato estandarizado, esterilizado por cocción + *T. asperellum*); y T5 (sustrato estandarizado desinfectado con fungicida). Las variables evaluadas fueron: mortalidad de las plantas, altura de planta a la floración, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto y diámetro de fruto. Mediante el análisis de varianza (ADEVA) se determinó que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los cinco tratamientos evaluados. Con un rendimiento estimado de 14 t/ha y considerando un precio de \$ 0.80 / kg y el costo de producción de \$ 6,178.83/ha, la relación beneficio costo fue de \$1.58

Abstract

This research was conducted in Tumbaco parish, Pichincha province. A greenhouse experiment was established in which the effect of fungus *Trichoderma asperellum* was evaluated with previously applied pepper seedlings, on the survival and productivity that are usually reduced by the oomycete *Phytophthora capsici*. The treatments that were evaluated used a standardized substrate made up of 25% of soil contaminated and *P. capsici* and soil 75% free of pathogen. From this substrate five treatments were established: T1 (standardized substrate untreated), T2 (standardized substrate untreated + *T. asperellum*) T3 (standardized substrate, sterilized by cooking), T4 (standardized substrate, sterilized by cooking + *T. asperellum*) and T5 (standardized substrate disinfected with fungicide). Variables evaluated were: plants mortality, plant height at flowering, number of fruits, fruit weight, fruit length and fruit diameter. By analysis of variance (ANOVA) it was determined that there no statistical significance between the five treatments. With a yield estimated from 14 t / ha and considering a price of \$ 0.80 / kg, the production cost was \$ 6,178.83 / ha and the benefit cost was \$ 1.58.

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	12
1.1	El cultivo de pimiento	12
1.2	Agricultura ecológica	12
1.3	El hongo <i>Trichoderma</i> spp.....	13
1.3	El oomiceto <i>Phytophthora capsici</i>	16
1.4	Fertilización orgánica.....	18
1.5	Sustratos	20
1.6	Métodos de desinfección de sustratos	20
II.	JUSTIFICACIÓN	22
III.	OBJETIVOS	24
3.1	Objetivo general.....	24
3.2	Objetivos específicos	24
IV.	HIPÓTESIS EXPERIMENTAL.....	24
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
5.1	Hibrido a evaluar.....	24
5.2	Manejo de la fase experimental.....	25
5.2.1	Fase de plántulas.	26
5.2.2	Fase de campo.....	27
5.2.2.1	Método de fertilización.	27
5.2.2.2	Labores culturales	27
5.2.2.3	Manejo de plagas y enfermedades.....	28
5.3	Evaluaciones	28
VI.	RESULTADOS.....	30
6.1	Variable mortalidad de plantas.	30

6.2	Variable altura de planta a la floración.....	31
6.3	Variable número de frutos totales	32
6.4	Variable peso del fruto.....	33
6.5	Variable longitud del fruto.....	34
6.6	Variable diámetro del fruto.....	36
VII.	ANÁLISIS ECONÓMICO	37
VIII.	DISCUSIÓN	39
IX.	CONCLUSIONES	42
X.	RECOMENDACIONES	43
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
XII.	ANEXOS	48
	HOJA DE VIDA	

Índice de tablas

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el ensayo.	26
Tabla 2. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable mortalidad de plantas.	30
Tabla 3. Medias para la variable mortalidad de planta.....	31
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable altura de planta a la floración	31
Tabla 5. Medias para la variable altura de planta	32
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable número de frutos.....	33
Tabla 7. Medias para la variable número de frutos	33
Tabla 8. Análisis de varianza para la variable peso de fruto	34
Tabla 9. Medias para la variable peso de fruto.....	34
Tabla 10. Análisis de varianza para la variable longitud de fruto	35
Tabla 11. Medias para la variable longitud de fruto.....	35
Tabla 12. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto	36
Tabla 13. Medias para la variable diámetro de fruto.....	36
Tabla 14. Costos de producción de pimiento bajo invernadero por hectárea.....	37

I. INTRODUCCIÓN

1.1 El cultivo de pimiento

El género *Capsicum*, incluye cerca de 25 especies silvestres, todas en el nuevo mundo, en su mayoría en Sur América. Algunas de ellas fueron domesticadas, *Capsicum annum* (pimiento) en México; *C. chinense* y *C. frutescens* desde las tierras bajas tropicales del sur de México y las Antillas hasta Ecuador (Amazonía) y Noreste de Brasil; *C. baccatum* en el este de los Andes en el Sur de Perú y Bolivia y *C. pubescens* en los Andes de Bolivia (Sauer, 1993). Al igual que otras especies hortícolas, ésta fue incorporada entre los productos saborizantes y las hortalizas en el Viejo Mundo. En la actualidad, casi la mitad del pimiento del mundo se produce en el Mediterráneo (Namesny, 1996).

El pimiento posee un alto contenido nutricional, es fuente de vitaminas A, C, B₁, B₂. El contenido de provitamina A es elevado (3-4 g de pimiento rojo cubren los requerimientos de esta vitamina en personas adultas). También se destaca, por su alto contenido de vitamina C (70-300 mg /100 g de peso fresco) y además es valorado por sus atributos farmacológicos debido al contenido del alcaloide capsaicina, el principio picante del pimiento (Nuez et al., 1996).

Dentro de las estadísticas de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), en el año 2011, el primer país productor de pimiento fue Vietnam (109,400 t), Indonesia (77,800 t), seguido de India (52,000 t) y Brasil (44,610 t); así mismo, la producción de pimiento en el Ecuador alcanzó apenas 2,234 t en el mismo año (FAO, 2011) Según datos del III Censo Nacional Agropecuario, el cultivo de pimiento en el Ecuador alcanzó una superficie total de 1,145 hectáreas (cultivos transitorios: solos y asociados) con una producción de 5,517 t (4.81 t/ha). Las principales provincias productoras de pimiento son Chimborazo, Loja y Santa Elena (MAGAP, 2013).

1.2 Agricultura ecológica

La agricultura ecológica, se define como un conjunto de técnicas agrarias tradicionales, que son fruto de investigaciones recientes en fertilización orgánica de suelos, control de plagas y

enfermedades y sobre el uso de variedades de semillas y plantas de variedades aclimatadas que preservan el medio ambiente, mantienen y elevan la fertilidad del suelo y proporcionan alimentos con todas sus propiedades naturales. La agricultura ecológica está basada en la experiencia y compromiso con los avances tecnológicos en agronomía, que tienen como objetivo, obtener productos de alta calidad, mediante el uso de sistemas de producción con bajos insumos de elementos externos a la explotación (fertilizantes y productos fitosanitarios) (De las Heras et al., 2003). Teniendo en cuenta, que en la actualidad, se busca una producción de alimentos sanos, este sistema de agricultura es la estrategia que se debe impulsar en el sector rural para alcanzar el desarrollo sostenible (Rojas y Turriago, 2012).

El biocontrol o control biológico, ayuda a reducir los efectos de organismos indeseables y favorece a organismos útiles para el hombre, tales como cultivos, árboles, animales y microorganismos benéficos. Esta forma de control de enfermedades, es ecológicamente limpia y por lo tanto, aceptada en diferentes modelos de agricultura orgánica o biológica y en programas de manejo integrado (Monte y Llobell, 2004).

1.3 El hongo *Trichoderma* spp.

Trichoderma spp. es un tipo de hongo anaerobio facultativo. Actualmente la clasificación taxonómica lo ubica dentro del Dominio Eucarya, Reino Fungi, División Mycota, Sub división Eumycota, Clase Deuteromicetes, Orden Moniliales, Familia Moniliaceae, Género *Trichoderma* (Cobos, 2010).

El género *Trichoderma* spp. es un hongo cosmopolita que habita en los suelos, principalmente en madera y material vegetal en descomposición. Las especies de *Trichoderma*, son frecuentemente los componentes dominantes de la microbiota del suelo y en muy diversos hábitats. Esto puede ser debido, a la diversa capacidad metabólica de las especies de *Trichoderma* y su naturaleza agresiva competitiva (Kubicek y Harman, 1998). Por otro lado, estos autores mencionan que el género *Trichoderma* comprende a un grupo importante de hongos filamentosos anamórficos (mitóticos - reproducción asexual); no obstante, en algunos aislamientos se ha determinado el estado teleomórfico (meiótico – reproducción sexual) dentro del género *Hypocrea*. En la actualidad, el género *Trichoderma* engloba alrededor de 104 especies, divididas en 5 secciones y de las cuales, dos de estas secciones de las varias

colecciones, son usadas como controladores biológicos: PACHYBASIIUM: (*T. harzianum* y *T. virens*) y TRICHODERMA (*T. asperellum*, *T. atroviride*, *T. hamatum*, *T. koningii* y *T. viride*.) (Kubicek y Harman, 1998).

Las especies de *Trichoderma* producen altos niveles de proteínas extracelulares, y son mejor conocidas por su capacidad de producir enzimas que degradan la celulosa y quitina, y otras enzimas que pueden tener aplicaciones comerciales. Varias especies de *Trichoderma*, se han usado ampliamente como agentes de control biológico (ACB) contra los hongos fitopatógenos, entre ellos *Gliocladium virens* (sin. *Trichoderma virens*), *T. viride* y, más comúnmente, *T. harzianum* (Rincón et al., 2009).

Mecanismo de acción de *Trichoderma* spp.

Competencia. La competencia es un aspecto importante en el control biológico, esto ocurre cuando dos o más microorganismos demandan más del mismo recurso que está inmediatamente disponible. La competencia entre un agente de biocontrol y un patógeno, puede conducir al control de la enfermedad si el crecimiento del antagonista da como resultado una reducción de la población del patógeno o la producción de su inóculo (Hjeljord y Tronsmo, 1998).

Antibiosis. Muchas especies de *Trichoderma*, producen metabolitos secundarios de bajo peso molecular con actividad antibiótica, que puede inhibir el crecimiento de diversos microorganismos. Estos incluyen, entre otros, gliovirina, varios tipos de peptaiboles, ácido harzianico y 6 pentyl-pyrone (Rincón et al., 2009).

Micoparasitismo. Micoparasitismo por *Trichoderma* es un proceso secuencial que implica la detección del huésped fúngico, el crecimiento quimiotrófico hacia el objetivo, la lisis y la asimilación del contenido intracelular (Rincón et al., 2009).

Beneficios del hongo *Trichoderma* spp. en la agricultura.

Trichoderma spp. son los agentes de control biológico de hongos ampliamente utilizados para el manejo de los patógenos de las plantas que afectan a la semilla, la raíz y las partes aéreas de la planta. El carácter parasitario de *Trichoderma* spp. fue reportado por primera vez por

Weindling en 1932, en varios patógenos de plantas, incluyendo *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora parasitica*, *Pythium spp.* y *Sclerotium rolfsii*. (Kumar et al., 2008)

Se ha determinado que en los cultivos al ser tratados con cepas de *Trichoderma spp.*, alcanzan cosechas con mayor productividad, comparadas con los cultivos que no fueron sometidos, debido a un mejor desarrollo en el sistema radicular, mayor superficie foliar, mayor floración e incremento en la longitud y peso seco de la planta (Harman et al., 2004). El hongo *Trichoderma* protege a la planta de patógenos, a través del fenómeno priming, que permite que la energía de esta se destine solo a su crecimiento; puede solubilizar nutrientes del suelo, convirtiendo material no utilizable en compuestos asimilables para la planta, como por ejemplo, solubilizar metales y los fosfatos insolubles del suelo. Además de lo mencionado, estimula la formación de nuevas raíces y la pronta germinación de semilla (Muñoz, 2011).

Este hongo ha sido probado en experimentos bajo invernadero y al aire libre y se afirma que es capaz de colonizar todo el sistema radicular de la planta y persistir durante un largo período de tiempo cuando se aplica a semillas, al suelo del invernadero, pulverizado o en gránulos, o mediante el riego de surcos (Martínez et al., 2010). Así mismo, otros estudios demuestran que la aplicaciones de *T. harzianum* en plantas de pimiento, inducen un sistema de defensa de la planta en contra de *P. capsici*, reduciendo a la mitad la necrosis del tallo, síntoma que provoca la caída de plántulas en pimiento causada por este patógeno (Peldoza, 2005). Otros estudios, en los que se evaluó in vitro e in vivo el uso de *T. harzianum* para el control de *P. capsici*, señalan que el uso de este biocontrolador en ambos medios redujo significativamente la pudrición de raíces causada por *P. capsici* en plantas de pimiento. Esta reducción, estaría relacionada con una disminución en la densidad de la población del patógeno, debido al uso de este controlador biológico (Sid Ahmed et al., 1999). En otros experimentos realizados se ha reportado el incremento en peso de las plántulas que se desarrollan en presencia de este hongo, lo mismo que el aumento en peso de las plantas de fréjol y brotes de plántulas de trigo; plántulas de manzanas más largas y vigorosas; incremento en la tasa de germinación y el peso seco de brotes y guías de plantas de tomate; el aumento del crecimiento del sistema radicular de plantas mejoradas de maíz dulce (Elkin et al., 2009); mayor rapidez en la floración, incremento de la altura y peso fresco en pimiento, bígaro, crisantemos y otras plantas después del tratamiento con *T. harzianum* (Chang et al., 1986).

Sin embargo, los beneficios e ineficacia en el empleo de este hongo para el control de las enfermedades fungosas del suelo, se hacen evidentes en varias publicaciones basadas en resultados obtenidos en laboratorio y en campo (Martínez et al., 2010). Así, mientras que algunos estudios demuestran la eficacia del hongo *Trichoderma* frente a hongos como *Rhizoctonia solani* y *Pythium* en geranios o *Fusarium* en tomate (Paulitz y Bélanger, 2001) o frente a *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Pythium aphanidermatum*, *Aspergillus niger* y *Macrophomina phaseolina* en diferentes cultivos (Elad et al., 1980), otros estudios, afirman que bajo condiciones de campo, el control por parte de *Trichoderma* spp. sobre *M. phaseolina* es ineficiente, independientemente del método de aplicación utilizado (Cardona et al., 1997).

Así mismo, otros autores indican que la aplicación de *T. harzianum* aplicándola a las semillas, a la zona radicular, mediante el riego en los surcos o aplicado de forma general a toda la superficie de varios cultivos: judía, tomate, pimiento y cacahuete, aseguran que la aplicación ideal depende del patógeno asociado al cultivo y del momento de ataque, ya sea en estado de semilla, de plántula o de planta adulta. Aseguran, además, que el tratamiento con *Trichoderma* spp resulta más eficaz cuando se combina con otros métodos para la desinfección del suelo como: bromuro de metilo, metam sodio o solarización. Sin embargo, no está claro si los beneficios se deben al efecto del hongo, o al desinfectante utilizado (Martínez et al., 2010).

Además de lo mencionado, se realizaron trabajos in vivo en cultivos como el aguacate para el control de *Phytophthora cinnamomi* con productos de biocontrol como *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas capacia*, *Trichoderma harzianum* o *T. viridae*, donde ninguno fue capaz de controlar la enfermedad aunque sí redujeron significativamente el crecimiento micelial de *P. cinnamomi* en condiciones in vitro en enfrentamiento en placa (Martínez et al., 2010).

1.3 El oomiceto *Phytophthora capsici*

La especie criptogámica causante de la marchitez del pimiento es *Phytophthora capsici* perteneciente al género *Phytophthora* del suelo, el cual fue descrito en 1922 por Leonian. Este género de hongos se clasifica dentro de la División Oomycota, Orden Peronosporales (Peldoza, 2005). Sus órganos de multiplicación, esporangios, son de forma ovoide y presentan la característica de formar las llamadas zoosporas que son las iniciadoras de la infección. Estas, gracias a dos pequeños flagelos, pueden moverse en el agua, pudiendo germinar en los

tejidos húmedos, lo que explica su fácil difusión (García M. , 2006). Este hongo tiene la capacidad de producir diversas formas de inóculo en forma rápida y repetidamente o habilidad de penetrar e infectar plantas hospederas en pocas horas, propensión a permanecer en suelos a profundidades que le permiten escapar de la mayoría de los antagonistas y en algunos casos, un amplio rango de hospederos. Sin embargo, existen diversas referencias sobre el uso de hongos basidiomicetes y otros, entre los que se cuentan hongos del suelo, como *Trichoderma* spp para el control de distintas especies de *Phytophthora* spp (Peldoza, 2005).

Sintomatología

Este oomiceto *P. capsici* puede provocar daños en cualquier parte de la planta y en cualquier estado de desarrollo. La podredumbre del cuello y la subsiguiente marchitez brusca, son los síntomas principales. En el cuello de la planta enferma, se observa una zona anular de color negruzco que afectan primero a los tejidos corticales y posteriormente a los vasculares. Esta lesión, se desarrolla tanto en sentido ascendente como descendente, a partir del punto de infección y finalmente el agobio de la planta. Este fenómeno se produce de forma rápida ya que las hojas se muestran colgantes, pero conservando su color verde inicial (Nuez et al., 1996).

Almácigo. En almácigos la enfermedad se presenta en dos estados de desarrollo específicos. La primera fase, llamada “Caída de Preemergencia”, se presenta después de la siembra y antes de que las semillas germinen, o después de la germinación, pero antes de que emerjan sobre la superficie del suelo, produciéndose pudrición y una rápida destrucción de los tejidos vegetales (Peldoza, 2005).

La segunda fase, denominada “Caída de Postemergencia”, se produce cuando las plántulas ya han emergido a la superficie. El hongo penetra los tejidos blandos a nivel del cuello y de las raíces, las plantas afectadas presentan una mancha acuosa, de color pardo rojizo que avanza hacia arriba y llega a cubrir todo el contorno del tallo, en la porción basal del tallo se produce estrangulamiento, lo que hace que la plántula pierda firmeza y capacidad de soporte produciendo finalmente la caída y muerte de éstas (Nuez et al., 1996).

Plantas establecidas. Posterior al trasplante, la enfermedad se manifiesta tarde en la temporada y el número de plantas enfermas aumenta en forma progresiva a medida que se acerca la madurez. La podredumbre del cuello y la subsiguiente marchitez brusca de las plantas son los síntomas más característicos (Peldoza, 2005).

Manejo de la enfermedad

La estrategia primaria es el manejo de la dinámica del agua en el suelo dándole el mejor drenaje posible, la rotación de cultivos con hospederos no susceptibles y la aplicación de fungicidas apropiados. Además, es importante la selección de lotes sin historial de la enfermedad y que no hayan tenido cultivos de pimiento, cucurbitáceas, tomate o berenjenas por más de tres años (Babadoost, 2001) ; rotando la cosecha con cultivos como maíz u otra gramínea, o con cualquier cultivo que no sea de la familia de las solanáceas (Armstrong, Essaú, & Semidey, 2006). Además de lo mencionado por esto autores, también se debe seleccionar lotes aislados de campos infestados con *P. capsici*, limpiar el equipo agrícola del suelo, sembrar en camas altas (los bancos de siembra deben tener entre 15 y 15 centímetros de alto para evitar la acumulación de agua alrededor de las plantas). De la misma forma, es importante no regar con agua drenada de los lotes infestados, explorar el campo los síntomas producidos *P. capsici* después de lluvias fuertes y en áreas con dificultad de drenaje (Babadoost, 2001). En caso de problemas con suelo contaminado se debe de aplicar un fungicida como prevención y control. La semilla debe haber sido seleccionada de plantas libres de la enfermedad. Hay que tener en cuenta que una vez establecida la enfermedad en el campo es muy difícil su control (Armstrong et al., 2006).

1.4 Fertilización orgánica

Humus de lombriz

El humus es un abono orgánico que proviene de la actividad de las lombrices rojas californianas sobre material orgánico; aporta materia orgánica, nutrientes y hormonas enraizantes, en forma natural, favorece la retención de humedad, la aireación y cohesión de las partículas del suelo, mejorando su estructura; neutraliza la presencia de contaminantes

(insecticidas y herbicidas) debido a su capacidad de absorción; posee una alta bioestabilidad, ya que no da lugar a fermentación o putrefacción (Narváez, 2007).

El humus contiene compuestos orgánicos que influyen en la disponibilidad de nutrientes, siendo así, un medio ideal para la proliferación de hongos y bacterias benéficas, que reducen el riesgo en el desarrollo de enfermedades a las plantas. Dichos elementos solubles orgánicos, incluyen los humatos más importantes como son: los ácidos húmicos, fúlvicos y úlmicos, y su aplicación en estado líquido, estimula los procesos de humificación y mineralización de los residuos vegetales en el suelo. Se conoce que el humus en disolución, conocido también como té de humus, contiene minerales como son: fósforo, potasio y microelementos que representan el 1% de su composición (León et al., 2012).

El humus de lombriz brinda a las plantas mayor resistencia a hongos patógenos, debido a la elevada población de bacterias y microorganismos antagonistas que lo habitan. Estos organismos evitan, suprimen y reprimen a los organismos patógenos. Según un estudio realizado en el cual se usaron insumos biológicos como *Trichoderma* spp, las micorrizas y el humus de lombriz estimularon el crecimiento de plántulas de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba-Bolivia y disminuyeron el ataque de patógenos de suelo como: *Fusarium*, *Pythium*, y *Rhizoctonia* que provocan el damping off (conocido como mal de almaciguera). De este modo, se logra plántulas sanas, vigorosas y uniformes en el trasplante y se garantiza una mejor cosecha (Medrano y Ortuño, 2007).

Acido húmico

Los ácidos húmicos, son sustancias coloidales derivados del mineral leonardita (forma oxidada del lignito); sus dos componentes principales son el ácido húmico y el ácido fúlvico, y su connotación universal “humus”, concepto con el que se describe la mayor fertilidad y mejor condición. Los ácidos húmicos activan los procesos bioquímicos en plantas, como la respiración y fotosíntesis, con lo que se incrementa el contenido de clorofila, absorción de nutrientes, crecimiento de organismos del suelo, desarrollo de raíces, calidad y rendimientos de muchas plantas (Elizarrarás et al., 2009).

1.5 Sustratos

Un sustrato en horticultura, es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural o de síntesis, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando un papel de soporte para la planta. El desarrollo de los sustratos hortícolas tiene su origen en el cultivo en contenedor (Fernández, 2010).

Las principales razones de la sustitución del suelo por sustratos han sido:

- La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.
- La existencia de factores limitantes para los cultivos intensivos en suelo natural, principalmente salinización, enfermedades y agotamiento de los mismos.
- Permitir un control riguroso del medio radical, particularmente de aspectos relacionados con el suministro de agua y nutrientes (Abad, 1991)

1.6 Métodos de desinfección de sustratos

Para desinfectar los sustratos se pueden utilizar las siguientes técnicas: métodos biológicos, métodos térmicos y métodos químicos.

Métodos biológicos. Consiste en utilizar los enemigos naturales de los patógenos, los microorganismos antagonistas como *Trichoderma* spp. Los compostajes, que reducen el desarrollo de ciertas enfermedades, pueden además ser empleados como agentes de lucha biológica. El compost actúa sobre las propiedades del sustrato y puede influir en el desarrollo de la enfermedad y en el comportamiento de los pesticidas en el sustrato y su eficacia.

Métodos térmicos. Este método consiste en llevar el sustrato a una temperatura letal para los organismos fitopatógenos y para las semillas de malas hierbas. La temperatura mínima a alcanzar depende de tres tipos de factores:

- La forma en que se encuentra el agente patógeno.
- El contenido de agua del medio.
- La duración del calentamiento.

Una temperatura de 50 °C durante 10 minutos es suficiente para destruir los nemátodos, las larvas los insectos y la mayoría de los hongos. Las larvas de insectos son destruidas hacia los 65 °C. Sin embargo, ciertas formas de conservación de algunas bacterias, así como algunos virus, pueden soportar temperaturas superiores a 100 °C (Lemaire et al., 2005).

Método químico. En lo referente a control de hongos, se dispone de un gran número de productos eficaces ensayados a gran escala en cultivos. Con frecuencia, estos son a la vez nematicidas e insecticidas. La principal limitación en cuanto a su utilización es su frecuente toxicidad que afecta a los manipuladores, lo cual obliga a tomar grandes precauciones cuando se emplean. Tres productos son empleados para este propósito: Metil isocianato, Bromuro de metilo y Cloropicrina (Lemaire et al., 2005).

II. JUSTIFICACIÓN

Dentro de los patógenos del suelo que afectan el cultivo de pimiento, el oomiceto *Phytophthora capsici*, causa marchitamiento en las plantaciones de pimiento siendo el organismo más extendido y el que mayores daños produce; por esa causa se realizan aplicaciones de fungicidas en preplantación con el objeto de disminuir la cantidad de inóculo al inicio del cultivo (Martínez et al., 2010). Este patógeno causa serias pérdidas en el rendimiento final y por lo tanto una disminución en la rentabilidad del cultivo. En función de las condiciones ambientales, la virulencia de los aislados y la cantidad de inóculo de *P. capsici* en el suelo, este patógeno puede causar de 25 a 40 % de las pérdidas a nivel de campo (García et al., 2010). Después de numerosos ensayos y observaciones sobre el control de esta enfermedad, se ha llegado a la conclusión de que es posible prevenirla (salvo infección extrema del suelo), pero curarla es imposible (García M. , 2006).

El patógeno mencionado, es reportado en el Ecuador como causante de la pudrición de la raíz del pimiento cuyo grado de incidencia, de acuerdo a este inventario, es moderada (MAG, 1986).

En la parroquia de Tumbaco-Ecuador se realizó un estudio para evaluar la producción de pimiento (*Capsicum annum*); en dicho estudio se evidenció una alta tasa de mortalidad de plantas al finalizar el ciclo de cultivo debido a una importante infección causada por *P. capsici* (Cobo, 2012).

En la actualidad, se comercializan pesticidas biológicos capaces de reducir o eliminar los daños causados por el patógeno. Hay una gran cantidad de productos comerciales disponibles para los productores, los cuales contienen “organismos beneficiosos” capaces de reducir o eliminar los daños causados por patógenos. A nivel mundial, existen más de 80 productos para el biocontrol de patógenos, la mayoría de los cuales son formulaciones de hongos *Gliocladium* y *Trichoderma* o de las bacterias *Pseudomonas* y *Bacillus*. Varios son comercializados como promotores del crecimiento de las plantas, estimuladores de las raíces o acondicionadores del suelo (Martínez et al., 2010).

Los productos desarrollados a partir de conidios de *Trichoderma* spp. brindan protección de los cultivos contra el ataque por ciertas enfermedades fúngicas: *Armillaria* spp., *Fusarium*

spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Rosellinia* spp., *Sclerotinia* spp., *Sclerotium rolfsii*, *Thielaviopsis basicola* y *Verticillium* spp. En Estados Unidos se comercializan varios productos en el control de estas enfermedades, entre ellos: BIO-TAM, Bioben, NatuControl, Pathway Additive Trichoderma, PHC PlanterBox, PHCT-22, Plant Shield HC Biological Fungicide, Root Shield Granules, Root Shield Home & Garden Biological Fungicide, T-22 HC Biological Fungicide y Tenet WP. En el caso específico de BIO TAM producto formulado a base de *T. asperellum*, se recomienda una aplicación en bandeado en una dosis de 2.84 a 3.4 kg / ha para el control de *P. capsici* en el cultivo de pimiento (OMRI, 2011).

Además de los beneficios mencionados, también se ha evidenciado en estudios realizados que la aplicaciones de *T. harzianum* en plantas de pimiento inducen un sistema de defensa de la planta en contra de *P. capsici* reduciendo a la mitad la necrosis del tallo, síntoma que provoca la muerte de plántulas en pimentón causada por éste patógeno (Peldoza, 2005).

Así mismo, se ha demostrado que las raíces de las plantas tratadas con *T. harziaunum*, presentan una buena colonización del hongo al final del cultivo. Además, las plantas tratadas con *T. harziaunum*, han mostrado un mayor número de frutos y un mayor peso medio (Galeano, 2008). Por esta razón, se pretende evaluar mediante este estudio, el efecto antagónico del hongo *T asperellum* sobre el hongo *P. capsici* y así demostrar su importancia para la agricultura orgánica.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de *Trichoderma asperellum* sobre el oomiceto *Phytophthora capsici* en la supervivencia y productividad de pimiento.

3.2 Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la aplicación de *Trichoderma asperellum* en variables como: mortalidad de plantas, altura de plantas, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto y diámetro de fruto.
- Estudiar la viabilidad del hongo *Trichoderma asperellum* como controlador biológico en agricultura orgánica.
- Estimar los costos de producción de pimiento utilizando un controlador biológico.

IV. HIPÓTESIS EXPERIMENTAL

El hongo antagónico *Trichoderma asperellum* provee un control eficaz del oomiceto *Phytophthora capsici* en el cultivo de pimiento.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Híbrido a evaluar

En este estudio se utilizaron plántulas de pimiento del híbrido Nathalie, de 45 días de edad y producidas en turba comercial. De acuerdo a la descripción, el pimiento híbrido Nathalie es una planta de follaje denso, crecimiento indeterminado, cuya altura oscila entre 0.30 y 1.5 m. El sistema radicular es pivotante, con abundantes raíces laterales, el tallo es semileñoso, las ramas son erguidas con hojas alternas y lanceoladas, las flores son pentámeras y aparecen en la axila de las hojas y se cuenta una flor por nudo, pendiente o erguida. El color es verde y se torna rojo al madurar; su sabor es dulce. Para su consumo puede utilizarse en estado verde o maduro, entero o molido, pero tiene mayor popularidad para consumo fresco, enlatado y

encurtidos. Los frutos presentan un tamaño de 8 a 15 cm., de largo y de 3 a 5 cm, de ancho; el peso del fruto varía de 170 a 220 gramos. Se cosecha a los 90 días después del trasplante (Gonzalez, 2008). Presenta tolerancia a enfermedades como: *Phytophthora*, TMV (Virus del Mosaico del Tabaco), TVY (Virus Y de la Papa) y TVE (Virus "Etch" del Tabaco) y mancha bacteriana, *Xanthomona* razas: 1, 2 y 3 (GRANEX, 2013).

5.2 Manejo de la fase experimental

El estudio fue realizado bajo invernadero en el valle de Tumbaco, ubicado en la provincia de Pichincha, parroquia de Tumbaco en la empresa frutícola Monserrat (Latitud: 0° 13'15.0.1'' S 78° 24'0.5.65'' O), a una altitud de 2400 msnm. La zona tiene una temperatura media anual de 16 °C, una temperatura máxima de 24 °C, y una mínima de 6°C, cuenta con una humedad relativa de 64.42%.

El presente experimento, se realizó en la misma área en donde se llevó a cabo un estudio sobre el efecto de fertilización a base de biol en la producción de pimiento (Cobo, 2012). En este estudio se evidenció una alta tasa de mortalidad de plantas al finalizar el ciclo del cultivo debido a una importante infección causada por *P. capsici*; por lo tanto este espacio fue considerado como idóneo para la evaluación del efecto de *T. asperellum* para evaluar la supervivencia y productividad de pimiento.

En este experimento se estableció un lote de 9.2 m de ancho y 50 m de largo, el área total del ensayo fue de 460 m². El lote fue dividido en 6 bloques, de los cuales dos corresponden a bordes. El área de cada bloque fue de 60 m² con cinco tratamientos aleatorizados en interior. La distancia de siembra fue de 0.50 m entre plantas y 0.75 m entre hileras. En cada bloque, se trasplantaron dos hileras de plántulas de pimiento, dando un total de 200 plantas por bloque, habiéndose evaluado 40 plantas por tratamiento.

El experimento se realizó, utilizando un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Para el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza (ADEVA) mediante el cual se pudo comparar si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro. Además, a partir del ADEVA

se obtuvieron los coeficientes de variación (CV), las desviaciones estándar de las medias (S_y) y las desviaciones estándar de la diferencia de medias (S_d).

Los cinco tratamientos, fueron preparados con una mezcla estandarizada (sustrato) compuesta por 25% de suelo contaminado recolectado de una zona donde en un ensayo previo, realizado por Cobo (2012), se observó una alta mortalidad de plantas de pimiento debido al ataque del patógeno *P. capsici* y 75 % de suelo libre del patógeno. A partir de esta mezcla estándar, se prepararon los siguientes tratamientos: T1: sustrato no tratado; T2: sustrato no tratado + *T. asperellum*; T3: sustrato esterilizado por cocción; T4: sustrato esterilizado por cocción + *T. asperellum*; y T5: sustrato desinfectado con fungicida (Terraclor).

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el ensayo.

Tratamientos	
T1	Sustrato no tratado
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>
T3	Sustrato esterilizado
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>
T5	Sustrato desinfectado con fungicida

5.2.1 Fase de plántulas.

En este estudio se utilizaron plántulas de pimiento el híbrido Nathalie de 45 días y producidas en turba comercial. Estas plántulas fueron trasplantadas a vasos plásticos con 200 cc de sustrato los cuales fueron previamente llenados con el sustrato correspondiente a cada tratamiento. Se aplicó riego con agua limpia dos veces por semana y dependiendo de la necesidad de las plántulas.

Para los tratamientos T2 y T4 se inoculó dos veces. Para la inoculación se usó la cepa **P3A(2)R1** de *T. asperellum* de la colección del laboratorio de Biotecnología Agrícola y de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, en una dosis de 10 g / l de agua y 25 ml por planta. La primera aplicación se realizó un día después del trasplante a vasos y la última

aplicación se realizó un día antes del trasplante a invernadero a los 18 días del trasplante a vasos.

5.2.2 Fase de campo

Se limpió y preparó el interior del invernadero, deshieriéndolo y arándolo con un rotavator hasta obtener un suelo totalmente mullido. Se prepararon 6 camas de 1.20 m de ancho, 50 m de largo y 0.40 m de camino. Antes del trasplante, se esparció uniformemente en el campo experimental suelo contaminado con el patógeno *P. capsici*. Para el trasplante y de acuerdo a la distancia señalada se hicieron hoyos de 0.20 m de profundidad y se procedió a incorporar 0.5 kg de humus de lombriz en cada hoyo. Posteriormente, se realizó el trasplante de plántulas en los bloques y se realizaron riegos semanales.

5.2.2.1 Método de fertilización.

Adicionalmente a la aplicación inicial de humus de lombriz, cada semana, a partir de la tercera semana desde el trasplante, se realizó la fertilización orgánica a base de té de humus. Para esto, se mezcló 20 kg de humus de lombriz, 100 cc de melaza y 20 l de biol llevándolo a un volumen de 200 l. Se agitó esporádicamente la mezcla para oxigenarla. A las 48 horas de preparada la mezcla inicial, se añadió 10 g de ácido húmico y posteriormente se hicieron aplicaciones de 200 ml de la mezcla por planta. La dosis utilizada fue la misma en un total de diez aplicaciones en el ciclo.

5.2.2.2 Labores culturales

Control de malezas. Se realizaron tres deshieras en el ciclo de cultivo.

Podas. Se podaron los brotes o chupones que se desarrollaron desde la base hasta la división principal del tallo.

Castración de la flor. Se procedió a eliminar la primera flor en la primera horqueta.

Tutorado de pimiento. El tutorado se realizó en la sexta semana después del trasplante a campo. Se colocaron postes en los extremos de las hileras del cultivo y sujetos con alambre galvanizado a una altura de 2 m., además soportados transversalmente con alambre y sujetos a un par de tubos de metal del invernadero cada 4 m. Las plantas fueron liadas verticalmente con hilos de polipropileno hasta el alambre principal que recorre a lo largo de la cama con el fin de mantener rígida la planta y evitar que hojas y frutos entraran en contacto con el suelo y, además, el quiebre de las ramas debido al peso de los frutos.

5.2.2.3 Manejo de plagas y enfermedades

Control del trozador (*Agrotis ipsilon*). Después del trasplante, se aplicó un cebo compuesto por 200 g de Dipel (*Bacillus thuringiensis*), 4 kg de afrechillo y 5 l de melaza; se mezcló completamente hasta formar una pasta homogénea y se esparció alrededor de cada una de las plantas de pimiento. Además, se hicieron tres aplicaciones de Dipel (3 cc/ l de agua) en etapa de trasplante y en floración como control preventivo; los ácaros (*Tetranychus* spp) se controlaron con Neem- x, Azadiractina (1 a 3 cc/l de agua) y dos aplicaciones de azufre micronizado (2.5 g / l de agua) para el control de *Oidium* spp.

5.3 Evaluaciones

Medición de las variables

En este experimento, se evaluaron las siguientes variables: mortalidad de planta, altura de planta a la floración, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto y diámetro de fruto.

- Mortalidad. Se cuantificó el número total de plantas muertas por cada tratamiento dentro de cada repetición en cinco ocasiones debido a que se hicieron cinco cosechas. Posteriormente, se obtuvo el promedio de estas cinco mediciones y se realizó el análisis de varianza (ADEVA).

- Altura de planta. Este dato se registró en la novena semana (etapa de floración) después del trasplante a campo. Para esta medición se tomaron 10 plantas al azar con competencia completa en cada tratamiento dentro de cada repetición; se midió la altura en cm con un

flexómetro desde el suelo hasta la rama más alta de la planta, se obtuvo un promedio y se realizó el análisis de varianza.

- Número de frutos. Se cuantificó el total de frutos maduros producidos en cada tratamiento dentro de cada repetición en cinco oportunidades (cinco cosechas), se obtuvo el promedio de estos datos y se realizó el análisis estadístico.

- Peso del fruto. Este dato se obtuvo pesando todos los frutos en unidad de kg en cada tratamiento dentro de cada repetición; de igual manera, se obtuvo el promedio de estos cinco valores, (cinco cosechas) y se realizó el análisis de varianza.

- Longitud y diámetro del fruto. Este valor se midió en cm; en cada caso se tomaron 5 frutos en estado de cosecha al azar del total cosechados en cada tratamiento dentro de cada repetición, se realizaron las mediciones respectivas y se obtuvo un promedio de estos cinco valores correspondiente a cinco cosechas y se realizó el análisis de varianza.

VI. RESULTADOS

6.1 Variable mortalidad de plantas.

De acuerdo a los valores promedios de cada una de las cinco cosechas realizadas en este experimento, se realizó el análisis de la varianza y se comprobó que no existe diferencia significativa entre tratamientos. En la tabla 2 se muestra al análisis del ADEVA en el cual se determinó que el F calculado (0.46) fue menor al F tabular (3.2) con un nivel de probabilidad del 5 %. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. El coeficiente de variación (CV) es un índice que mide la variabilidad con respecto a la media; el cual para el análisis de esta variable fue de 47.62 % el mismo que es alto al tratarse de un estudio bajo invernadero en condiciones controladas.

Es importante mencionar que los datos originales fueron transformados a una escala de raíz cuadrada ya que de acuerdo a Sánchez (2010), elegir una escala de medida adecuada ayuda a solventar algunas dificultades que podrían presentarse por falta de normalidad de la distribución de los errores, por la desigualdad de las varianzas de los tratamientos o por falta de aditividad de los diferentes efectos o componentes en el modelo ADEVA. Al usar los datos originales se obtuvo un CV demasiado alto, 93.97 % (Anexo 2) el cual indicó el cambio de escala ya que este valor no podría ser aceptado en este estudio.

Tabla 2. Análisis de varianza (ADEVA) para la variable mortalidad de plantas.

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5% - 1%
TOTAL	19	16.21			
BLOQUES	3	3.66	1.22	1.34 NS	3.49 – 5.94
TRATAMIENTOS	4	1.67	0.42	0.46 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	10.89	0.91		

$$CV=47.62 \% \quad S_y=0.48 \quad S_d=0.67$$

Los resultados obtenidos mediante el ADEVA, no mostraron diferencia significativa así que no se usó ninguna prueba de separación de medias. En la tabla 3 se muestran los valores de las medias en cada uno de los tratamientos evaluados en el cual se observó que T 2 (sustrato no

tratado + *T. asperellum*) obtuvo un valor de 6.35 el mismo que es más alto en comparación con la media general (4.81). El T 4 (sustrato tratado + *T. asperellum*) obtuvo un valor más bajo en comparación con la media general encontrada.

Tabla 3. Medias para la variable mortalidad de planta

Tratamientos		Mortalidad
T1	Sustrato no tratado	5.25
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	6.35
T3	Sustrato esterilizado	3.75
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	2.6
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	6.1
	Media general	4.81

6.2 Variable altura de planta a la floración.

La tabla 4 muestra el análisis de la varianza (ADEVA) para la variable altura de planta. Se encontró que si existe diferencia significativa entre bloques, pero no entre los tratamientos. Se determinó que el F calculado (0.97), fue mucho menor al F tabular (3.2) a un nivel probabilidad del 5%. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ya que no existen diferencias significativas entre los cinco tratamientos evaluados. El coeficiente de variación (CV) para esta variable fue de 3.68%.

Tabla 4. Análisis de varianza para la variable altura de planta a la floración

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5% - 1%
TOTAL	19	388.85			
BLOQUES	3	298.52	99.51	17.50 * *	3.49 – 5.94
TRATAMIENTO	4	22.09	5.52	0.97 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	68.24	5.69		

$$CV=3.68 \% \quad S_y = 1.19 \quad S_d=1.69$$

Los resultados obtenidos en el ADEVA (Tabla 4) no mostraron diferencias significativas estadísticas entre los tratamientos evaluados, por lo tanto no se usó ninguna prueba de separación de medias. En la tabla 5 se muestran los valores de las medias, siendo T 5 (sustrato desinfectado con fungicida) el que obtuvo un valor más alto, 66.28 cm en comparación con la media general que es de 64.78 cm para esta variable.

Tabla 5. Medias para la variable altura de planta

	Tratamientos	cm
T1	Sustrato no tratado	64.88
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	64.15
T3	Sustrato esterilizado	65.40
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	63.20
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	66.28
	Media general	64.78

6.3 Variable número de frutos totales

Para el análisis de la varianza, se obtuvieron los promedios de cada una de las cinco cosechas realizadas en este experimento. La variable evaluada fue número de frutos por tratamiento. Al realizar el ADEVA (Tabla 6) se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos debido a que el F calculado (1.35) fue mucho menor al F tabular (3.2) al nivel de 5 % de probabilidad. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula en esta variable. El coeficiente de variación fue de 16.02 %.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable número de frutos

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5% - 1%
TOTAL	19	661.22			
BLOQUES	3	258.02	86.01	3.71 *	3.49 – 5.94
TRATAMIENTO	4	125.37	31.34	1.35 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	277.83	23.15		

$$CV=16.02 \% \quad Sy =2.41 \quad Sd=3.40$$

En la tabla 7 se muestran los valores de las medias en cada uno de los tratamiento evaluados y de acuerdo los resultados del ADEVA (tabla 6) no fue necesaria usar una prueba de separación de medias ya que los resultados obtenidos para esta variable no fueron significativos. El T 5 (sustrato desinfectado con fungicida) obtuvo un valor de 33.60 el mismo que fue más alto de todos los tratamientos y en comparación con la media general (30.03).

Tabla 7. Medias para la variable número de frutos

Tratamientos		
T1	Sustrato no tratado	29.25
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	26.85
T3	Sustrato esterilizado	28.25
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	32.20
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	33.60
	Media general	30.03

6.4 Variable peso del fruto

Para realizar el ADEVA, se obtuvieron los promedios de cada una de las cinco cosechas realizadas en este experimento. De acuerdo al análisis de la varianza realizado para la variable peso de fruto (Tabla 8), se encontró una vez más que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. El F calculado (1.70) para los tratamientos fue mucho menor al F tabular (3.2) al 5 % de probabilidad. Por esta razón se rechaza la hipótesis nula ya que no existen

diferencias significativas estadísticas entre los cinco tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 17.83%.

Tabla 8. Análisis de varianza para la variable peso de fruto

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5% - 1%
TOTAL	19	11.66			
BLOQUES	3	4.57	1.52	4.05 *	3.49 – 5.94
TRATAMIENTO	4	2.56	0.64	1.70 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	4.52	0.38		

$$CV=17.83\% \quad S_y = 0.31 \quad S_d=0.43$$

En la tabla 9 se muestran los valores de las medias en cada uno de los tratamientos evaluados; la media general para esta variable fue de 3.44. No fue necesario usar una prueba de separación de medias ya que los resultados obtenidos en el ADEVA (Tabla 8) para la variable número de frutos no fueron significativos. El T 5 (sustrato desinfectado con fungicida) obtuvo un valor de 4.03, el cual es mucho mayor a la media general (3.44).

Tabla 9. Medias para la variable peso de fruto

Tratamientos		kg
T1	Sustrato no tratado	3.21
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	3.05
T3	Sustrato esterilizado	3.25
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	3.67
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	4.03
	Media general	3.44

6.5 Variable longitud del fruto

Para el análisis de la varianza, se obtuvieron los promedios de cada una de las cinco cosechas realizadas en este experimento. La tabla 10 se muestra el análisis de la varianza (ADEVA) para la variable longitud del fruto. Se encontró que el F calculado (0.40) para los tratamientos

sigue siendo menor al F tabular (3.2) al 5 % de probabilidad. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula ya que no existen diferencias significativas estadísticas entre los cinco tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 3.68 %.

Tabla 10. Análisis de varianza para la variable longitud de fruto

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5%-1%
TOTAL	19	5.54			
BLOQUES	3	0.93	0.31	0.92 NS	3.49 – 5.94
TRATAMIENTO	4	0.54	0.13	0.40 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	4.07	0.34		

$$CV= 4.17\% \quad S_y =0.29 \quad S_d=0.41$$

En la tabla 11 se muestran los valores de las medias en cada uno de los tratamiento evaluados; la media general para esta variable fue de 13.96. No fue necesaria usar una prueba de separación de medias ya que los resultados obtenidos en el ADEVA (Tabla 10) para la variable longitud de fruto no fueron significativos. El T 2 (Sustrato no tratado + *T. asperellum*) obtuvo el valor más alto de todos los tratamientos. El valor correspondiente fue de 14.28 y es mayor en comparación con la media general (13.96).

Tabla 11. Medias para la variable longitud de fruto

Tratamientos		cm
T1	Sustrato no tratado	13.83
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	14.28
T3	Sustrato esterilizado	13.95
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	13.91
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	13.85
	Media general	13.96

6.6 Variable diámetro del fruto

Para el análisis de varianza, se obtuvieron los promedios de cada una de las cinco cosechas realizadas en este experimento. Los resultados obtenidos mediante el ADEVA (Tabla 12) para la variable diámetro en la parte basal del fruto, indicaron que el F calculado (1.58) para los tratamientos fue menor al F tabular (3.2) al 5 % de probabilidad. Por esta razón, se rechaza la hipótesis nula ya que no existen diferencias significativas entre los cinco tratamientos evaluados. El coeficiente de variación fue de 2.93 %.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto

F. de V.	GL	SC	CM	FC	FT 5% - 1 %
TOTAL	19	0.67			
BLOQUES	3	0.22	0.07	2.99 NS	3.49 – 5.94
TRATAMIENTO	4	0.16	0.04	1.58 NS	3.2 – 5.95
ERROR	12	0.30	0.02		

$$CV= 2.3\% \quad S_y=0.08 \quad S_d=0.11$$

En la tabla 13 se muestran los valores de las medias en cada uno de los tratamientos evaluados. No fue necesario realizar una prueba de separación de medias ya que los resultados obtenidos en la tabla 12 no fueron significativos. El T 4 (Sustrato esterilizado + *T. asperellum*) obtuvo un valor más alto en comparación con el resto de tratamientos. Este valor correspondiente a 5.45 el cual es mayor a la media general, 5.35 obtenida de todos los tratamientos.

Tabla 13. Medias para la variable diámetro de fruto

Tratamientos		cm
T1	Sustrato no tratado	5.24
T2	Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	5.28
T3	Sustrato esterilizado	5.35
T4	Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	5.46
T5	Sustrato desinfectado con fungicida	5.45
Media general		5.35

VII. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 14. Costos de producción de pimiento bajo invernadero por hectárea

Actividad	Tecnología	Unidades	Cant.	Costo	Total/ha	%
Análisis de suelo	Análisis completo		1	\$ 28.00	\$ 28.00	
				Subtotal	\$ 28.00	0.39
Preparación del suelo	Tractor: arada y rastrada	Horas	5	\$ 20.00	\$ 100.00	
				Subtotal	\$ 100.00	1.41
Plántulas de pimiento	Hibrido Natalie	Unidades	22,000	\$ 0.09	\$ 1,980.00	
				Subtotal	\$ 1,980.00	27.87
Siembra	Semillero	Jornales	10	\$ 10.00	\$ 100.00	
	Trasplante	Jornales	20	\$ 10.00	\$ 200.00	
				Subtotal	\$ 300.00	4.22
Fertilización	Biol	Litros	3,000	\$ 0.50	\$ 1,500.00	
	Humus	Kg	3,000	\$ 0.24	\$ 712.50	
	Ácido Húmico	Kg	1.3	\$ 15.70	\$ 19.63	
	Melaza	Litros	21	\$ 1.00	\$ 21.00	
		Jornales	10	\$ 10.00	\$ 100.00	
				Subtotal	\$ 2,353.13	33.12
Labores culturales	Deshierba(3)	Jornales	20	\$ 10.00	\$ 200.00	
	Tutoreo: alambre	Kg	80	\$ 0.45	\$ 36.00	
	Postes	Unidades	2,000	\$ 0.25	\$ 500.00	
		Jornales	4	\$ 10.00	\$ 40.00	
				Subtotal	\$ 776.00	10.92
Control fitosanitario	<i>T. Asperillum</i>	Kg	3.5	\$ 25.00	\$ 87.50	
	Dipel	Kg	1.5	\$ 42.00	\$ 63.00	
	Neem-x (Azadirachtina)	Litros	3	\$ 18.00	\$ 54.00	
	Azufre micronizado	Kg	1	\$ 7.20	\$ 7.20	
		Jornales	15	\$ 10.00	\$ 150.00	
				Subtotal	\$ 361.70	5.09
Cosecha	Cosecha (6)	Jornales	28	\$ 10.00	\$ 280.00	
				Subtotal	\$ 280.00	3.94
Costos directos				Total	\$ 6,178.83	86.96
Costos indirectos	15% (Costos indirectos)				\$ 926.82	13.04
Costos totales					\$ 7,105.65	100
Rendimientos	(6 cosechas)	Kg	14,000	\$ 0.80	\$ 11,200.00	
Beneficio –Costo					\$ 1.58	

En la tabla 14 se muestran los coeficientes técnicos y costos por hectárea del pimiento, tomando en cuenta cada una de las labores realizadas en el experimento. Estos datos fueron obtenidos realizando una extrapolación a partir del área utilizada en el experimento. Se obtuvo

un costo directo de \$ 6,178.83, un costo indirecto de \$ 926.82 y un costo total de \$ 7,105.65. Del costo total, el rubro más importante corresponde a fertilización (33.12 %) seguido por el costo de las plántulas de pimiento (27.87 %). Así mismo, en el caso del rendimiento se obtuvo el peso total de 14,000 kg correspondiente a las 6 cosechas realizadas en los 4 bloques ensayados; además se investigó que el precio de cada kg de pimiento corresponde a \$ 0.80 el cual se utilizó para obtener la relación beneficio costo en este cultivo.

En el costo de producción no se incluyó la infraestructura (invernadero); sin embargo, se hizo una estimación del costo de producción en dicha infraestructura el cual para un área de 460 m² y depreciado a 10 años es de \$ 460 anuales.

VIII. DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de los resultados en la variable mortalidad de planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Aparentemente hubo un efecto positivo del hongo *Trichoderma* en asociación con el sustrato esterilizado, sobre el oomiceto *P. capsici*, ya que la mortalidad de plantas fue mucho menor en T 4 (sustrato esterilizado + *T. asperellum*). Sin embargo, no existe diferencia estadística de acuerdo al ADEVA. Posiblemente el aparente efecto benéfico del hongo *Trichoderma* se debe como señala a Peldoza (2005), a que las aplicaciones de *Trichoderma* spp inducen un sistema de defensa de la planta en contra de *P. capsici* el cual reduce a la mitad la necrosis del tallo que provoca la caída de plántulas en pimiento. Otra posibilidad y de acuerdo a León et al., (2012), puede ser que los compuestos de la fertilización orgánica hayan sido un medio ideal para la proliferación de hongos y bacterias benéficas los cuales reducen el riesgo en el desarrollo de enfermedades en las plantas, los cuales pudieron estar presentes durante todo el ciclo del cultivo de pimiento y evitaron una mayor tasa de mortalidad de plantas en todos los tratamientos. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que en un estudio realizado por Cobo (2012) , en el mismo sitio en donde se realizó el presente experimento, se evaluó el efecto de la fertilización orgánica a base de biol en la producción de pimiento híbrido Quetzal y se hicieron aplicaciones de *Trichoderma* spp. en etapa de semillero y campo con la finalidad de evitar mortalidad de plantas causadas por patógenos; por lo tanto, el hongo pudo haberse establecido y multiplicado en este sitio y pudo haber influido en el experimento de tal manera que no se apreciaron efectos significativos en las variables analizadas. Por otro lado, el buen manejo agronómico, tales como el manejo de agua, fue importante ya que según lo mencionado por Armstrong et al., (2006), el sembrar en camas altas (15 y 25 cm de alto) evita la acumulación de agua alrededor de las plantas y así mismo, de acuerdo al reporte de Babadoost (2001), evitar la altura de agua excesiva y un buen drenaje, previene el desarrollo y la diseminación del patógeno en el cultivo lo que favoreció una menor tasa de mortalidad de plantas de pimiento en todo el experimento.

En cuanto a la variable altura de planta, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. T 5 (sustrato desinfectado con fungicida) obtuvo un valor de 66.28 cm el cual fue mayor a la media general de 64.78 cm. En el análisis de esta variable, no se observó ningún cambio significativo en cuanto a la altura o estructura de la planta ni en T 2 (sustrato no tratado + *T. asperellum*) ni en T 4 (sustrato tratado + *T. asperellum*) pese a que estudios realizados anteriormente demuestran que el uso de *Trichoderma* spp, promueve la elongación en plántulas de manzanas y el aumento del crecimiento del sistema radicular en plantas mejoradas de maíz dulce (Elkin et al., 2009).

De igual manera, con respecto a la variable número de frutos totales y peso de fruto, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Con respecto a la variable número de frutos, el T 5 (sustrato desinfectado con fungicida) obtuvo un valor de 33, el mismo que fue mayor a la media general de 30.03, obtenida.

En el caso de la variable, peso de fruto, el valor más alto encontrado fue de 4.03 en T 5 (sustrato desinfectado con fungicida), cuyo valor es mayor que la media general de 3.44. No existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados (en ambos casos). El hongo *T. asperellum* no influyó en estas variables por lo que en este caso no coincide con lo mencionado por Harman et al., (2011), quienes señalan que los cultivos al ser tratados con cepas de *Trichoderma* spp, alcanzan cosechas con mayor productividad comparadas con los cultivos que no fueron sometidos a dicho tratamiento. Los resultados obtenidos en el presente estudio en relación al peso de frutos, tampoco coincide con lo manifestado por Chang et al., (1986), quienes reportan el incremento de la productividad de pimiento al aplicar *Trichoderma* spp en el suelo.

En cuanto a la variable longitud de fruto y diámetro de fruto no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. En cuanto a la variable longitud de fruto, el valor más alto encontrado fue en T 2 (sustrato no tratado + *T. asperellum*) cuyo valor corresponde a 14.28 cm el mismo que fue mayor en comparación con el resto de tratamientos y la media general (13.96 cm). Con respecto a la variable diámetro de fruto, se observó que T 4 (sustrato tratado + *T. asperellum*) obtuvo un valor de 5.46 cm, siendo este valor mayor en comparación con la media general (5.35 cm). Estos valores encontrados tanto para longitud

como para diámetro de fruto son muy similares con respecto a las características del pimiento híbrido Nathalie mencionadas por Gonzalez (2008), en el cual se muestra que las dimensiones del fruto para este híbrido oscilan entre 8 y 15 cm., de longitud y entre 3 y 5 cm de diámetro, por lo que los valores promedios encontrados en el análisis de estas dos variables (13.96 cm y 5.35 cm) están dentro del rango descrito.

Aparentemente, las aplicaciones de *Trichoderma* spp. realizadas en un experimento previo, en combinación con las aplicaciones del té de humus como fertilizante orgánico en el presente estudio, enmascaró el efecto benéfico del hongo en todas las variables analizadas.

De acuerdo al análisis de varianza (ADEVA), las medias de los tratamientos de cada una de las variables evaluadas no fueron significativamente diferentes en el presente experimento.

En cuanto al análisis económico en este sistema de producción, se obtuvo un costo directo de \$ 6,178.83 por hectárea, el mismo que es alto en comparación con lo encontrado por Cobo (2012) quien reporta un costo de \$ 1,913.10. Esto se debe principalmente a un alto uso de fertilizantes orgánicos en este sistema de producción cuyo valor corresponde a \$ 2,353.13 (33.12%), debido a la necesidad de altas dosis de abono orgánico para suplir los requerimientos nutricionales de las plantas ya que los precios de los fertilizantes orgánicos son más elevados que los fertilizantes químicos. El segundo rubro importante, es el rubro plántulas de pimiento cuyo valor corresponde a \$ 1,980.00 (27.87%).

Pese a los altos costos de fertilización y plántulas que suman más del 60 % del costo total, el análisis económico indicó una relación beneficio-costos de \$ 1.58 (por cada dólar invertido se obtiene una ganancia de 0.58 dólares) cuyo valor es positivo a pesar de sus costos directos elevados en este análisis mostrando la rentabilidad del cultivo de pimiento mediante este sistema de producción.

IX. CONCLUSIONES

- En este estudio, el uso de *T. asperellum* no mostró ningún efecto sobre las variables estudiadas: mortalidad de planta, altura de planta a la floración, número de frutos, peso de fruto, longitud de fruto y diámetro de fruto en los tratamientos evaluados.
- Existe una tendencia favorable para T5 (sustrato desinfectado con fungicida) ya que los valores de las medias de las variables: altura de planta, número de frutos y peso de fruto, fueron mayores a la media general, de tal manera que ameritaría confirmar esta aseveración en futuros estudios.
- En cuanto al análisis económico, es rentable el uso de este sistema de producción en pimiento incluido el rubro hongo *T. asperellum* en el costo de producción, ya que mediante extrapolación se obtuvo una producción de 14 t/ha (6 cosechas); además que se encontró una relación de beneficio-costo de \$1.58.

X. RECOMENDACIONES

- Repetir el experimento de invernadero en un área donde previamente al experimento, no se hubiera aplicado al suelo *Trichoderma* spp.
- Se recomienda evaluar *Thichoderma* spp. en fase de campo en mayor superficie.
- Es necesario tecnificar el sistema de riego para así aprovechar de mejor manera el agua y el sistema de fertilización orgánica para abaratar y optimizar la producción de pimiento, dado que en este estudio se utilizó riego por gravedad y fertilización manual.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Abad, M. (1991). Los sustratos hortícolas y las técnicas de cultivo sin suelo. En L. Rallo, y F. Nuez, En la Horticultura Española en la C.E. (págs. 270-280). Reus: Ediciones de Horticultura S.L.
- 2 Armstrong, A., Essauí, O., y Semidey, N. (2006). Conjunto tecnológico para la producción de ají dulce. Universidad de Puerto Rico, Recinto universitario Mayaguez. Colegio de ciencias agrícolas. Estación experimental agrícola. Río Piedras. Puerto Rico, 19.
- 3 Babadoost, M. (2001). Phytophthora blight of cucurbits. Report on plant disease. RPD No. 945. Department of crops sciences University de Illinois extension.
- 4 Cardona, R., Rodríguez, H., y Nass, H. (1997). Distribución vertical de esclerocios y control del hongo *Macrophomina phaseolina* con el hongo antagonista *Trichoderma* spp. Fitopatología Venezolana. Maracaibo, Venezuela, 72.
- 5 Chang, Y. C., Chang, Y.-C., y Baker, R. (1986). Increased growth of plants in the presence of the biological control agent *Trichoderma harzianum*. Plant disease. , 70. No 2, 145-148. Rehovot, Israel.
- 6 Cobo, R. (2012). Efecto de fertilización a base de biol en la producción de pimiento (*Capsicum annum*) híbrido Quetzal bajo condiciones de invernadero. Tesis. USFQ. Ecuador.
- 7 Cobos, G. M. (2010). "Evaluación de cepas nativas de *Trichoderma* spp. para el control de sigatoka negra (*Paracercospora fijiensis* M.) en el cultivo de banano (*Musa paradisiaca*) en fase de laboratorio". Tesis. ESPE. Santo Domingo, Ecuador.
- 8 De las Heras, J., Concepción, F., y Meco, R. (2003). Fundamentos de la agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas. Cuenca. España: Ediciones de la Universidad Castilla-La Mancha.
- 9 Elad, Y., Chet, I., y Katan, J. (1980). *Trichoderma harzianum*: A Biocontrol Agent Effective Against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*. The American Phytopathological Society, Vol. 70, No. 2. , 119. Rohevot. Israel.
- 10 Elizarrarás, S., Serratos, J., López, E., y Miranda, L. (2009). La aplicación de ácidos húmicos sobre características productivas de *Clitoria ternatea* L. en la región Centro-Occidente de México. Avances en investigación Agropecuaria, 12. Jalisco. México.
- 11 Elkin, R., Barrera, J., y Oviedo, L. (2009.). Evaluación del antagonismo y multiplicación de *Trichoderma* sp. en sustrato de plátano en medio líquido estático.

- Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Córdoba, Montería, Colombia. Acta biol. Colomb., Vol. 14 N.º 3, 63.
- 12 FAO. (2011). Food and agriculture organization of the United Nations. Sede Roma. Italia.
 - 13 Fernández, M. (2010). Evaluación de sustratos de fibra de madera de pino frente a sustratos convencionales en cultivo hidropónico de tomate. Universidad pública de Navarra. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos. Navarra. España. 9 .
 - 14 Galeano, M. (2008). Efecto de *Trichoderma harzianum* T-22 (TRIANUM) sobre la cosecha de un cultivo de pimiento. R&D Koppert B.S.España., 1.
 - 15 García, M. (2006). Pimientos: Enfermedades fúngicas , bacterianas y fisiopatías. Ediciones de Horti, 59-60.
 - 16 García, R., Chiquito, E., Loeza, D., Godoy, H., Villordo, E., Pons, L., (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. Agrociencia. México, 4, 701-709.
 - 17 Gonzalez, V. (2008). Evaluación agronómica de cuatro materiales de chile (*Capsicum frutescens*) en campo abierto en una localidad en el Municipio de Copan Ruinas, Honduras. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario de Oriente agronomía, 13.
 - 18 GRANEX. (2013). Agroinsumos Granex C A. Venezuela.
 - 19 Harman, G., Howell C., G., Viterbo A., A., y Chet I., L. (2004). *Trichoderma* especie-symbionts avirulent opportunistic of the plant. Nat. Rev. Microbiology. NY. USA., 43-56.
 - 20 Hjeljord, L., y Tronsmo, A. (1998). *Trichoderma* and *Gliocladium* in biological control: an overview. En G. Harman , y C. Kubicek, *Trichoderma* and *Gliocladium* (Vol. 2, pág. 140). London.
 - 21 Kubicek, C., y Harman, G. (1998). *Trichoderma* and *Gliocladium* : Basic Biology, Taxonomy and Genetics (Vol. 1). London. UK.
 - 22 Kumar, Reddi Sudheer, M., John Reddy, M., y Chenchu, B. (2008). Morphological Characteristics of *Trichoderma* spp. En *Biological Control of Plant Pathogens, Weeds and Phytoparasitic Nematodes* (pág. 43). Hyderabad, IND: Global Media.

- 23 Lemaire, F., Dartigues, A., Riviére, L., Charpentier, S., y Morel, P. (2005). En Cultivos en macetas y contenedores: principios agronómicos y aplicaciones (págs. 109-112). Madrid. España: Grupo Mundi Prensa.
- 24 León, N., Gutiérrez, F., Rincón, R., Alvarez, J., y Méndez, O. (2012). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. *Gayana Bot.* 69(Número Especial), 49-50. México.
- 25 MAG. (1986). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Inventario de plagas, enfermedades y malezas del Ecuador. Quito. Ecuador.
- 26 MAGAP. (2013). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. III Censo Nacional Agropecuario 2000. Quito-Ecuador.
- 27 Martínez, A., Lacasa, A., y Tello, J. (2010). Ecología de la microbiota fúngica de los suelos de los invernaderos de pimiento y su interés agronómico. Centro de Publicaciones: Paseo de la Infanta Isabel. España, 36-37.
- 28 Medrano, A., y Ortuño, N. (2007). Control del damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba –Bolivia. Departamento de Ciencias Exactas e Ingenierías. Universidad Católica Boliviana y Fundación PROINPA. *Acta Anova*, Vol.3, 660,677.
- 29 Monte, E., y Llobell, A. (2004). Trichoderma y agricultura ecológica. V Congreso mundial del aguacate. A-139, (pág. 328). España.
- 30 Muñoz, J. (2011). Caracterización molecular y funcional de *Trichoderma* spp. recolectadas en fincas orgánicas de la región sierra del Ecuador. Tesis. ESPE. 15.
- 31 Namesny, A. (1996). Pimientos. Barcelona, España: Ediciones de Horticultura, S.L.
- 32 Narváez, F. (2007). Humus de lombriz. Temuco. Chile.
- 33 Nuez, F., Gil, R., y Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Madrid. España: Grupo Mundi Prensa.
- 34 OMRI. (2011). Organic Materials Review Institute. OMRI Products List. Eugene, OR. USA.
- 35 Paulitz, T., y Bélanger, R. (2001). Biological control in greenhouse systems. *Annual Review of Phytopathologie*. USA, 39, 103-132.
- 36 Peldoza, M. J. (2005). Evaluación de tres cepas nativas de *Trichoderma* spp. en el control de caída de plántulas en almácigo de pimentón (*Capsicum anuum*). Tesis.

- Universidad de Talca. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. Chile, 11, 15-18.
- 37 Rincón, A., Benítez, T., Codón, A., y Moreno-Mateos, M. (2009). Biotechnological Aspects of *Trichoderma* spp. En M. Rai, & P. Bridge, *Applied micology* (págs. 216,217,218). UK: CABI Publishing.
- 38 Rojas, M., y Turriago, E. (2012). Biofungicida a partir de jugo de fique (*Furcraea* spp.) y evaluación de su efectividad sobre la gota (*Phytophthora infestans*) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*). *Revista Educación en Ingeniería*, Vol.7, 14.
- 39 Sánchez, J. (2010). *Introducción al diseño experimental*. Quito. Ecuador: Innovación Digital.
- 40 Sauer, J. D. (1993). *Historical geography of crop plants: a select oster*. Florida. Estados Unidos: Lewis Publishers.
- 41 Sid Ahmed, A., Perez-Saanchez, C., Egea, C., y Candela, M. (1999). Evaluation of *Trichoderma harzianum* for controlling root rot caused by *Phytophthora capsici* in pepper plants. *Plant Pathology*, Vol.48, 58.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Distribución de los tratamientos en el ensayo

		Repeticiones			
		I	II	III	IV
T r a t a m i e n t o s	T1: Sustrato no tratado		T4: Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	T3: Sustrato esterilizado	T5: Sustrato desinfectado con fungicida
	T3: Sustrato esterilizado		T2: Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	T5: Sustrato desinfectado con fungicida	T1: Sustrato no tratado
	T5: Sustrato desinfectado con fungicida		T3: Sustrato esterilizado	T4: Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>	T4: Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>
	T2: Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>		T5: Sustrato desinfectado con fungicida	T1: Sustrato no tratado	T3: Sustrato esterilizado
	T4: Sustrato esterilizado + <i>T. asperellum</i>		T1: Sustrato no tratado	T2: Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>	T2: Sustrato no tratado + <i>T. asperellum</i>

Anexo 2. Datos originales de la variable mortalidad (promedio en 5 cosechas)

		Repeticiones			
Tratamientos	I	II	III	IV	
1	1	4	9	7	
2	8.4	11.6	2.4	3	
3	3.4	8.2	1	2.4	
4	1.6	1.2	3	4.6	
5	2.6	18.8	2.4	0.6	

Anexo 3. Datos transformados tomados de los datos originales (anexo 2) a escala de raíz cuadrada.

		Repeticiones			
Tratamientos	I	II	III	IV	
1	1	2	3	2.645751	
2	2.898275349	3.405877	1.549193	1.732051	
3	1.843908891	2.863564	1	1.549193	
4	1.264911064	1.095445	1.732051	2.144761	
5	1.61245155	4.335897	1.549193	0.774597	

Fausto Javier Tituaña

E-mail: javier_titu@yahoo.es/ fausto.tituana@estud.usfq.edu.ec · *Teléf. :* (593)2123-080 /
0984894295

PERFIL

Ingeniería de agro empresas con conocimiento en industria de alimentos.

Idiomas: español (avanzado), inglés (intermedio), alemán (básico), quichua (básico).

Programas de computación: Excel, Word, Powerpoint; principios de AutoCAD, manejo de recursos electrónicos en línea para bibliotecas (MARC y ALEPH).

Conocimiento de Internet, correos electrónicos, redes sociales y videoconferencias.

Otros: Marketing, economía, administración; evaluación sensorial, biotecnología de alimentos y agrobiotecnología,

Áreas de interés laboral: Administración de negocios agropecuarios, administración de personal, preparación y evaluación de proyectos, control de calidad de los productos agrícolas y de la agro industrialización de productos para consumo local y exportación, desarrollo de nuevos cultivos y cría de animales, manejo integrado de plagas, levantamiento de información social, y ONG's.

Mi interés: trabajar dentro y fuera del país.

Grupo étnico: Kayambi

EDUCACIÓN

Universidad San Francisco de Quito.

2005-2011

Quito – Ecuador

ESTUDIANTE BECADO, EGRESADO DE INGENIERÍA EN AGRO- EMPRESAS

HONORES

The University of New México

Junio-Julio 2012

Albuquerque – Estados Unidos

Beca completa para participar en el programa: ENGLISH INTENSIVE AND INTERCULTURAL EXCHANGE

Kibbutz Ramat Rachel

Febrero- Marzo 2011

Tel Aviv - Israel

Beca completa para participar en el CURSO DE “LIDERAZGO JUVENIL-HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS” EN EL CENTRO INTERNACIONAL DE CAPACITACIÓN “A. OFRI”, JERUSALEN

SEMINARIOS

Universidad San Francisco de Quito

Quito-Ecuador

- PROGRAM IN SUSTAINABLE ENERGY DEVELOPMENT.
- CERTIFICACIÓN ORGÁNICA Y SIMPOSIO DE FISIOLOGÍA VEGETAL.
- LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN SOCIOECONOMICA (PROYECTO NEBE-NATIONALIZATION OF EXTRACTION IN BOLIVIA AND ECUADOR)

Escuela Politécnica Nacional y Senacyt

Quito-Ecuador

PROYECTO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTUDIO PILOTO DEL VICAT (ÍNDICE DE VITALIDAD DEL CONOCIMIENTO ANCESTRAL) EN ECUADOR.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)

Chimborazo-Ecuador.

II CUMBRE DE LIDERAZGO UNIVERSITARIO ACTIVADOS (CRUZADA ESTUDIANTIL Y PROFESIONAL DEL ECUADOR)

AICO (Autoridades Indígenas de Colombia) en unión con la Fundación de Culturas Indígenas Kawsay.

Nariño – Colombia

INTERCAMBIO DE EXPERIENCIAS CON EL PUEBLO PASTO. TEMAS: GESTIÓN TERRITORIAL, GOBIERNOS COMUNITARIOS Y RECURSOS NATURALES

Conferencias: SRI, Liderazgo transformador, optimizaré, evaluación valoración y retroalimentación en el proceso de aprendizaje, agroecología, soberanía alimentaria, política nacional e interculturalidad.

EXPERIENCIA LABORAL

Quito-Ecuador. Levantamiento de información social a comerciantes formales e informales. Proyecto titulado “Rights in the city: Developing pro-poor policies with street traders in Latin America”. Cardiff University (Reino Unido). Abril 2013

Tumbaco- Ecuador. Uso del hongo *Trichoderma asperellum* en plántulas de pimiento (*Capsicum annum*) y su efecto sobre la supervivencia y productividad en campo. 2013

Cumbayá –Ecuador. Asistente de Audiovisuales y procesos técnicos en manejo de recursos electrónicos en línea. Biblioteca USFQ (2008-2013).

Esmeraldas-Ecuador. Pasantías en las finca “Agua Viva” y “Arely” en cultivos de palma africana, palmito y cacao (julio-agosto 2011).

Quito -Quinche- Ecuador. Asesor técnico. Junta de agua potable; comunidad San José el Quinche (2008-2012) medio tiempo.

PERSONALIDAD

Motivado en el trabajo y desarrollo comunitario; he colaborado con la fundación SIGVOL (Servicio Ignaciano de Voluntariado) en la construcción de escuelas en San Gabriel, provincia del Carchi.

Disfruto las caminatas por las montañas; el deporte de aventuras, atletismo, danza, el arte y la pintura.

Me considero sociable, creativo, innovador y perseverante en el logro de objetivos a corto y largo plazo.

REFERENCIAS PERSONALES

Eduardo Uzcategui. Director de Ing. en Agroempresas. USFQ

Email: euзcategui@usfq.edu.ec

David Romo. Director Programa de Diversidad Étnica. USFQ

E-mail: dromo@usfq.edu.ec

Telf.: 0999202613

Sally-Alice Thompson. Sister Cities International (SCI).U.S.A.

E-mail:sally-alice@centurylink.net

Mery Pilco. Gobierno Parroquial del Quinche. Ecuador

E-mail:mypilco@hotmail.com

Telf.: 0995921542