

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

***APLICACIÓN DE *Trichoderma* spp. COMO
CONTROLADOR DE *Phytophthora capsici* Leo.
en *Capsicum annuum* L. “ají páprika” var. PAPRI
KING, bajo condiciones de vivero***

PRESENTADO POR:

Carmen Eufemia Rojas Zenozaín

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN DOCENCIA
SUPERIOR E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA**

ASESOR:

Dra. Dori Udulia Felles Leandro

HUACHO - 2019

*APLICACIÓN DE Trichoderma spp. COMO CONTROLADOR DE
Phytophthora capsici Leo. en Capsicum annuum L. “ají páprika” var.
PAPRI KING, bajo condiciones de vivero*

Carmen Eufemia Rojas Zenozaín



TESIS DE MAESTRÍA

ASESOR: Dra. Dori Udulia Felles Leandro

UNIVERSIDAD NACIONAL

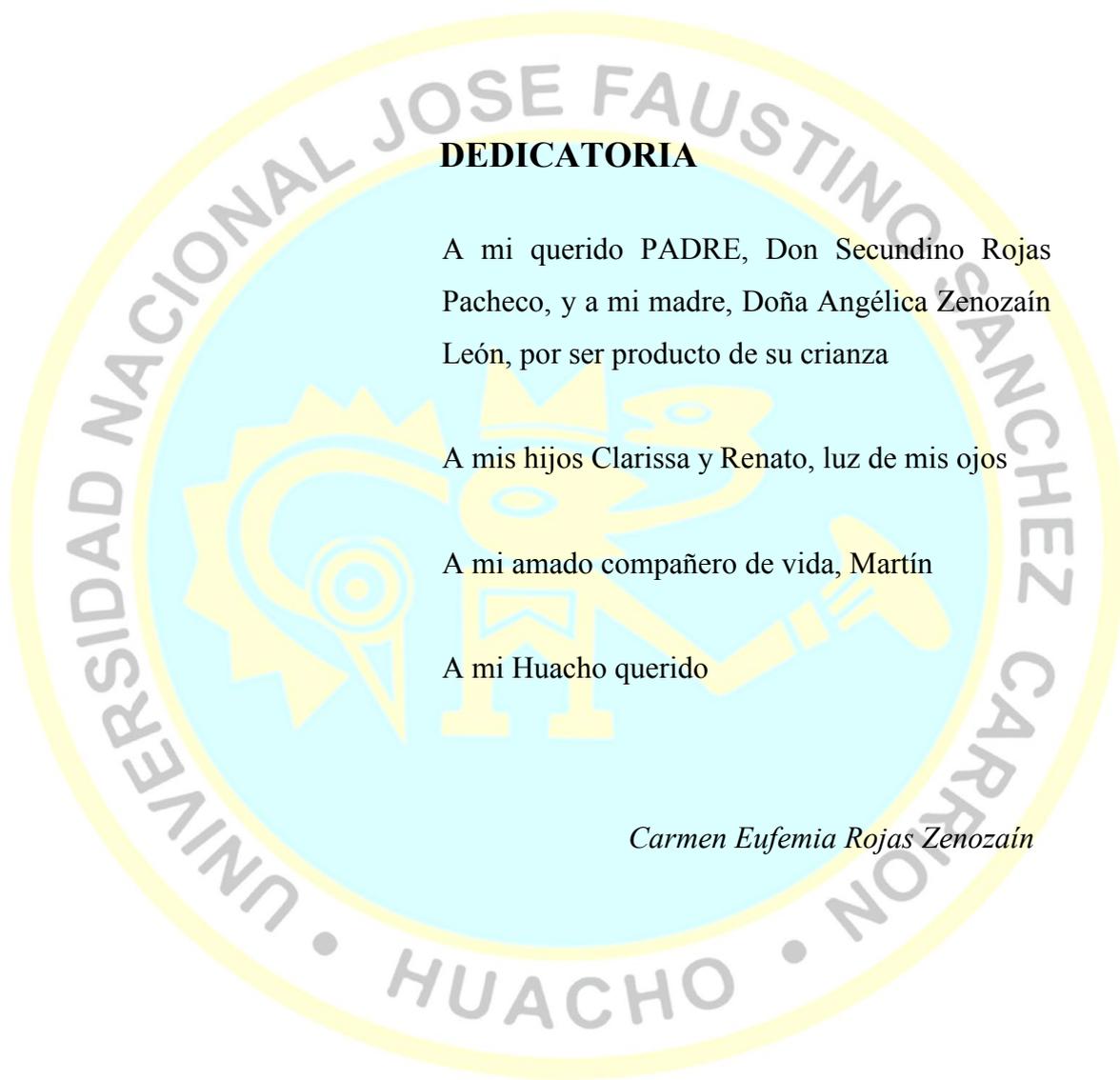
JOSÉ FAUSTINO SNCHZ CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRO EN DOCENCIA SUPERIOR E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA

HUACHO

2019



DEDICATORIA

A mi querido PADRE, Don Secundino Rojas Pacheco, y a mi madre, Doña Angélica Zenozaín León, por ser producto de su crianza

A mis hijos Clarissa y Renato, luz de mis ojos

A mi amado compañero de vida, Martín

A mi Huacho querido

Carmen Eufemia Rojas Zenozaín

AGRADECIMIENTO

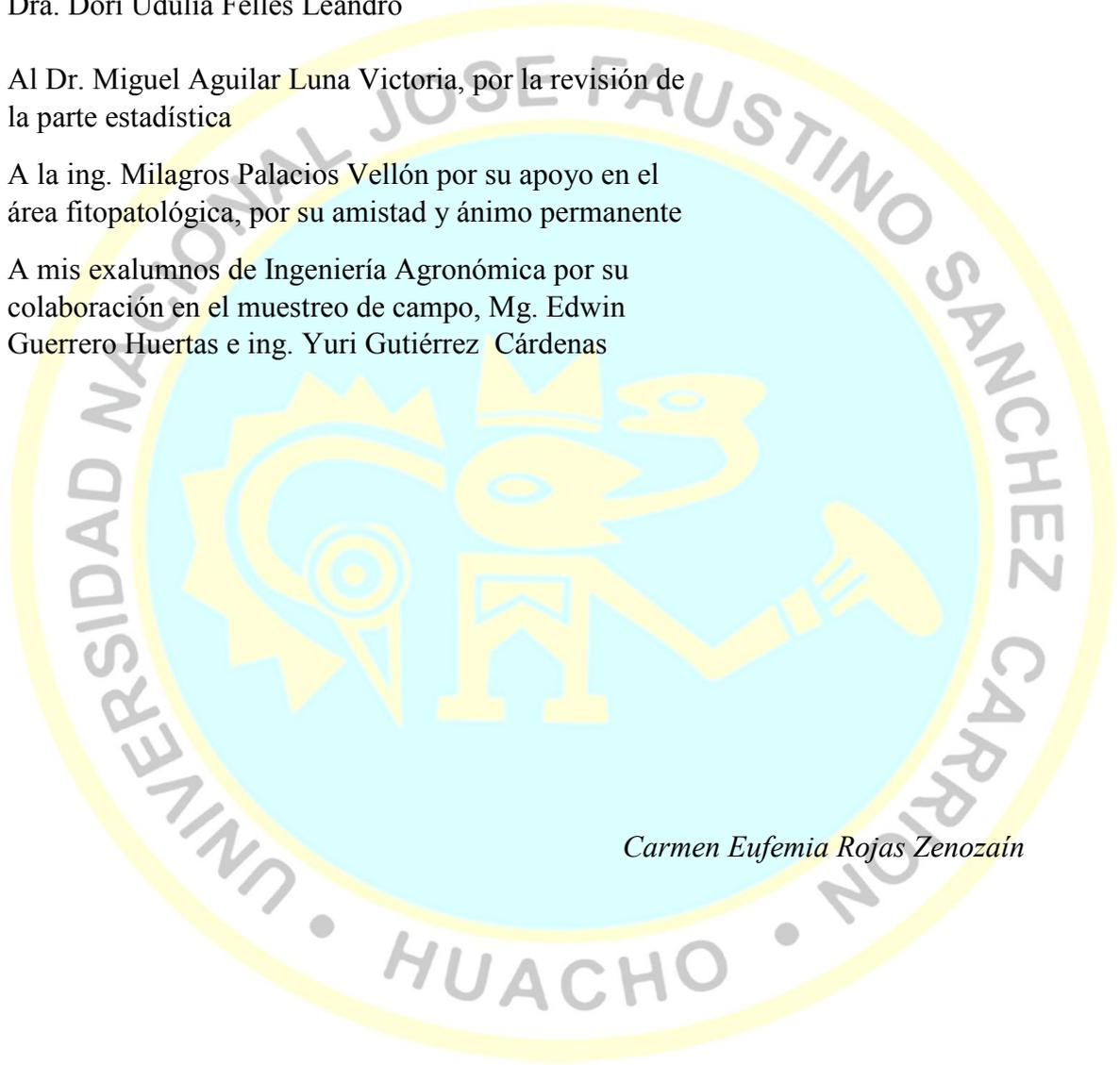
A mi asesora de tesis y exalumna,
Dra. Dori Udulia Felles Leandro

Al Dr. Miguel Aguilar Luna Victoria, por la revisión de
la parte estadística

A la ing. Milagros Palacios Vellón por su apoyo en el
área fitopatológica, por su amistad y ánimo permanente

A mis exalumnos de Ingeniería Agronómica por su
colaboración en el muestreo de campo, Mg. Edwin
Guerrero Huertas e ing. Yuri Gutiérrez Cárdenas

Carmen Eufemia Rojas Zenozáin



ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 Objetivos de la investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	3
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.6 Viabilidad del estudio	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	8
2.2 Bases teóricas	9
2.3 Bases filosóficas	20
2.4 Definición de términos básicos	21
2.5 Hipótesis de investigación	23
2.5.1 Hipótesis general	23
2.5.2 Hipótesis específicas	23
2.6 Operacionalización de las variables	23

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico	24
3.2 Población y muestra	24
3.2.1 Población	24

3.2.2	Muestra	24
3.3	Técnicas de recolección de datos	25
3.4	Técnicas para el procesamiento de la información	28
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS		
4.1	Análisis de resultados	29
4.2	Contrastación de hipótesis	31
CAPÍTULO V		
DISCUSIÓN		
5.1	Discusión de resultados	38
CAPÍTULO VI		
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		
6.1	Conclusiones	40
6.2	Recomendaciones	41
REFERENCIAS		42
7.1	Fuentes documentales	42
7.2	Fuentes bibliográficas	45
7.3	Fuentes hemerográficas	47
7.4	Fuentes electrónicas	53
ANEXOS		54

RESUMEN

El cultivo de *Capsicum annuum* “páprika” en los valles de Huaura y Barranca es un rubro importante en la exportación de vegetales en Perú y la enfermedad de la “tristeza” causada por *Phytophthora capsici* Leo. se convierte en un problema sanitario controlado usualmente con productos agroquímicos que no ofrecen los resultados esperados. Por ello el ofrecer una alternativa ecológica de control preventivo de la enfermedad es el objetivo del presente estudio.

A nivel de vivero se estudió un total de 66 plantines de “páprika” distribuidos en 9 tratamientos más un tratamiento positivo y otro negativo. Las raíces de los plantines de los primeros 9 tratamientos se sumergieron en una solución de 0,2 g de *Trichoderma spp.*/planta durante 20 minutos previo a su traslado al contenedor definitivo; no así los testigos positivo y negativo. A la semana, se inoculó 5 ml del fitopatógeno en una concentración de 1×10^4 zoosporas/ml⁻¹ al drench. La primera aplicación de *Trichoderma spp.* se realizó a la semana de inoculado el patógeno y luego cada 15 días según tratamiento (0.2 gr *Trichoderma spp.*/planta, 0.4 gr *Trichoderma spp.*/planta o 0.8 gr *Trichoderma spp.* /planta). Las observaciones se ejecutaron con un intervalo de 5 días.

Los resultados no muestran diferencia significativa de incidencia, severidad y longitud de tallo entre los tratamientos. Solo fue significativa a nivel de longitud raíz entre los tratamientos al 0.40 gr *Trichoderma spp.*/planta y 0.80 gr *Trichoderma spp.*/planta.

Palabras clave: *P. capsici* *Capsicum annuum* Control biológico *Trichoderma*

ABSTRACT

Huaura and Barranca valleys have *Capsicum annuum* "paprika" as an important commercial peruvian crop and *Phytophthora capsici* Leo. as the cause of "sadness" disease. This sanitary problem is usually controlled by agrochemicals that not offer the expected results. Therefore, yield an ecological alternative to preventive control of the disease is the objective of this study.

At nursery level, a total of 66 "paprika" seedlings distributed in 9 treatments plus a positive and a negative treatment were studied. The roots of the seedlings of the first 9 treatments were submerged in a solution of 0.2 g of *Trichoderma spp.* / plant for 20 minutes prior to its transfer to the final container; not so the positive and negative controls. A week later, 5 ml of the phytopathogen at a concentration of 1×10^4 zoospores / ml-1 was inoculated by drench.

The first application of *Trichoderma spp.* was carried out a week after the pathogen was inoculated and then every 15 days according to treatment (0.2 gr *Trichoderma spp.*/plant, 0.4 gr *Trichoderma spp.*/plant or 0.8 gr *Trichoderma spp.* / plant). The observations were executed with 5 days of interval.

The results show no significant difference in incidence, severity and stem length between treatments. It was only significant at the root length level between treatments at 0.40 gr *Trichoderma spp.*/plant and 0.80 gr *Trichoderma spp.*/plant.

Keywords: *P. capsici* *Capsicum annuum* Biological control *Trichoderma*

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las Variables	23
Tabla 2. Tratamientos con <i>Trichoderma</i> spp. según Concentración, Dosis y Número de aplicaciones luego de inoculación de <i>P. capsici</i> Leo. en <i>Capsicum annuum</i> L.	25
Tabla 3. Escala de Kim, E. y B. Hwang (1992) para medir severidad de la enfermedad causada por <i>P. capsici</i> Leo. Escala de Kim, E. y B. Hwang (1992) para medir Severidad de la enfermedad causada por <i>P. capsici</i> Leo.....	27
Tabla 4. Prueba ANOVA de incidencia (%) y severidad de <i>Phytophthora capsicum</i> Leo. inoculado sobre <i>Capsicum annuum</i> "páprika" entre tratamientos con diferentes concentraciones y número de aplicaciones de <i>Trichoderma</i> spp.....	31
Tabla 5. Prueba ANOVA de la altura final de planta (cm) de <i>Capsicum annuum</i> L. "páprika" en los diferentes tratamientos con <i>Phytophthora capsicum</i> Leo.....	32
Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas en longitud de raíz (cm) de <i>Capsicum annuum</i> "páprika" en relación a los Tratamientos al final del experimento	33
Tabla 7. Prueba ANOVA de longitud de raíz al final del experimento, entre Tratamientos de <i>Capsicum annuum</i> "páprika" inoculadas con <i>P. capsicum</i> Leo.....	33
Tabla 8. Prueba de comparación múltiple DMS para longitud de raíz entre diferentes Tratamientos de <i>Capsicum annuum</i> "páprika" y presencia de <i>P. capsicum</i> Leo.....	34
Tabla 9. Coeficientes de contraste entre Tratamientos	36
Tabla 10. Pruebas de contraste entre Tratamientos.....	36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo de vida de <i>Phytophthora capsici</i> Leo. agente causal de la "tristeza" en "pimiento"	19
Figura 2. Ciclo de vida de <i>P. capsici</i> y sus fases de reproducción sexual y asexual	19
Figura 3. Esporangios y esporas de <i>P. capsici</i> Leo.	20
Figura 4. Aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> según Tratamiento y la Incidencia (%) de <i>Phytophthora capsici</i> Leo. sobre <i>Capsicum annuum</i> "ají páprika" var. PAPRI KING a los 16 días despues de inoculado el fitopatógeno en condiciones de vivero.....	29
Figura 5. Comparación de aplicación de <i>Trichoderma spp.</i> según Tratamiento en relación a la Incidencia (%) de <i>Phytophthora capsici</i> Leo. sobre <i>Capsicum annuum</i> "ají páprika" var. PAPRI KING bajo condiciones de vivero a los 16 y 48 días de inoculado el fitopatógeno	30
Figura 6. Comparación de planta sana (T0), clortica (T3), Severidad grado1 (T2) y grado 5 (T5).....	31
Figura 7. Incremento promedio de Altura de plantas (cm) de <i>Capsicum annuum</i> L. "páprika" inoculadas con <i>P. capsici</i> Leo. según Tratamientos al final del experimento ...	32
Figura 8. Longitud final de raíz (cm) de plantas de <i>Capsicum annuum</i> L. "páprika" inoculadas con <i>P. capsici</i> Leo. según Tratamientos	34
Figura 9. Gráfico de Prueba de comparación múltiple DMS para longitud de raíz entre diferentes Tratamientos de <i>Capsicum annuum</i> "páprika" con <i>Trichoderma spp.</i> e inoculadas con <i>P. capsici</i> Leo.	35

INTRODUCCIÓN

En nuestro país el cultivo de “páprika” es un cultivo de exportación de importancia en la costa peruana y en zonas interandinas de la sierra, y se exporta seca entera, seca prensada, en polvo, triturado, rodajas, conserva, fresco, resina.

En el año 2009 el Perú se situó como el primer exportador mundial de “páprika” con 48,125.36 tn y con un precio FOB de 91'604.71 miles de dólares. (ADEX, 2011)¹. Para el año 2014 el Perú exportó “páprika” con un valor FOB de \$ 73,420,280 ; en el 2015 \$ 80,058,469. El año 2016 el valor FOB fue de \$ 74'113,296 y para el 2017 \$ 62,048,778, presentando un crecimiento porcentual negativo al comparar las exportaciones durante el periodo 2014 – 2017 (ADEX DATA TRADE, 2018, comunicación personal de S&M Foods)

El “ají páprika” pertenece al Género *Capsicum* que comprende a diferentes Especies de ajíes que son exportados por nuestro país, tales como, pimiento morrón (31%), paprika entera seca (24%), pimiento piquillo (21%), páprika molida (13%), chile ancho (5%), pasta de ají (4%), y páprika en trozos (2%) (PromPerú, 2014).

Sin embargo, el problema de sanidad y el consecuente rechazo del producto por uso o mal uso de agroquímicos de parte de U.S.A. y España, mercados marcados por la compra de productos inocuos, obligan a encontrar una alternativa viable y de bajo costo para el agricultor.

Esta investigación es una propuesta de control biológico de una de las enfermedades más persistentes del cultivo, “marchitez”, causado por un complejo de patógenos, siendo el específico para los *Capsicum*, *Phytophthora capsici* Leo., utilizando un grupo de hongos del género *Trichoderma* como una propuesta que represente una estrategia de protección del ambiente y un beneficio económico a los agricultores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Las principales zonas de producción de “páprika” en el Perú son: Arequipa, Ica, Lima, Ancash, Lambayeque y Piura; destacándose Barranca como la mayor zona paprikera de Lima. Se exporta entera, seca, en polvo, triturada, en rodajas, congelada, resina.

La competencia en el mercado internacional impone un producto de calidad y mayor productividad. El ají “páprika” es muy sensible a plagas y enfermedades, las que además de bajar la producción deterioran el producto tanto en calidad como su inocuidad. *“En Majes, más del 50% de los pequeños agricultores asociados y no asociados presenta problemas en la calidad de su producto, asociado al problema de plagas y enfermedades y post cosecha, etapa en la cual es mayor la incidencia de contaminar el producto con micotoxinas”* (Borda, E. y G. Choquehuayta, 2010).

Entre los fitopatógenos del cultivo de “páprika” se encuentra *Phytophthora capsici* Leo. causante de la pudrición de cuello y raíces, y de la enfermedad denominada “tristeza, marchitez, quemazón,”. Este patógeno con distribución mundial, en México ocasionó pérdidas entre el 10% y 100% en cultivos de hortalizas (Avelar, 1989, mencionado por Santos , 2010).

El control químico que se realiza en nuestro país es en base a agroquímicos: fosetil de aluminio (compuesto organofosforado), mefenoxam (bencenoide) o sulfato de cobre pentahidratado, que no siempre rinden efectos satisfactorios a los agricultores.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida la aplicación de *Trichoderma spp.* actúa como preventivo y controlador de la aparición de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero?

1.2.2 Problemas específicos

¿La aplicación de las distintas dosis de *Trichoderma spp.* previene y controla la aparición de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero?

¿El número de aplicaciones de *Trichoderma spp.* previene y controla la aparición de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la concentración y número de aplicaciones de *Trichoderma spp.* como controlador de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la dosis de *Trichoderma spp.* para prevenir la aparición de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

Establecer el número de aplicaciones de *Trichoderma spp.* para prevenir la aparición de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

1.4 Justificación de la investigación

Justificación Teórica:

“Los costos ambientales (impacto sobre la vida silvestre, polinizadores, enemigos naturales, peces, calidad de agua y suelo) y el costo social (como el envenenamiento de agricultores, personal que los manipula y transporta, consumidor), asociados al uso de plaguicidas, alcanza cerca de 8 billones de dólares cada año” (Pimentel y Lehman, 1993)(mencionado por Nava-Pérez, Eusebi et al. 2012)

Existe una gama de tipos de control de la “marchitez” en “páprika” como el manejo cultural, genético, químico y el empleo de agentes biológicos (Avelar,1989; Goldberg, 1998; Akgüll, D. and M. Mirik. 2008; citados por Guigon et al, 2004). El control biológico mediante organismos antagónicos representa una valiosa herramienta no química para la protección de los cultivos contra hongos fitopatógenos (Ait-Lahsen et al., 2001) (Guigón et al., 2004) y apoya la condición de un producto sano y libre de agroquímicos para un mercado exigente; además de proteger al suelo evitando el daño a su flora (Vinale et al., 2008) y agua de la persistencia del accionar de los agroquímicos.

Justificación Epistemológica

La Ciencia y su metodología científica se aplican en esta investigación en razón de adquirir resultados fundamentados en trabajos previos dentro del área de estudio y el desarrollo de una metodología aplicada a las plantas cuando se les cultiva en campo. Asimismo, se pretende conseguir una mejora en el manejo de la enfermedad de la “tristeza” existente en el cultivo de *Capsicum annuum* L. “páprika” y consolidar este procedimiento bajo la óptica del control por agentes biológicos.

Justificación Legal

El uso de Plaguicidas Químicos de Uso Agrícola y Plaguicidas Biológicos de Uso Agrícola, se encuentra regulado por el Reglamento del Sistema Nacional de Plaguicidas de Uso Agrícola, DECRETO SUPREMO N° 001-2015-MINAGRI que tiene por finalidad “prevenir y proteger la salud humana y el ambiente, garantizar

la eficacia biológica de los productos, así como orientar su uso y manejo adecuado mediante la adopción de buenas prácticas agrícolas en todas las actividades del ciclo de vida de los plaguicidas”, aplicable a “toda persona natural o jurídica, sociedades de hecho, patrimonios autónomos, o cualquier otra entidad, de derecho público o privado, con o sin fines de lucro, en el ámbito de las actividades relacionadas al ciclo de vida de los plaguicidas de uso agrícola, en todo el territorio nacional”.

Justificación Práctica:

En nuestro país, y especialmente en “la zona de Barranca, el control químico de la “tristeza” en “páprika” representa “un 26.8 % del costo total/ha según declaraciones del ing. Fernández (J. Fernández, comunicación personal, 22 diciembre 2016) .

Esta investigación es una propuesta de control biológico de la “marchitez” utilizando un grupo de hongos del género *Trichoderma* como una propuesta que represente una estrategia de protección del ambiente y un beneficio económico a los agricultores dedicados a este cultivo bajo este método.

1.5 Delimitaciones del estudio

El estudio se realizó en el vivero de plantas ornamentales de la Facultad de Ingeniería Agraria, Alimentaria y Ambiental según el cronograma agronómico para el cultivo de “páprika” y con sustrato traído de La Araya – Barranca, por ser una zona paprikera. Las plántulas fueron obtenidas en un vivero comercial certificado, las cepas de *Trichoderma spp.* provinieron de una mezcla comercial utilizado por los agricultores y el fitopatógeno de cultivos puros provinieron de la fitoteca de la Universidad Nacional Agraria – La Molina.

1.6 Viabilidad del estudio

El estudio se desarrolló en dos fases: en laboratorio para la obtención de zoosporas de *Phytophthora capsici* Leo. y, en vivero para su inoculación a las plántulas de “páprika” y *Trichoderma spp.* comercial. Posteriormente el estudio de gabinete.

El aspecto limitante fue la no existencia de un laboratorio de microbiología bien implementado con reactivos químicos y equipos, y, al servicio de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

2.1.1.1 Para la variable *Trichoderma spp.*

Guigón et al. (2004) al realizar una investigación del tipo experimental sobre antagonismo de 6 cepas de *Trichoderma spp.* extraídas de suelos de áreas agrícolas que presentaban plantas sanas y con “marchitez” causada por *Phytophthora capsici* Leo. y enfrentarla con este fitopatógeno extraído del chile jalapeño; encontraron en algunas de ellas diferencias altamente significativas tanto “in vitro” como en invernadero, y a dos de ellas las proponen como alternativas efectivas para el biocontrol de la marchitez del chile causada por este patógeno y la biofertilización del cultivo.

Ezziyyani et al. (2004) en ensayos experimentales de *Trichoderma harzianum* sobre control biológico en *Capsicum annum* L.) “pimiento” var. California Wonder, muy sensible al ataque del hongo *Phytophthora capsici*, comparó su desarrollo en tres diferentes medios y soportes de cultivo. El método de producción de la biomasa de *Trichoderma harzianum* fue el más rentable por su rápido y abundante crecimiento, viabilidad y bajo costo para utilizarlo como inóculo del suelo. El test del antagonismo “in vitro” de ambos mostró que *Trichoderma harzianum* aumenta los niveles de enzimas hidrolíticas β -1,3- glucanasa (lisis enzimática), ejerce una mayor competencia por espacio y nutrientes e interacciona directamente con el patógeno (micoparasitismo), y por lo tanto, juega un papel importante en la reducción y destrucción de la colonia del patógeno. El filtrado del medio PDB donde se había cultivado *Trichoderma harzianum* afectó al crecimiento de las

radículas de las semillas “in vitro”. En ensayos “in vivo” las plantas crecidas a partir de semillas tratadas mostraron un peso seco superior al testigo. En definitiva, el tratamiento con *Trichoderma harzianum* redujo hasta un 65% la «tristeza» causada por el patógeno en plantas de “pimiento”.

Fernández-Herrera et al. (2007) estudiaron incidencia de *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* y *Fusarium oxysporum*, y su influencia en el crecimiento de *Lycopersicon esculentum* Mill.) “jitomate” var. Río Grande. Inoculaban plantas de “jitomate” con *Phytophthora capsici* (5×10^4 zoosporas mL⁻¹), *Rhizoctonia solani* (2% de grano infectado; grano/suelo), *Fusarium oxysporum* (5×10^6 conidios mL⁻¹) y la mezcla de los tres hongos a la misma concentración, para evaluar la eficacia biológica de productos comerciales a base de *Bacillus subtilis* Cohn, hongos micorrícicos arbusculares, *Trichoderma harzianum* Rifai y bacterias benéficas en condiciones de invernadero. Evaluaron la incidencia de la enfermedad a los 50 días después de la inoculación de los hongos, y la altura y biomasa seca total de las plántulas a los 35 días de edad. usaron un diseño completamente al azar, la unidad experimental estuvo constituida por cinco plántulas por repetición y 3 repeticiones por tratamiento. Los productos evaluados no protegieron a las plantas de “jitomate” de la infección ocasionada por *P. capsici*, *F. oxysporum* y la inoculación conjunta de los tres fitopatógenos. Sin embargo, la infección por *Rhizoctonia solani* fue reducida de manera eficiente con estos productos: *Trichoderma harzianum* fue eficiente al 100%, mientras que los tratamientos Bio, End y 343 protegieron 73.3% a las plántulas en un suelo infestado con inóculo de este patógeno. En los tratamientos Bio, Bio + End y End + 343 se incrementó la altura 162.7, 149.4 y 47%, respectivamente. La inoculación de *P. capsici* fue alta: 5×10^4 zoosporas mL⁻¹ por planta.

Vinale et al. (2008) realizaron una revisión del Género *Trichoderma* y presentaron resultados sobre biocontrol generado por la interacción *Trichoderma*-planta-patógeno, aspectos biológicos sobre el tema, sobre la supresión de enfermedades. Así mismo refuerza la rápida identificación de cepas efectivas y sus aplicaciones, pero también los potenciales para la mejora de las cepas naturales de *Trichoderma*.

En el estudio realizado en cuatro cepas de *Trichoderma* spp nativas del noreste de México, e identificadas mediante secuenciación ITS 1, el grupo de Mendoza et al. (2011) evaluó su capacidad antagonista contra los hongos fitopatógenos como *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium oxysporum*. Según este tipo de identificación, correspondieron a las especies *T. hammatum* (HK701); *T. koningiopsis* (HK702); *T. asperellum* (HK703) y *Trichoderma* sp (HK704) que por pruebas de antagonismo muestran que inhiben por competencia el crecimiento de *M. phaseolina* y *F. oxysporum*. La especie HK702 tiene la capacidad de hiperparasitar a dichos fitopatógenos. También evaluaron la promoción de crecimiento de *T. asperellum* HK703, en maíz (Pionner 30P49®), usando para ello concentraciones de tratamiento de 1×10^2 hasta 1×10^6 esp/mL.

2.1.1.2 Para la variable *Phytophthora capsici* Leo.

Según Anaya y Romero (1999) la pudrición de la raíz originada por *Phytophthora capsici* L. puede ser causada en el Género *Capsicum* por sus oosporas y “son la única fuente de inóculo primario y pueden sobrevivir en el suelo por más de dos años en ausencia del hospedero. El micelio es una fuente importante de inóculo secundario. En los EE UU requiere de ambos grupos de compatibilidad para sobrevivir largos periodos y la resistencia a Mefenoxan aparece continuamente en múltiples campos. No obstante, por los resultados de los estudios realizados por Hurtado (2008), en la Costa Peruana principalmente, es propagado como clon y sobrevive como clon por varios años. Tiene características de patógeno introducido.

Para el control de la “tristeza” o “marchitez” en “páprika” nuestros agricultores aplican “*productos a base de sulfato de cobre pentahidratado sistémico y no sistémico; metalaxyl (afecta síntesis de ácidos nucleicos del hongo); fosetyl aluminio (impide formación de zoosporangios y liberación de zoosporas y estimula incremento de fitoalexinas); fosfito y fosfonato de potasio (estimula formación de fitoalexinas)*” (Anculle, A. 2006). Por su fisiología como Oomycete, los fungicidas que interrumpen la biosíntesis del ergosterol no los afecta pues no sintetizan esterol y los consiguen de sus hospederos; asimismo ha adquirido resistencia al metalaxyl (Tyler, 2001)

Santos (2010) evaluó 51 accesiones de chile buscando fuentes de resistencia de *P. capsici* y lo enfrentó a metalaxyl, fosetil aluminio y tiabendazol para evaluar la sensibilidad del “chile” Serrano Criollo de Morelos 334 (SCM334) resistente a *P. capsici* como portainjerto de las variedades susceptibles para el manejo de la “marchitez”. Según sus resultados se demuestra que *P. capsici* tiene una sensibilidad intermedia a metalaxyl y sensible a fosetil aluminio y tiabendazol; asimismo, que de los cuatro tipos de chile injertados sobre el criollo SCM334, no todos los tipos fueron compatibles con el SCM334 (serrano, morrón y jalapeño). En el tipo compatible (poblano), el injerto evitó la infección de *P. capsici*, pero no la de *Fusarium solani*. El uso del criollo de Morelos (SCM334) y CP1063 representan una alternativa de manejo de *Phytophthora capsici*

2.1.2 Investigaciones nacionales

En nuestro país la siembra de “páprika” generalmente es indirecta mediante plántulas de unos 30 días aproximadamente que se trasplantan al surco. Luego de 3 riegos se aporca de tal manera que poco a poco las plantas quedan lejos del agua y sólo contacta con ellas por capilaridad y no directamente (Bazán de Segura, 1975).

Para Lucana (2012) el objetivo de su investigación fue evaluar la resistencia a *P. capsici* L., en diferentes plantas del género *Capsicum* y los enfrentó a 19 aislamientos de *P. capsici* L., procedentes de la colección del área de Fitopatología de la Universidad Nacional Agraria la Malina; siendo el aislamiento 052 procedente de Oxapampa Baja el más patogénico y el utilizado para su ensayo, el método de inoculación fue la de suspensión de zoosporas. Las variedades fueron evaluadas en condiciones de invernadero bajo un diseño completamente al azar. Se observó distintos grados de susceptibilidad, donde nueve variedades se ubicaron como las más susceptibles y cinco de ellas como menos susceptibles. Se concluyó que no hay variedades resistentes a *P. capsici* L. dentro de las especies de *Capsicum* evaluadas, pero algunas se comportan como menos susceptibles que los cultivares más difundidas actualmente.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Género *Trichoderma* spp.

Son hongos de vida libre en suelos y ecosistemas de raíz, fáciles de aislar y cultivar en medios de cultivo natural o semisintético. Debido a su habilidad de proteger a las plantas y contener las poblaciones de patógenos en diferentes condiciones de suelo, se comercializa ampliamente en el mercado como bioplaguicidas, biofertilizantes y enmiendas del suelo (Vinale et al., 2008).

Hongos utilizados en control biológico por ser antagonista de agentes biológicos productores de enfermedades en plantas. Su accionar se debe a diferentes mecanismos: *indirectos* (competencia por alimento y espacio, modificación del medio ambiente, promoción de crecimiento vegetal o sus defensas naturales, antibiosis) o *directos* (micoparasitismo; como el enrollamiento y formación de apresorios referido por Benítez et al, (2004), dependiendo de las razas de *Trichoderma* empleada.

Producen metabolitos volátiles tóxicos como etanol, CO₂ (*T. harzianum* produce ambos) y acetaldehído; antibióticos (como la viridina y la gliotoxina, por *T. viride*), liberan enzimas líticas como celulasas, B-1,3-glucanasa, quitinasa, lipasas y proteasas (esta capacidad parece ser el principal mecanismo del antagonismo). (Restrepo et al, 1985; mencionado por García, M. 2002).

En el caso de *Capsicum annuum* tratado con *T. harzianum* frente a *P. capsici* se halla capsidiol como la principal fitoalexina acumulada en los tejidos afectados (Ahmed, S.et al., 2000)

El género *Trichoderma* presenta la siguiente Clasificación (Argumedo et al., 2009):

Reino: Mycetae

División: Eumycota

Sub-División: Ascomycotina

Clase: Euascomycetes,

Orden: Hypocreales

Familia: Hypocraceae

Género: *Trichoderma*

Entre las principales características del Género, según García, M. (2002) están:

- Colonias con crecimiento rápido en cultivo. La colonia puede ser flocosa o afelpada, con numerosos tipos intermedio dependiendo de la estructura de los conidióforos. El color se debe mayormente a la pigmentación de las esporas y van de blanco a verde.
- Pueden excretar pigmentos al medio y presentar olores característicos según especies.
- El micelio se compone de hifas hialinas, septadas, muy ramificadas y de paredes lisas.
- En la mayoría de las especies hay presencia de clamidosporas globosas o subglobosas, incoloras y de pared lisa. Conidióforos muy ramificados, cónicos o piramidales. Las ramas principales de los conidióforos producen numerosas ramas laterales más pequeñas que salen en forma sencilla o en grupos de más de tres y éstas a su vez pueden producir ramas más pequeñas y así sucesivamente. Todas estas ramas aumentan de tamaño a medida que se alejan del ápice, de tal forma que las ramas principales del conidióforo generalmente tienen apariencia de conífera.
- Las fiálides generalmente tienen forma de botella, generalmente más estrechas en la base que por arriba de la mitad y de allí atenuada al ápice en un cuello estrecho cónico o subcilíndrico. En la mayoría de los casos, las fiálides terminales son ligeramente más largas que las que salen debajo de ellas. Las conidias son fialosporas producidas en el ápice de las fiálides formando cabezas globosas de menos de 15 μ de diámetro. Estas fialosporas pueden ser de forma subglobosa, elipsoidal, elíptico-cilíndrico, oblongas, etc., de paredes lisas o rugosas y junto con el color y tamaño de las mismas pueden servir de ayuda taxonómica en la separación de las especies.

El género *Trichoderma* es la mejor fuente del complejo celulasa extracelular, capaz de solubilizar celulosa cristalina y produce tres diferentes grupos de **micotoxinas** (García, 2002).

- **Sesquiterpenos**: base de las micotoxinas llamadas trichothecinas ampliamente encontradas como metabolitos.

- **Mezclas complejas de péptidos acilados** en el N terminal con ácidos grasos y en lugar del C terminal poseen B-aminoalcoholes, constituyendo los ácidos N-Péptido-B-aminoalcoholgrasos.
- **Metabolitos fúngicos** caracterizados por la función isocianuro, tales como la Tricoviridina.

2.2.2 Género *Phytophthora*

Incluye más de 90 especies descritas e infectan más de 1000 especies vegetales posiblemente haciéndolos posiblemente los más devastadores agentes patógenos de plantas dicotiledóneas.

En cuanto a *Phytophthora capsici*, fue descrito por primera vez sobre “pimiento” en Nuevo México, U.S.A. (Leonian, 1922) y es causante de enfermedades en un vasto número de hortalizas del Género *Capsicum*, sean pungentes como “chile” (Castro et al., 2012) o dulces (Ristaino and Johnson, 1999), “calabaza” (Ristaino, 1990), “cacao” (Appiah, 2004), “níspero” (Hurtado, 2008), etc. En *sensu lato* infecta 51 Géneros en 28 Familias, atacando raíces, frutos, tallos, plántulas, vainas, cápsulas del algodón (*Phytophthora Database*).

En Perú fue reportado por primera vez en 1971 por Fernandez-Northcote, como fitopatógeno causante de la marchitez y pudrición de la raíz en diferentes especies de *Capsicum* (citado por Hurtado-Gonzales et al. 2008).

En la tesis de Hurtado (2008) acerca de su sobrevivencia y propagación, y en base a sus estudios en un área que comprendió desde Ica a Trujillo principalmente, concluye en que “los aislamientos de *P. capsici* a partir de 4 especies de *Capsicum* y “tomate” en 33 localidades del Perú durante 2005 – 2007, revelaron una sorprendente homogeneidad poblacional con una muy baja diversidad genotípica y genética comparada con la población de U.S.A. El análisis del tipo de apareamiento dejó ver que los 227 aislamientos eran del tipo A2...”. La diversidad genotípica correspondió a 2 tipos clonales: PcPE-1 y PC-PE-2. Este conocimiento, según el

mismo autor, serviría para “seleccionar líneas de plantas resistentes a estas reducidas líneas clonales.”

2.2.2.1 Clasificación

Acorde a Erwin and Ribeiro (1996) (mencionado por Hurtado, 2008) *P. capsici* se identificó inicialmente en Nuevo México en 1922 y el Género *Phytophthora* se clasificó dentro del Reino Fungi. Sin embargo, en estudios detallados a nivel fisiológico, bioquímicos y filogenéticos ubican a los Oomicetos, como *P. capsici*, en una línea única de organismos eucarióticos más relacionados con las algas pardas y muy distantes de los hongos verdaderos.

Las principales diferencias son: la pared celular del oomiceto está compuesta de β -1-3 glucanos y con pequeñas cantidades o sin quitina; son auxótrofos de esterol (lo que constituye una gran distinción con los hongos verdaderos) y tiamina, y, sus membranas están compuestas por lípidos inusuales; la mayor parte del ciclo de vida del oomiceto es diploide en tanto que los hongos filamentosos son haploides; hifas no septadas y los oomicetos producen esporas biflageladas nadadoras.

Es debido a estas diferencias que la mayoría de las estrategias de control de oomicetos no son efectivas (Fabritius et al. 1997) (Lamour y Hausbeck 2002).

El Reino Chromista es una propuesta de Cavalier-Smith, en 1998, que amplía los dominios de Mayr a 5 Reinos: Protozoa, Animalia, Fungi, Plantae y Chromista; a diferencia de los Sistemas Haeckel (1894), Copeland (1956), Whittaker (1969) y Margulis (1988-1996).

REINO : Chromista

PHYLUM : Oomycota

CLASE : Oomycete

SUBCLASE : Peronosporomycetidae

ORDEN : Pythiales

FAMILIA : Pythiaceae

GÉNERO : Phytophthora

ESPECIE : capsici

2.2.2.2 Descripción

Análisis de isoenzimas de 84 aislamientos de una colección mundial indica que *P. capsici* es una especie genéticamente compleja que contiene tres Subgrupos (Oudemans y Coffey, 1991):

Subgrupo CAP1, contiene la mayoría de los aislamientos de solanáceas hospederas y cucurbitáceas anuales, así como algunos aislamientos de “pimienta negra” y “cacao” descritas previamente como *P. palmivora* MF4 (Kaosiri y Zentmyer 1980).

Subgrupo CAP2, contiene aislamientos principalmente de cultivos tropicales como la “pimienta negra”, “cacao”, “papaya”, “macadamia”, y “caucho”, como también aislamientos de Hawaii tentativamente propuestos como *P. tropicalis* por Uchida y Aragaki (1989) y Aragaki y Uchida (1992).

Subgrupo CAP3, con menor diversidad genética, incluye aislamientos de “cacao” de Brasil.

Aislamientos previamente identificados como *P. palmivora* MF4 se presentaron en los tres Subgrupos. Förster y Coffey (1991), en datos que involucran a patrones de RFLP del ADN mitocondrial, notaron igualmente que *P. palmivora* MF4 se agrupó con aislamientos de *P. capsici* de *C. annuum* “pimiento”. Mchau y Coffey (1995), utilizando 113 aislamientos de *P. capsici*, la mayoría incluidos en los reportes de (Oudemans y Coffey, 1991b), realizaron análisis adicionales de 15 isoenzimas. Estos aislamientos mostraron separarse en dos subgrupos, **CAPA** y **CAPB**. Cada subgrupo incluía aislamientos a partir de una amplia gama de hospederos y locaciones geográficas. Sin embargo, algunos miembros de cada Subgrupo variaban en morfología. Esto apoyó la redescipción por Tsao y Alizadeh (1988) que consolida

estos tipos como *P. capsici*. Una redescipción posterior (Mehau y Coffey, 1995) añadió datos genéticos de isoenzimas a los datos morfológicos. Blaha (1990) diferenció *P. palmivora*, *P. megakarya*, y *P. capsici* mediante el uso de dos sistemas enzimáticos. Hwang et al. (1991) distinguieron cuatro grupos de *P. capsici* aislados en pimiento sobre la base de patrones de RFLP del ADN mitocondrial (www.phytophthoradb.org)

2.2.2.3 Esporangios

Mayormente papilados, a veces parece semipapilado (engrosamiento apical de 1.4 a 9.2 μm). Ocasionalmente con 2 o 3 ápices. Su forma está influenciada por la luz y otras condiciones culturales, va de sub-esférica a ovoide, obovoide, elipsoide, fusiforme, piriforme a formas distorsionadas. Predominantemente cónicos en la base y caducos, con pedicelos largos con una longitud de 35 a 138 μm . La relación alto-ancho es diferente en varios reportes según el cultivo (agar, agua, luz, oscuridad), pero fue más típica en el subgrupo **CAPB** y el más pequeño del subgrupo **CAPA**. Esporangios formados bajo luz se ven irregularmente ramificados y simpodiales si es en agua.

La longitud del pedicelo varía según el origen de los aislamientos; 37.5 - 98.6 μm si provienen de pimienta y 31,5-85,3 para aquellos de cucurbitáceas (Ristaino, 1990). La mayoría de aislamientos del subgrupo **CAPA** presentan esporangios elipsoides redondeados, y algunos pueden tener más de 1 papila. En cambio, la mayoría de los aislamientos del subgrupo **CAPB** producen esporangios elipsoides-lanceolados

En el caso de los esporangios del subgrupo **CAPB** se presentan sobre esporangióforos umbelados. Pero, estos rasgos morfológicos no fueron característicos en todos los aislamientos del sub-grupo. La longitud pedicelar varía de 34.7 - 138 μm , y el valor promedio fue significativamente mayor para **CAPB**. Acorde a Stamps et al. (1990) y su clave para reconocer Especies, *P. capsici* se distingue de otras especies en el grupo **II** por su producción de pedicelos largos en esporangios caducos con formas que varían desde casi esférica a alargada con una base cónica.

2.2.2.4 Clamidoporas

Según Ristaino, J. (1990) en los aislamientos a partir de “ají” o cucurbitáceas no se forman aunque fueron reportadas en Irán. Son abundantes en aislamientos a partir de *Piper niger*, “cacao” y “macadamia” (Alizadeh and Tsao 1985; Uchida and Aragaki 1985; Tsao, P, (1991). Su diámetro es de 28 - 29 μm y con un grosor en la pared de 2.4 - 2.7 μm . Son terminales o intercalares. Su producción en algunos aislamientos está condicionado al método de cultivo.

2.2.2.5 Órganos sexuales

A pesar que *P. capsici* es predominantemente heterotálico; se han observado oosporas. Las estructuras sexuales son los anteridios y las oogonias. Los anteridios son anfígenos (crece hacia la oogonia). Las oogonias son esféricas o subesféricas, de hialinas a marrones, sus dimensiones dependen del hospedero y varían de 23 - 50 micras. Las oosporas son predominantemente abundantes con un espesor de pared de 2 a 6 micras (Tsao, P. 1991). El largo plazo de supervivencia fuera del tejido huésped se debe a que la oospora tiene una gruesa pared de varias capas de β -glucano y celulosa. Estas oosporas requieren un período de latencia mínimo de un mes antes de germinar directamente o mediante la formación de esporangios (Fogg y Johnston, 2003) (Erwin y Ribeyro, 1996).

2.2.2.6 Temperatura de Crecimiento

Temperatura mínima de crecimiento es de 10°C, óptima es 28°C, y la máxima es mayor de 35°C. Varios informes muestran datos diferentes para mínima, óptima y temperaturas máximas: los aislados de CAP1 con la excepción de tres aislamientos crecieron bien en 35°C. Cuatro aislamientos de CAP2 crecieron poco a 35°C. Aísla de CAP3 crecieron pobremente o nada en 35°C. Las temperaturas óptimas para el crecimiento entre todos los aislamientos variaron de 24 a 33 ° C (Mchau y Coffey, 1995).

2.2.2.7 Características Distintivas

P. capsici se distingue de otras especies en el grupo II por sus pedicelos largos en esporangios caducos con formas que varían desde casi esférica a alargada con

una base cónica. *P. parasitica* produce esporangios más redondeados que no son caducos; *P. palmivora* produce esporangios ovoides caducos pero con pedicelos cortos.

2.2.2.8 Reproducción

2.2.2.8.1 Reproducción Asexual

De forma indirecta por zoosporas o directamente por los esporangios. La germinación se puede dar en forma directa o indirecta. La germinación **indirecta** se realiza cuando se liberan las zoosporas biflageladas de los zoosporangios, en cambio, la **directa** produce un tubo germinal. En condiciones adecuadas ocurre la meiosis y la oospora germina para producir un esporangio en la punta del tubo germinativo (a veces el tubo germinativo penetra directamente en los tejidos del huésped en vez de formar un esporangio). Los esporangios maduros se desprenden fácilmente por la lluvia y el riego, pueden germinar directamente o sumergidos, liberando de 20 – 40 zoosporas móviles biflageladas (Hickman, 1970).

Las zoosporas después de su liberación están en movimiento, que van perdiendo gradualmente hasta quedar en reposo. Son móviles desde 15 minutos a 24°C hasta 24 horas a 12°C. Treinta minutos después de alcanzar el reposo a 12°C, las zoosporas pierden sus flagelos y emiten un tubo germinativo, que produce infección.

La germinación de las zoosporas puede ocurrir a temperaturas entre 3°C y 28°C. El hongo se desarrolla rápidamente en los tejidos que ha infectado a temperaturas entre 20°C y 23°C.

Estas zoosporas exhiben geotropismo negativo y quimiotaxis siguiendo gradientes de nutrientes mientras nadan (Erwin and Ribeiro, 1996) acumulándose alrededor de la zona posterior al ápice de la raíz o en heridas (Hickman, 1970). Una vez que contacta la superficie de la planta enquistan y germinan produciendo tubos de germinación (Hickman, 1970) y penetran la cutícula en 1 hora (Lamour and

Hausbeck, dato no publicado) (mencionado por Hausbeck & Lamour. 2004). La penetración de la superficie de la hoja por *P. capsici* ocurre directamente y a través de aberturas naturales como los estomas (Katsura and Miyazaki, 1960). *P. capsici* produce una enzima extracelular que apertura una brecha en la epidermis del hospedero y se ramifica en el tejido susceptible del mismo.

Las oosporas se pueden formar tanto en las raíces como en los tallos pudiendo estar presentes dos grupos de apareamiento denominados A1 y A2, en una misma planta. Las oosporas son predominantemente pleróticas con una pared de espesor entre 2 y 6 μm , y el diámetro de las mismas varía de 23.7 a 34.9 μm . (Stamps, 1985).

El esporangio contiene de 2 a 8 zoosporas biflageladas que salen nadando, cuando hay suficiente agua, por una abertura del esporangio. Las zoosporas se enquistan en la superficie del huésped y luego germinan y penetran directamente en los tejidos del huésped con el tubo germinativo. El tubo germinativo se ramifica entre las células formando un micelio intercelular

Phytophthora no necesita de heridas para ingresar a las células de la planta (penetra directamente), una vez dentro de ellas causa pudriciones en el tejido y forman micelios, estos micelios son las estructuras vegetativas que van a dar origen a la formación de zoosporangios y oosporas. (Aguilar , 2009)

2.2.2.8.2 Reproducción Sexual

Phytophthora capsici es una especie heterotálica (autoestéril) y requiere la interacción de 2 **grupos de acoplamiento** (A1 y A2) para completar el estadio sexual y producir oosporas sexuales de paredes gruesas capaces de sobrevivir fuera del hospedero, por varios años en el suelo, y germinar en condiciones ambientales favorables. (Hurtado, 2008).

Cuando se encuentran hifas de dos tipos de acoplamiento, se diferencian en un anteridio y un oogonio. Después de la fusión de los núcleos, se forma la oospora.

En U.S.A. ambos grupos se encuentra en la mayoría de las ocasiones y tienen un rol principal en la epidemiología de la enfermedad (Lamour y Hausbeck, 2000, 2001, mencionado por Hurtado-Gonzales et al. 2008). También se halló en arroyos usados para el riego de vegetales en Michigan produciendo infección en diversas malezas (Ploetz et al, 2002)(French– Monar et al. 2006). En muchos casos la rotación del cultivo no ha reducido el inóculo residual de manera suficiente como para proveer protección efectiva (Lamour y Hausbeck, 2003)

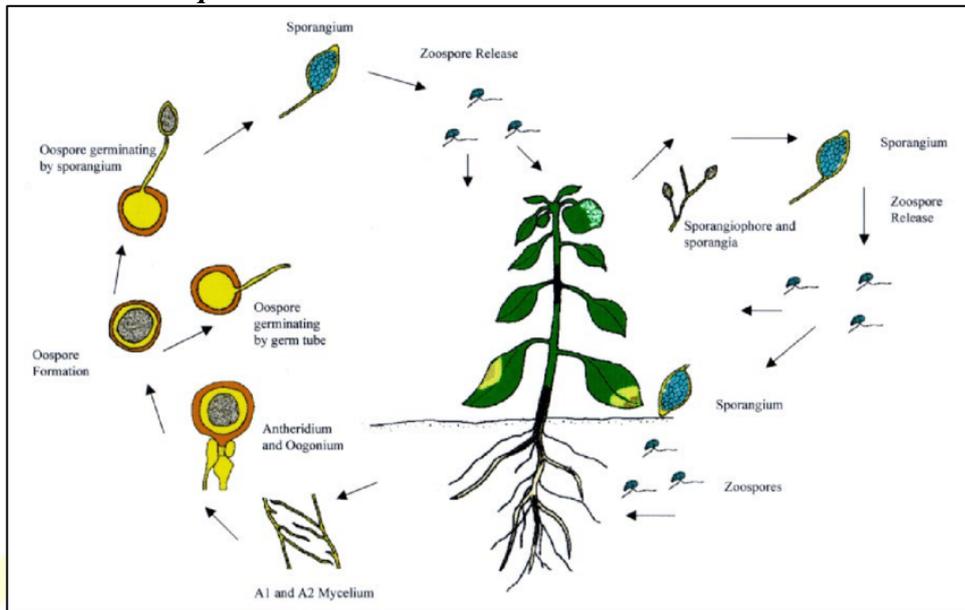
Hurtado (2008), demostró en zonas costeras del Perú, mediante la técnica de polimorfismo en longitud de fragmentos amplificados (AFLP), que en 221 muestras de un total de 227 aislamientos de *P. capsici*, tienen el mismo genotipo y heterocigosis fija (según el estudio del polimorfismo de nucleótido simple) sugiriendo un solo linaje clonal disperso. También halló en todos los aislamientos el grupo de acoplamiento *A2*.

No obstante, en zonas de ceja de selva como Oxapampa se encontraron los mismos clones que en costa y los 2 tipos de acoplamiento *A1* y *A2* (Julvey et al. 2011).

En climas secos, cálidos o incluso demasiado fríos, el hongo sobrevive en forma de oosporas, clamidosporas o micelio que puede una vez más iniciar nuevas infecciones cuando las condiciones son favorables.

El desarrollo del hongo en diferentes medios artificiales es óptimo a temperaturas entre 18 y 24°C. Las temperaturas críticas son $< 3^{\circ}\text{C} > 30^{\circ}\text{C}$: la producción de esporangios o zoosporangios es óptima con 100% de humedad relativa y con menos del 91% no se forman. La temperatura óptima para la esporulación esta entre 18 y 22°C y su formación es rápida y abundante apareciendo dentro de las 8 horas y son muy numerosas a las 14 horas.

Figura 1. Ciclo de vida de *Phytophthora capsici* Leo. agente causal de la "tristeza" en "pimiento"



Nota: Ristaino, y Jhonston. (1999). Ecologically Based Approaches to Management of *Phytophthora* Blight on Bell Pepper.

Figura 2. Ciclo de vida de *P. capsici* y sus fases de reproducción sexual y asexual



Nota: http://nature.berkeley.edu/comtf/html/photomicrographs_-_structures.html

Figura 3. Esporangios y esporas de *P. capsici* Leo.



Nota: Svecova(2010). Control of phytopathogenic fungi in horticultural crops by natural plants extracts

2.3 Bases filosóficas

Esta tesis pretende fomentar una agricultura orgánica alternativa frente a la propuesta de la Revolución Verde desde 1950 y que llegó a Latinoamérica entre 1960 – 1970. Su enorme impacto negativo como: erosión del suelo, Salinización y anegamiento de suelos muy irrigados, uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas, agotamiento de acuíferos, pérdida de diversidad genética, defosteración, consumo de combustibles fósiles y liberación de gases invernadero (Echarri, 1998). *“Por su origen la agricultura orgánica surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agroecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes”* (Amador, 1999).

En nuestro país es conocido el nivel de la agricultura en tiempos de nuestros antepasados pre-incas e incas, utilizando la chaquitacla y productos naturales. La agricultura orgánica, une prácticas tradicionales de producción y los avances tecnológicos no contaminantes. Se mencionan a Lady Eve Balfour, Rudolph Steiner, Mokichi Okada, como los pioneros y quienes sentaron las bases filosóficas en esta área. Asimismo, a Carson (1964) quien en su libro “La primavera silenciosa” nos hace conocer el riesgo del abuso de los agroquímicos sobre la naturaleza.

2.4 Definición de términos básicos

ADNmt : ADN mitocondrial, genoma existente en el interior de las mitocondrias formado por un cromosoma circular de ADN

AFLP : combinación de los métodos de PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) y análisis de fragmentos de restricción, con el fin de detectar polimorfismos debidos a modificaciones en la secuencia de ADN que comprende los sitios de corte de las enzimas de restricción. Este cambio se percibe como un patrón diferente, en número y tamaño, de bandas generadas.

Antagonista : cualquier organismo que interfiere en la supervivencia o desarrollo de los patógenos.

Anteridio anfigeno : anteridio que crece debajo de la oogonia.

Bioplaguicidas : “Los bioplaguicidas son ciertos tipos de plaguicidas derivados de materiales naturales tales como animales, plantas, bacterias y algunos minerales” (EPA, 2003).

Biofertilizantes : insumos formulados con uno o varios microorganismos, los cuales, de una forma u otra, proveen o mejoran la disponibilidad de nutrientes cuando se aplican a los cultivos

Clamidosporas, esporas que se forman del engrosamiento de las hifas. No se consideran formas de reproducción, sino de resistencia, porque generalmente nacen en condiciones adversas.

Conidios basípetos : cuando en el proceso de formación de conidios el más joven está en la base del grupo

Fiálide: célula conidiógena que produce conidios blásticos de manera basípeta.

Fialosporas : espora originada en una fiálide.

Fitoalexina : metabolitos secundarios producidos por las plantas, inducidos fundamentalmente en respuesta de hipersensibilidad a las enfermedades fúngicas y a infecciones virales.

Flocosa : tomentoso; que tiene una capa de pelos cortos, suaves y entrelazados que cubre la superficie

Heterotálico : en la reproducción sexual de algunos tipos de hongos se requiere la unión de dos talos diferentes (+y -/ a y b).

Hospedero : organismo que alberga a otro en su interior o lo porta sobre sí, ya sea en una simbiosis de parásito, un comensal o un mutualista.

Isoenzimas : distintas formas moleculares de una misma enzima que presentan o muestran especificidad por el mismo sustrato.

Líneas clonales: grupo de organismos o células con la misma constitución genética y que son descendientes del mismo ancestro por reproducción asexual.

Oosporas pleróticas :cuando llenan por completo la oogonia.

Polimorfismo Genético : existencia de distintos alelos de un mismo gen, lo que implica cambios en la secuencia genética entre integrantes de una cierta población, es una variación en la secuencia de un lugar determinado del ADN entre los individuos de una población.

Pudrición: Reblandecimiento, decoloración y con frecuencia desintegración de los tejidos de una planta como resultado de infección bacteriana o fungosa.

Resistencia: Capacidad que tiene un organismo para superar, totalmente o hasta cierto grado, el efecto de un patógeno u otro factor perjudicial.

RFLP : (polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción), variaciones de las bases nitrogenadas en el sitio donde una enzima de restricción corta un segmento de ADN. Estas variaciones afectan el tamaño de los fragmentos que resultan del corte. Los RFLP se pueden utilizar como marcadores en la construcción de mapas físicos y de ligamiento.

Sistémico: Que se difunde internamente por toda la planta; dicese de un patógeno o un compuesto químico.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

Trichoderma spp. controla la aparición de *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

2.5.2 Hipótesis específicas

Las distintas dosis de *Trichoderma spp.* influyen de manera diferenciada en el control de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

El número de aplicaciones de *Trichoderma spp.* varía en el control de *Phytophthora capsici* en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero.

2.6 Operacionalización de las variables

Tabla 1 Operacionalización de las Variables

<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>
1. Variable Dependiente Control de <i>Phytophthora capsici</i> en <i>Capsicum annuum</i> “ají páprika]” var. PAPRI KING bajo condiciones de vivero	<u>Incidencia (%)</u> , Porcentaje de plantas enfermas <u>Severidad (%)</u> Intensidad de afección de la planta
2. Variable Independiente Aplicación de <i>Trichoderma spp</i> en diferente concentración y número de aplicaciones	2.1 Concentración y número de aplicaciones T1 de <i>Trichoderma spp.</i> 2.2 Concentración y número de aplicaciones T2 de <i>Trichoderma spp.</i> 2.3 Concentración y número de aplicaciones T3 de <i>Trichoderma spp.</i>

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Tipo de investigación: Aplicada.

Nivel de investigación: Correlacional.

Diseño de la Investigación: Experimental

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población en estudio es el cultivo de exportación *Capsicum annum* “páprika” var. PAPRI KING.

3.2.2 Muestra

Plantines de *Capsicum annum* L. “páprika” var. PAPRI KING, susceptible a la enfermedad de la “tristeza” provenientes de un vivero comercial del valle de Huacho, con 58 días y con 13 – 14 cm de longitud de tallos. El fitopatógeno *Phytophthora capsicum* se obtuvo como cultivo puro en la Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, hongo proveniente de Oxapampa e infectante de “rocoto”. En cuanto a los hongos *Trichoderma spp.*, es una mezcla de diferentes Especies del mismo Género que se vende comercialmente a los agricultores.

Los 66 plantines de “páprika” se distribuyeron en 9 Tratamientos con 6 repeticiones, con diferentes concentraciones de *Trichoderma spp.* y con 1, 2 o 3 aplicaciones. También se tuvo un Testigo Negativo (sin aplicación del inóculo con fitopatógeno) y un Testigo Positivo (con inóculo del patógeno y sin aplicación de *Trichoderma spp.*), cada uno con 6 repeticiones. Ver Tabla 2.

Tabla 2 Tratamientos con *Trichoderma spp.* según Concentración, Dosis y Número de aplicaciones luego de inoculación de *P. capsici* Leo. en plántulas de *Capsicum annuum* L.

Tratamientos	Nº Aplicaciones	Concentración <i>Trichoderma spp.</i> (g / planta)	Dosis (ml / planta)
T1	1		
T2	2	0.2	10
T3	3		
T4	1		
T5	2	0.4	20
T6	3		
T7	1		
T8	2	0.8	40
T9	3		
T positivo *	0		
T negativo	0		

*Testigo Positivo: con 5 ml de inóculo de *P. c.*

3.3 Técnicas de recolección de datos

Esterilización del sustrato

El sustrato estuvo conformado por una mezcla de tierra agrícola y compost, en una proporción de 2:1 previamente esterilizado en autoclave a una temperatura de 105°.

Inoculación de plantas con los antagonistas *Trichoderma spp.*

Los hongos antagonistas del Género *Trichoderma* se compraron en el comercio y se aplicaron según sus instrucciones. En este caso, el producto fue una mezcla de *T. asperellum*, *T. virens*, *T. virilis* y *T. harzianum*.

Siendo el uso de *Trichoderma spp.* una práctica preventiva y no sistémica contra la enfermedad y protección de la planta ante el ataque del patógeno (García, 2002), se procedió, primero a inocular el hongo antagonista. Como su lugar de acción es la zona radical externa de los plantines a partir del cuello; las raíces de los plantines de los Tratamientos T1 – T9, fueron sumergidas en una solución conteniendo 0,2 g de *Trichoderma spp.*/planta durante 20 minutos antes de su trasplante a bolsas de polietileno.

A fin de permitir que los *Trichoderma spp.* se establezcan en las raíces y suelo se dejó el sustrato humedecido de manera uniforme por 1 semana.

Inoculación de las plantas con el patógeno *Phytophthora capsici* Leo.

Siguiendo la técnica de Ristaino (1990) el fitopatógeno se reprodujo en medio agar-V8 a 25°C y luego de conseguir abundante micelio se transfirieron trozos de este medio a otras placas petri con aproximadamente 10 ml de agua destilada para la inducción de producción de esporangios. Bajo luz continua y con cambios de agua destilada cada día y durante 3 días. Una vez confirmada la formación de zoosporangios en el microscopio, se introdujeron a la nevera con una temperatura de 5°C por 1 hora. Pasado este tiempo, se mantuvo durante 1 hora a temperatura de ambiente. Transcurrido ese periodo, se observó la liberación de zoosporas debido al choque térmico. Enseguida se pasó el contenido líquido de las placas Petri a un frasco de vidrio quedando una suspensión de zoosporas del hongo.

Con una pipeta Pasteur se tomó una alícuota de inóculo del patógeno y se determinó la concentración de zoosporas con una cámara de Neubauer. En este caso la concentración deseada fue de 1×10^4 zoosporas/ml.

A los tratamientos, luego de 1 semana de establecidas las *Trichoderma spp.* se inoculó 5 ml de *Phytophthora capsici* con una concentración de 1×10^4 zoosporas, al cuello de las plántulas, bajo la modalidad “al drench”.

A los 15 días se iniciaron las aplicaciones de *Trichoderma spp.* según Tratamiento. Los intervalos para la segunda y tercera aplicación al drench fueron también de 15 días (Tabla 2).

Manejo de plantines

Los plantines con 45 días de vida se acondicionaron en el Vivero de Plantas Ornamentales de la Facultad de Ingeniería Agraria, Alimentaria y Ambiental por 12 días luego de su recojo de un vivero comercial y se mantuvieron en él 48 días más después de la inoculación del fitopatógeno, a una temperatura máxima promedio de 21,5 °C, temperatura mínima de 15.9 °C y una humedad relativa de 84% .

La observación de posibles síntomas de la enfermedad fue cada 5 días. Asimismo, las plantas se desmalezaron y regaron con agua potable, para evitar contaminación por otros patógenos. También se evaluaron longitud de tallo al inicio y al finalizar el experimento y la longitud de raíces fue tomada el día de evaluación final.

El manejo de *P. capsici* y las tomas de datos de crecimiento fue en el Laboratorio Multifuncional de la EAP de Biología- Facultad de Ciencias.

Técnicas de Recolección de datos

Las evaluaciones empezaron 5 días después de la inoculación y se registraron cada 5 días hasta que las plantas cumplieron 48 días después de la inoculación de *P. capsici*. Se puso mayor énfasis con los primeros 15 días que teóricamente deberían ser críticos.

Variables a evaluar:

– Incidencia

Se tomaron datos de las plantas cada 5 días y se aplicó la fórmula de Ogawa (1996):

$$\% \text{ Incidencia} = \% \text{ plantas afectadas} / \text{número total de plantas} \times 100$$

– Severidad

La fuerza de ataque de la enfermedad se evaluó al finalizar el experimento y se aplicó la Escala de Severidad de 6 grados utilizada por Kim, E. y B. Hwang (1992).

Tabla 3. Escala de Kim, E. y B. Hwang (1992) para medir severidad de la enfermedad causada por *P. capsici* Leo.

Grado de Severidad	Descripción
0	Planta sana, vigorosa
1	Hojas ligeramente marchitas con lesiones de color marrón empezando a aparecer en los tallos
2	Planta enferma en un 30 – 50 %
3	Planta enferma en un 50 – 70 %
4	Planta enferma en un: 70 – 90 % del total
5	Planta muerta

– **Longitud Final de Raíz**

Al final del experimento se procedió a medir las raíces (cm) de cada planta según Tratamiento.

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

El diseño estadístico a utilizar es el de Bloques Completos al Azar (DCA), con 9 tratamientos y 6 repeticiones. Asimismo, 2 tratamientos como testigos de comparación, uno con *Trichoderma spp.* y sin aplicación de patógeno (Testigo Negativo) y otro solo con el patógeno (Testigo Positivo). A los datos se aplicó el paquete estadístico SPSS.

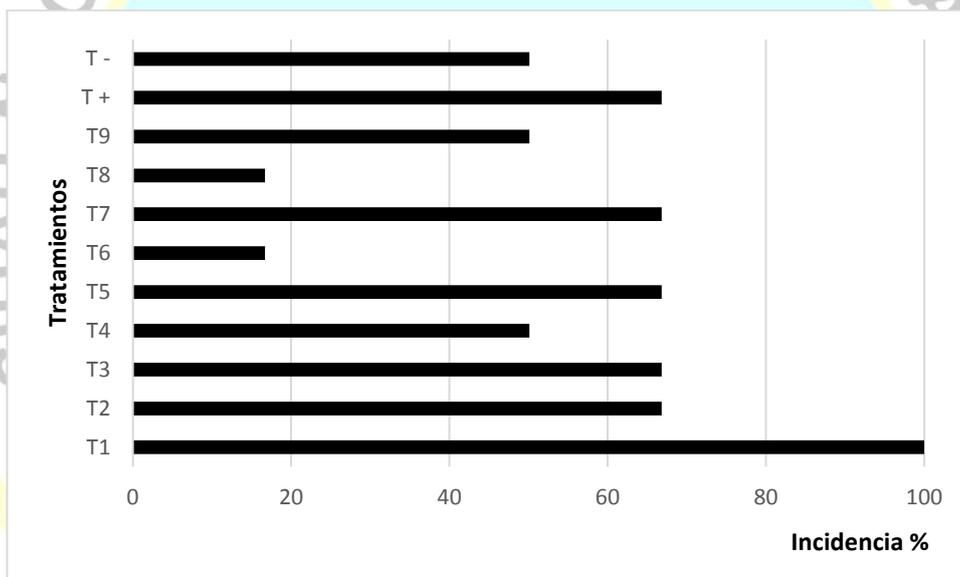


CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Figura 4. Aplicación de *Trichoderma spp.* según Tratamiento y la Incidencia (%) de *Phytophthora capsici* Leo. sobre *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING a los 16 días despues de inoculado el fitopatógeno en condiciones de vivero

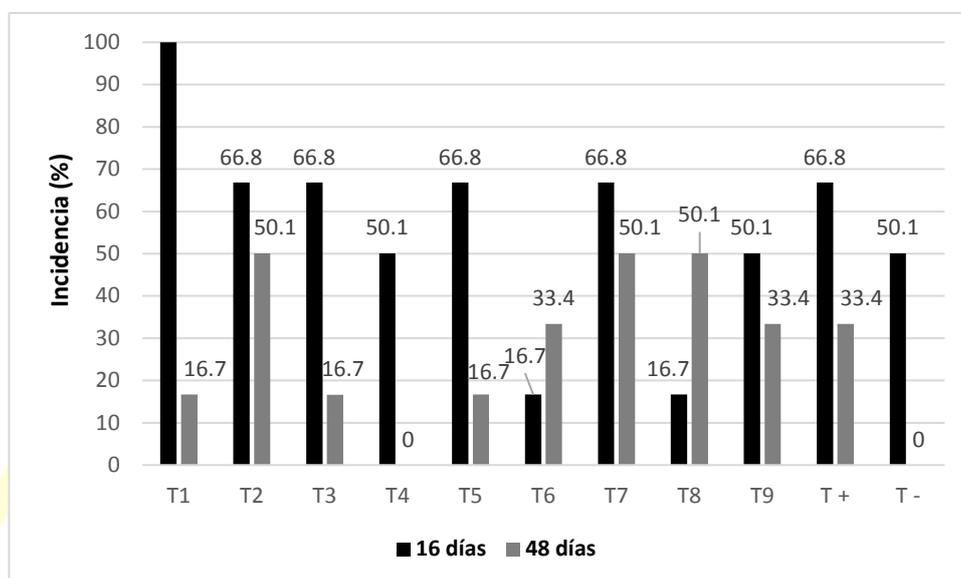


Nota: Elaboración propia

Interpretación:

A los 16 días luego de la primera aplicación de los diferentes tratamientos, el Tratamiento T1 (*Trichoderma spp.* = 0.2 g/planta) muestra el mayor porcentaje de plantas atacadas por el fitopatógeno. Con excepción de los Tratamientos T6 (*Trichoderma spp.* = 0.4 g/planta) y T8 (*Trichoderma spp.* = 0.8 g/planta) todos los demás presentaron más del 50% de incidencia de la enfermedad. No obstante, las plantas solo presentaron clorosis y solo dos llegaron al grado de severidad 5.

Figura 5. Comparación de aplicación de *Trichoderma spp.* según Tratamiento en relación a la Incidencia (%) de *Phytophthora capsici* Leo. sobre *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING bajo condiciones de vivero a los 16 y 48 días de inoculado el fitopatógeno



Nota: Elaboración propia

Interpretación:

En los tratamientos T1, T3, T5 las plantas se recuperaron de la clorosis en un 80% / 50%, en los demás tratamientos la respuesta varió entre la recuperación total (T4) o aumento de clorosis (T6, T8).

En cuanto a la **Severidad** de la enfermedad solo 2 plantas presentaron el grado de severidad 1 de la escala de Kim et al. (1992): una del tratamiento T5 que murió 5 días después de presentar el grado 1 (30 días después de inoculado el fitopatógeno) y otra del T2 que inició la enfermedad grado 1 (21 días después de la inoculación del fitopatógeno) y murió 18 días después . Ver Fig. 5.

Figura 6. Comparación de planta sana (T0), clorótica (T3), Severidad grado1 (T2) y grado 5 (T5)



Nota: *Elaboración propia*

4.2 Contrastación de hipótesis

H0 : Todos los tratamientos con *Trichoderma spp* controlan de manera similar a *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING bajo condiciones de vivero.

H1 : Al menos uno de los tratamientos con *Trichoderma spp* controla de manera diferenciada a *Phytophthora capsici* Leo. en *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING bajo condiciones de vivero.

Tabla 4. Prueba ANOVA de incidencia (%) y severidad de *Phytophthora capsici* Leo. inoculado sobre *Capsicum annuum* "páprika" entre tratamientos con diferentes concentraciones y número de aplicaciones de *Trichoderma spp*.

		Suma de		Media		
		cuadrados	gl	cuadrática	F	Sig.
Incidencia (%)	Entre tratamientos	2,121	10	,212	,843	,590
	Error	13,833	55	,252		
	Total	15,955	65			
Escala de Severidad	Entre tratamientos	7,424	10	,742	,811	,619
	Error	50,333	55	,915		
	Total	57,758	65			

Nota: *Elaboración propia*

Interpretación:

En el Tabla 4 se presenta el análisis estadístico ANOVA de los datos a fin de probar la hipótesis de determinar el Tratamiento (concentración y número de aplicaciones de *Trichoderma spp.*) como método para prevenir la enfermedad “tristeza” producida por *Phytophthora capsici* sobre *Capsicum annuum* “ají páprika” var. PAPRI KING, bajo condiciones de vivero. Se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$), por lo cual H_0 es verdadera.

Tabla 5. Prueba ANOVA de la altura final de planta (cm) de *Capsicum annuum* L. "páprika" en los diferentes tratamientos con *Phytophthora capsici* Leo.

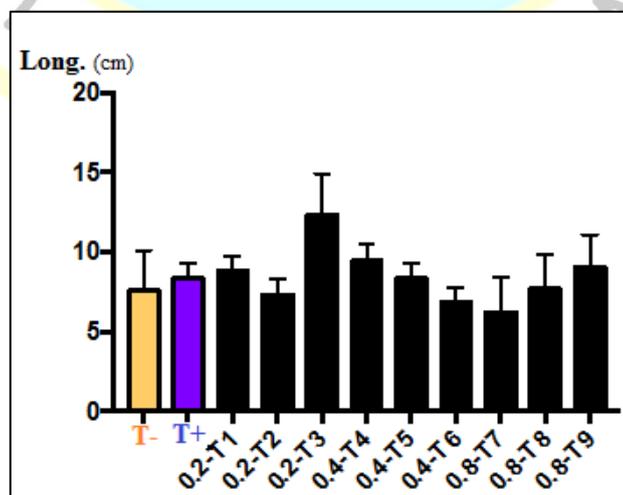
		Suma de		Media		
		cuadrados	Gl	cuadrática	F	Sig.
	Entre tratamientos	158,343	10	15,834	,906	,534
Altura de la planta	Error	961,677	55	17,485		
(cm)	Total	1120,019	65			

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

Se relacionó los Tratamientos con la altura final de planta (cm) para conocer si existe correlación entre ellos pero tampoco se encontró diferencias significativas (Sig. 0.534). Ver Tabla.5. La Fig. 7 muestra el incremento promedio de altura (12.3 cm) alcanzado por T3 (0.2 g/planta, 3 aplicaciones) como un promedio superior al Testigo Positivo.

Figura 7. Incremento promedio de Altura de plantas (cm) de *Capsicum annuum* L. "páprika" inoculadas con *P. capsici* Leo. según Tratamientos al final del experimento



Nota: Elaboración propia

Tabla 6. Prueba de homogeneidad de varianzas en longitud de raíz (cm) de *Capsicum annuum* "páprika" en relación a los Tratamientos al final del experimento

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
1,363	10	52	,224

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

Al analizar los datos de *Longitud de Raíz* tomados al final del experimento, se eliminaron valores extremos antes de aplicar el estadístico de Levene que confirma la homogeneidad de varianzas al obtener un Sig. > 0.05.

Tabla 7. Prueba ANOVA de longitud de raíz al final del experimento, entre Tratamientos de *Capsicum annuum* "páprika" inoculadas con *P. capsici* Leo.

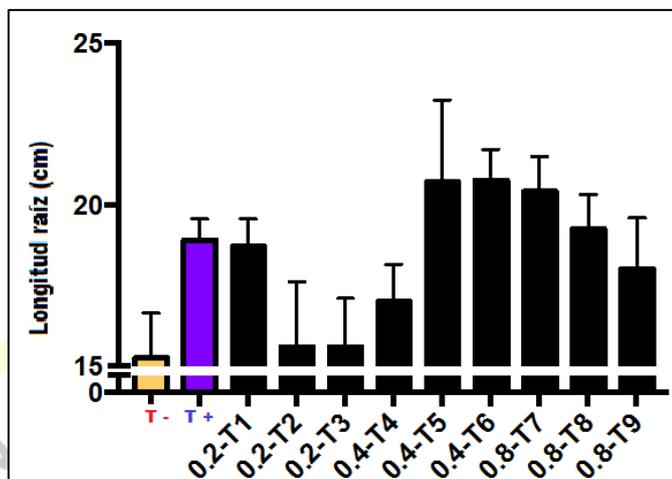
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	255,373	10	25,537	2,201	,032
Dentro de grupos	603,342	52	11,603		

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

Aplicando la prueba de ANOVA se obtiene un Sig < 0,05 que significa que sí hay efecto diferente entre los tratamientos en cuanto a la longitud de la raíz. La distribución de los datos por Tratamiento se observa en la Fig. 7.

Figura 8. Longitud final de raíz (cm) de plantas de *Capsicum annuum* L. "páprika" inoculadas con *P. capsici* Leo. según Tratamientos



Nota: Elaboración propia

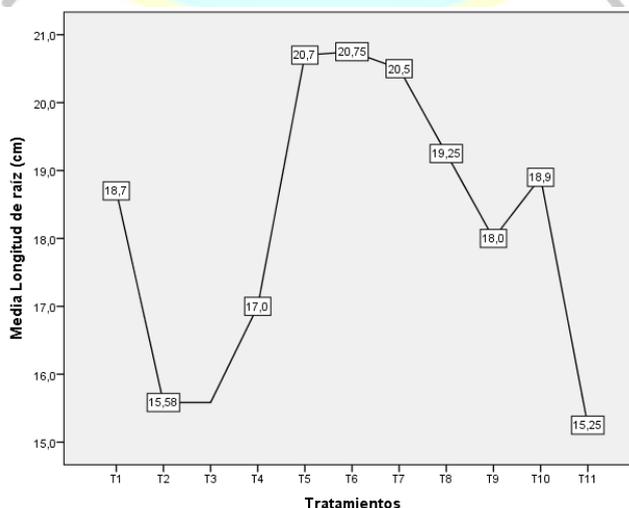
Para conocer cuáles son los tratamientos que difieren estadísticamente se realizó la prueba de comparación múltiple Diferencia Límite Significativa (DMS). En el Tabla 8 éstos se resaltan con un sombreado y se detalla en la Fig. 8.

Tabla 8. Prueba de comparación múltiple DMS para longitud de raíz entre diferentes Tratamientos de *Capsicum annuum* "páprika" y presencia de *P. capsici* Leo.

Comparac.	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
				Límite inferior	Límite superior
T1 , T2	3,1167	2,0626	,137	-1,022	7,256
T1 , T3	3,1167	2,0626	,137	-1,022	7,256
T1 , T4	1,7000	2,0626	,414	-2,439	5,839
T1 , T5	-2,0000	2,1543	,358	-6,323	2,323
T1 , T6	-2,0500	2,0626	,325	-6,189	2,089
T1 , T7	-1,8000	2,0626	,387	-5,939	2,339
T1 , T8	-,5500	2,0626	,791	-4,689	3,589
T1 , T9	,7000	2,0626	,736	-3,439	4,839
T1 , T +	-,2000	2,1543	,926	-4,523	4,123
T1 , T -	3,4500	2,0626	,100	-,689	7,589
T2 , T3	,0000	1,9666	1,000	-3,946	3,946
T2 , T4	-1,4167	1,9666	,475	-5,363	2,530
T2 , T5	-5,1167*	2,0626	,016	-9,256	-,978
T2 , T6	-5,1667*	1,9666	,011	-9,113	-1,220
T2 , T7	-4,9167*	1,9666	,016	-8,863	-,970
T2 , T8	-3,6667	1,9666	,068	-7,613	,280
T2 , T9	-2,4167	1,9666	,225	-6,363	1,530
T2 , T +	-3,3167	2,0626	,114	-7,456	,822
T2 , T -	,3333	1,9666	,866	-3,613	4,280
T3 , T4	-1,4167	1,9666	,475	-5,363	2,530

T3 , T5	-5,1167*	2,0626	,016	-9,256	-,978
T3 , T6	-5,1667*	1,9666	,011	-9,113	-1,220
T3 , T7	-4,9167*	1,9666	,016	-8,863	-,970
T3 , T8	-3,6667	1,9666	,068	-7,613	,280
T3 , T9	-2,4167	1,9666	,225	-6,363	1,530
T3 , T +	-3,3167	2,0626	,114	-7,456	,822
T3 , T -	,3333	1,9666	,866	-3,613	4,280
T4 , T5	-3,7000	2,0626	,079	-7,839	,439
T4 , T6	-3,7500	1,9666	,062	-7,696	,196
T4 , T7	-3,5000	1,9666	,081	-7,446	,446
T4 , T8	-2,2500	1,9666	,258	-6,196	1,696
T4 , T9	-1,0000	1,9666	,613	-4,946	2,946
T4 , T +	-1,9000	2,0626	,361	-6,039	2,239
T4 , T -	1,7500	1,9666	,378	-2,196	5,696
T5 , T6	-,0500	2,0626	,981	-4,189	4,089
T5 , T7	,2000	2,0626	,923	-3,939	4,339
T5 , T8	1,4500	2,0626	,485	-2,689	5,589
T5 , T9	2,7000	2,0626	,196	-1,439	6,839
T5 , T +	1,8000	2,1543	,407	-2,523	6,123
T5 , T -	5,4500*	2,0626	,011	1,311	9,589
T6 , T7	,2500	1,9666	,899	-3,696	4,196
T6 , T8	1,5000	1,9666	,449	-2,446	5,446
T6 , T9	2,7500	1,9666	,168	-1,196	6,696
T6 , T +	1,8500	2,0626	,374	-2,289	5,989
T6 , T -	5,5000*	1,9666	,007	1,554	9,446
T7 , T8	1,2500	1,9666	,528	-2,696	5,196
T7 , T9	2,5000	1,9666	,209	-1,446	6,446
T7 , T +	1,6000	2,0626	,441	-2,539	5,739
T7 , T -	5,2500*	1,9666	,010	1,304	9,196
T8 , T9	1,2500	1,9666	,528	-2,696	5,196
T8 , T +	,3500	2,0626	,866	-3,789	4,489
T8 , T -	4,0000*	1,9666	,047	,054	7,946
T9 , T +	-,9000	2,0626	,664	-5,039	3,239
T9 , T -	2,7500	1,9666	,168	-1,196	6,696
T + , T -	3,6500	2,0626	,083	-,489	7,789

Figura 9. Gráfico de Prueba de comparación múltiple DMS para longitud de raíz entre diferentes Tratamientos de *Capsicum annum* “páprika” con *Trichoderma* spp. e inoculadas con *P. capsici* Leo.



Ahora se desea comparar los grupos de tratamientos si:

a) Los tratamientos al 20% difiere con los de 40%

$$H_0: \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} = \frac{T_4 + T_5 + T_6}{3}$$

$$H_1: \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \neq \frac{T_4 + T_5 + T_6}{3}$$

b) Los tratamientos al 20% difiere con los de 80%

$$H_0: \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} = \frac{T_7 + T_8 + T_9}{3}$$

$$H_1: \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3} \neq \frac{T_7 + T_8 + T_9}{3}$$

c) Los tratamientos al 40% difiere con los de 80%

$$H_0: \frac{T_4 + T_5 + T_6}{3} = \frac{T_7 + T_8 + T_9}{3}$$

$$H_1: \frac{T_4 + T_5 + T_6}{3} \neq \frac{T_7 + T_8 + T_9}{3}$$

Tabla 9. Coeficientes de contraste entre Tratamientos

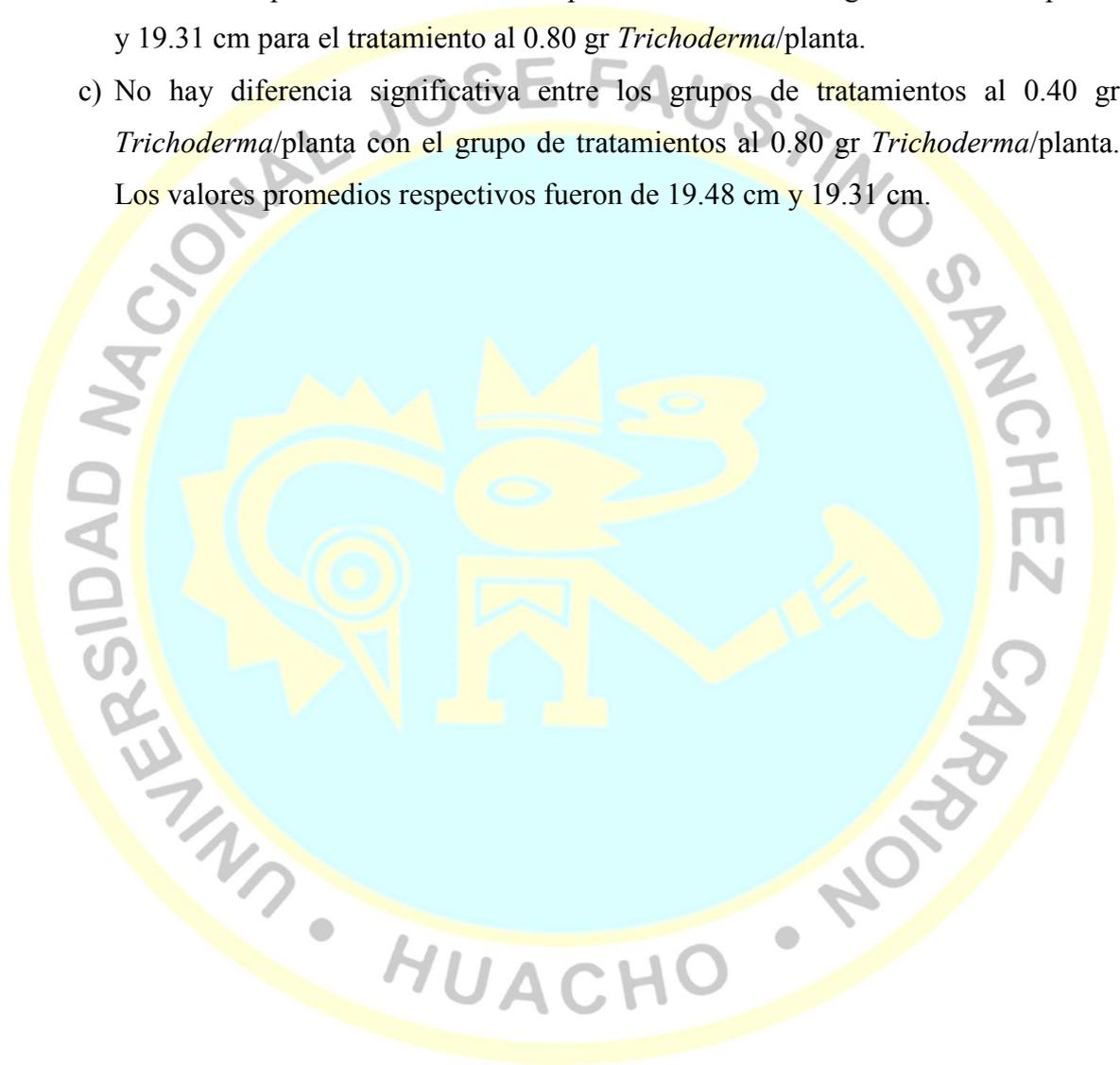
Contraste	Tratamientos										
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
1	1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
2	1	1	1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0
3	0	0	0	1	1	1	-1	-1	-1	0	0

Tabla 10. Pruebas de contraste entre Tratamientos

	Contraste	Valor de contraste	Error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Suponer varianzas iguales	1	-8,583	3,5180	-2,440	52	,018
	2	-7,883	3,4626	-2,277	52	,027
	3	,700	3,4626	,202	52	,841

De acuerdo a la Tabla 9 se observa que para las hipótesis a) y b) se rechaza la hipótesis nula por ser el valor sig < 0,05, y para c) se acepta la hipótesis nula por ser el valor sig > 0,05; lo que indica:

- a) Diferencia significativa entre los grupos de tratamientos al 0.2gr *Trichoderma*/planta con el grupo de tratamientos al 0.40 gr *Trichoderma*/planta. Con valores promedio de 16.66 cm para el tratamiento 0.2gr *Trichoderma*/planta y 19.48 cm para el tratamiento 0.40 gr *Trichoderma*/planta.
- b) Diferencia significativa entre los grupos de tratamientos al 0.2 gr *Trichoderma*/planta con el grupo de tratamientos al 0.80 gr *Trichoderma*/planta. Con valores promedios de 16.66 cm para el tratamiento 0.2gr *Trichoderma*/planta y 19.31 cm para el tratamiento al 0.80 gr *Trichoderma*/planta.
- c) No hay diferencia significativa entre los grupos de tratamientos al 0.40 gr *Trichoderma*/planta con el grupo de tratamientos al 0.80 gr *Trichoderma*/planta. Los valores promedios respectivos fueron de 19.48 cm y 19.31 cm.



CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

A diferencia de los resultados de Lucana (2012) que observó muerte de plantas a los 15 días después de inoculado el fitopatógeno utilizando la misma fuente de *P. capsici* con la misma concentración de 1×10^4 y la misma variedad de “páprika”, en nuestro experimento las plantas llegaron a los 48 días con excepción de 2 muertes (a los 30 y 42 días).

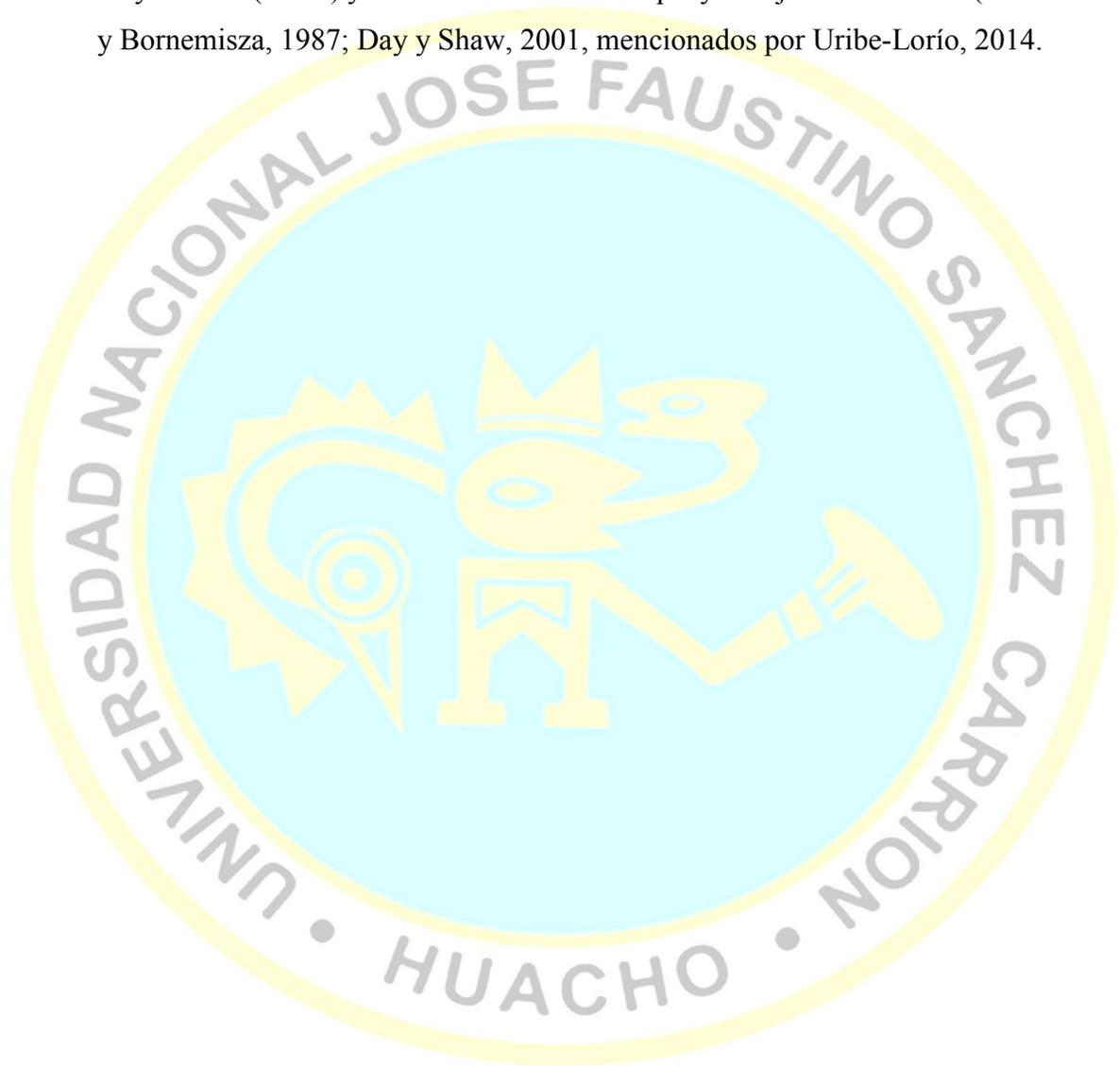
Las plantas llegaron incluso a mostrar un mínimo de un botón floral / planta a los 36 días, contrastando con Valerio (2016) cuyas plantas exhibieron flores a los 24 días.

Todas presentaron clorosis y no restablecieron su verdor inicial en todas ellas (Ver Anexos, Fig. 8). Los tratamientos T3, T4, T6 y T7 mostraron ligera clorosis inicial en porcentajes de 50% (T3 y T4), 100% (T6) y 17% (T7) al quinto día después de la inoculación del fitopatógeno que se mantuvo hasta el final del experimento. Lo que podría deberse al accionar del patógeno o deficiencia de K o Zn del sustrato.

No obstante la sobrevivencia de las plantas en tales condiciones; los diferentes tratamientos y los testigos no mostraron diferencias significativas en incidencia, severidad y altura final de plantas.

Estos resultados podrían explicarse por la probada protección preventiva de *Trichoderma spp.*, al incremento de resistencia al patógeno debido a la cantidad de materia orgánica en el sustrato (Uribe-Lorío, 2014) o por diferencia de agresividad del patógeno (raza con menor agresividad) (Ristaino, 1990) ya que su procedencia es de ceja de selva y no de costa, o por la disminución de su agresividad (ejm.: tasa de esporulación) por un repentino aumento de temperatura durante su cultivo días previos a su inoculación (Ezziyyani, et al., 2004) (Ploetz et al, 2009).

A nivel de longitud radicular se encontró diferencias entre tratamientos pero también entre unidades experimentales del mismo tratamiento, cuyo origen sería la calidad de la materia orgánica sobre el crecimiento radicular. El pH del compost usado fue muy alto (9) y no favorece la disponibilidad de nutrientes por lo que probablemente el N, K, sobre todo el P no han sido asimilados por la planta siendo esta etapa fundamental la suficiente presencia de P para la formación de nuevas raíces. La relación C/N fue mayor de 20 (21.13) y su efecto se sumó al del pH y la baja cantidad de P (Fassbender y Bornemisza, 1987; Day y Shaw, 2001, mencionados por Uribe-Lorío, 2014.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir de la discusión de los resultados obtenidos utilizando una mezcla comercial de *Trichoderma spp.* como control de la “marchitez” en *Capsicum annuum* Leo. “páprika” var. PAPRI KING, considerando el análisis de los antecedentes, el marco teórico y resultados estadísticos; se llega a las siguientes conclusiones:

Primera: No existen diferencias significativas entre tratamientos, tanto en incidencia como en grado de severidad.

Segunda Los datos estadísticos muestran diferencia en la longitud de raíz entre los tratamientos donde se aplicó 0,2 g de *Trichoderma spp* /planta y aquellos con 0,4 g / 0,8 g de *Trichoderma spp* /planta.

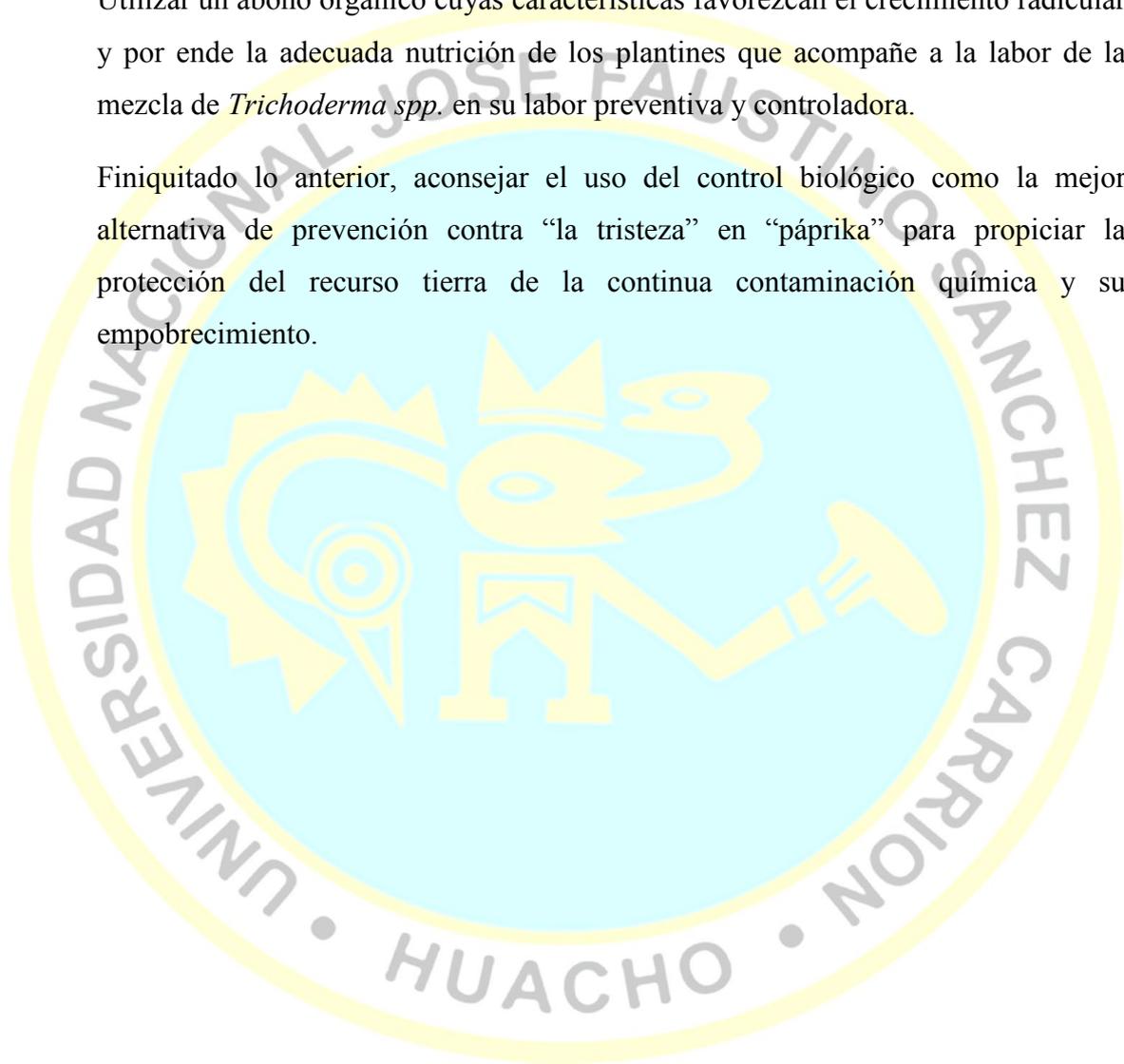
Tercera: Los tratamientos de aplicación 0.4 g de *Trichoderma spp* /planta y 0,8 g de *Trichoderma spp* /planta muestran el mismo resultado como método protector.

6.2 Recomendaciones

Repetir el experimento para afinar tiempo de vida de la planta y confrontar los resultados obtenidos utilizando aislamientos del fitopatógeno de zonas paprikeras costeñas y garantizar su agresividad en cultivos in vitro.

Utilizar un abono orgánico cuyas características favorezcan el crecimiento radicular y por ende la adecuada nutrición de los plantines que acompañe a la labor de la mezcla de *Trichoderma spp.* en su labor preventiva y controladora.

Finalizado lo anterior, aconsejar el uso del control biológico como la mejor alternativa de prevención contra “la tristeza” en “páprika” para propiciar la protección del recurso tierra de la continua contaminación química y su empobrecimiento.



REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- Aguilar, J. 2009. Inhibición de *Phytophthora capsici* Leo. in vitro e in vivo mediante extractos vegetales. Tesis de licenciatura. Univ. Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila, Mexico. Recuperado de:
repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/939/60896s.pdf
- Anculle, A. y R. Álvarez. (2006). Evaluación de enfermedades de plantas. Recuperado de:
http://www.senasa.gob.pe/servicios/intranet/capacitacion/cursos/curso_arequiipa/evaluacion_enfermedades_plantas_1.pdf
- Appiah, A.A., J. Flood, S. A. Archer, and P. D. Bridge. (2004). Molecular analysis of the major *Phytophthora* species on cocoa. *Plant Pathol.* 53:209-219. Recuperado de:
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0032-0862.2004.00980.x/full>
- Castro A., Fernández,S. y Osuna,P. (2012). Mecanismos de defensa del chile en el patosistema *Capsicum annum* – *Phytophthora capsici*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 30:49-65. Recuperado en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61225129005>
- Cavalier-Smith,T. (1981). "Eukaryote kingdoms: seven or nine?". *Biosystems* 14 (3–4): 461–481. Recuperado de:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0303264781900502?np=y>
- Cavalier-Smith, T. (2010). Kingdoms Protozoa and Chromista and the eozoan root of the eukaryotic tree. Recuperado de:
<http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2009.0948> el 12 May 2010
- Cerqueira, Luz, A. O., Faleiro, F. G., Dantas Neto, A., Matsuoka, K., and Marques, J. R. B. (2003). Diversidade genética de isolados de *Phytophthora capsici* de

diferentes hospedeiros com base em marcadores RAPD patogenicidade e morfologia. *Fitopatol. Bras.* 28:559-564. Recuperado en:

<http://www.scielo.br/pdf/fb/v28n5/17674.pdf>

Echemendia, Y. (2002). *Phytophthora*: Características, diagnóstico y daños que provoca en algunos cultivos tropicales. Medidas de control. *Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical. La Habana, CU. FAO.*, 30. Recuperado en :

www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1060/cuf0022s.pdf

García, M. (2002). *Determinación del grado de antagonismo de Trichoderma sp. sobre Phytophthora cryptogea bajo condiciones controladas.* (Tesis para Título.

Universidad de la Sabana). Recuperado de :

<http://intellectum.unisabana.edu.co:8080/jspui/bitstream/10818/5062/1/130038.pdf>

Hausbeck, M. & K. Lamour. (2004). *Phytophthora capsici* on Vegetable Crops: Research Progress and Management Challenges. *Plant Disease* / Vol. 88 No. 12.

Recuperado en:

<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.2004.88.12.1292>

Hurtado, O. (2008). *Generating genetic resources for Phytophthora capsici (L.) and studying P. capsici and Phytophthora hybrids in Peru.* (Dissertation for the Degree Of Doctor Of Philosophy. University Of Tennessee. USA). Recuperado de:

<http://etd.utk.edu/2008/August2008Dissertations/HurtadoOscarPietro.pdf>

Hurtado-González O., L. Aragon-Caballero, W. Apaza-Tapia, R. Donahoo, and K. Lamour. (2008). Survival and Spread of *Phytophthora capsici* in Coastal Peru. *Phytopathology* 98:688-694. Recuperado de:

<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-98-6-0688>

Lamour, K. H., and Hausbeck, M. K. (2002). The spatiotemporal genetic structure of *Phytophthora capsici* in Michigan and implications for disease management. *Phytopathology* 92 : 681 - 684. Recuperado en:

<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO.2002.92.6.681>

PromPerú. (2014). Informe Anual: Desenvolvimiento Agroexportador del Perú. Recuperado de :

<http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/sectoresproductivos/Desenvolvimiento-Agroexportador-2014.pdf>

Quesada-Ocampo, L., L. Granke, M. Mercier, J. Olsen, and M. Hausbeck. (2011). Investigating the Genetic Structure of *Phytophthora capsici* populations- *Phytopathology*. Vol. 101, No. 9.

Recuperado de: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHYTO-11-10-0325>

Ristaino, J. B. (1990). Intraspecific variation among isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and cucurbit fields in North Carolina. *Phytopathology* 80:1253 - 1259. Recuperado de:

http://www.apsnet.org/publications/phytopathology/backissues/Documents/1990Articles/Phyto80n11_1253.PDF

Ristaino, J. B. and S. A. Johnston. (1999). Ecologically based approaches to management of *Phytophthora* blight of bell pepper. *Plant Dis.* 83:1080 - 1089.

Recuperado de: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1999.83.12.1080>

Santos Juárez, P. (2010). Estrategias para el control de *Phytophthora capsici* Leo. y *Fusarium solani* Mart. en el cultivo del chile (*Capsicum annuum* L.).

Recuperado de: <https://mx.123dok.com//document/1y9g72jq-estrategias-para-el-control-de-phytophthora-capsici-leo-y-fusarium-solani-mart-en-el-cultivo-del-chile-capsicum-annuum-l.html>

Silvar, C., Merino, F., and Díaz, J. (2006). Diversity of *Phytophthora capsici* in Northwest Spain: analysis of virulence, metalaxyl response, and molecular characterization. *Plant Disease*. 90:1135-1142.

Recuperado de: <http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PD-90-1135>

Tyler B. (2001). Genetics and genomics of the oomycete-host interface. *Trends in Genetics* 17:611-614. Recuperado de:

<http://www.phytophthoradb.org/species.php?a=dv&id=2785&p=1&l=200&sv=&sf=&opt=0>

Valerio, R. (2016). Efecto de la concentración de ácido giberélico en el crecimiento y rendimiento de tres cultivares de pimiento páprika (*Capsicum annuum* L.).

Tesis. Fac. Agronomía. UNALM. Peru. Descargado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2686/F04-V3467-T.pdf>

7.2 Fuentes bibliograficas

Anaya, R.S y Romero N.J. (1999). *Hortalizas, Plagas y Enfermedades*. Mexico D.F. Editorial Trillas.

Bazan de Segura, C. (1975). *Enfermedades de Cultivos Frutcolas y Hortícolas*. 276 pp. Editorial Jurídica SA Lima, Peru.

Borda, E. y Choquehuayta, G. (2010). *La cadena productiva del ají páprika y la Asociatividad: Un reto para la competitividad en el mercado internacional con equidad*. Inf. Final. Centro Interdis.de Investig. e Innovacion de la Universidad Catolica de Santa María. Arequipa.

Carson, R. (1964). *Primavera silenciosa: Libros de la naturaleza*. Barcelona: Editor Luis de Carolat.

- Echarri, L. (1998). *Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*. España, Ed. Teide. Argentina.
- Coral, Á., J. Estrada, K. Ruiz y R. Trisoglio. (2017). *Planeamiento Estratégico para el Pimiento en el Perú*. (Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú.)
- Huamaní, G. (2007). *Resistencia de Capsicum spp. a Phytophthora capsici León y ensayo de control con inductores químicos de resistencia*. (Tesis inédita para optar el grado de Magister Scientiae. UNALM.Lima.)
- Lamour, K. (2013). *Phytophthora: a global perspective*. London. Editorial CABI Pub.
- Lucana, C. (2012). *Respuesta de 5 especies de Capsicum spp. a Phitophthora capsici Leon, bajo condiciones de invernadero, en los laboratorios de Fitopatología de la UNALM-Lima*. (Tesis. Universidad Nacional San Antonio Abad. Cuzco.)
- MINAG PERU. (2015). SIEA Anuario Estadístico. Comercio Exterior Agrario
- Nicho, P. (2009). Cultivo de Hortalizas experiencias exitosas Foro Concertación para el Desarrollo Agrario del Valle Chillón, 23 y 24 de mayo 2009. Programa Nacional DE INVESTIGACIÓN HORTALIZAS. Sede E.E.A Donoso-Huaral. Instituto Nacional de Innovación Agraria.
- Rado, C. 2010. "*Control del nemátodo del nódulo de la raíz (Meloidogyne incognita .Cbitw.) con materia orgánica compostada (estiércol de vacuno) en el cultivo de páprika (Capsicum annum L. var. Oueen) en el valle de Ite - Tacna*". (Tesis. Univ.Nac. Jorge Basadre G.)
- Raven P.H., Evert R.F. and Eichhorn S.E. (1999). *Biology of Plants*. New York.WH Freeman and Company.

7.3 Fuentes hemerográficas

Alizadeh, A., & Tsao, P. H. (1985). Effect of light on sporangium formation, morphology, ontogeny, and caducity of *Phytophthora capsici* and 'P. palmivora' MF4 isolates from black pepper and other hosts. *Transactions of the British Mycological Society*, 85(1), 47-69.

Alizadeh, A., & Tsao, P. H. (1985). Chlamydospore formation in 'Phytophthora palmivora' MF4. *Transactions of the British Mycological Society*, 85(1), 71-79.

Ahmed, A. S., Sánchez, C. P., & Candela, M. E. (2000). Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annum*) to *Phytophthora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. *European Journal of Plant Pathology*, 106(9), 817-824.

Ait-Lahsen, H., Soler, A., Rey, M., de la Cruz, J., Monte, E., & Llobell, A. (2001). An antifungal exo- α -1, 3-glucanase (AGN13. 1) from the biocontrol fungus *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 67(12), 5833-5839.

Amador, M. (1999). Agricultura orgánica. *Revista*, (62), 101-105.

Aragaki, M., and Uchida, J. Y. (1992). Recent findings in *Phytophthora capsici* / *P. tropicalis* complex. (Abstr.) *Phytopathology* 82:1164.

Argumedo-Delira, R., A. Alarcón, R. Ferrera-Cerrato & J. Peña-Cabriales. (2009). El género fúngico *Trichoderma* y su relación con los contaminantes orgánicos e inorgánicos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(4), 257-269.

- Benítez, T., Rincón, A. M., Limón, M. C., & Codón, A. C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International microbiology*, 7(4), 249-260.
- Blaha, G. (1990). Use of isoenzyme patterns and RFLP to identify the *Phytophthora* spp. on cacao. *Bulletin OEPP*, 20(1), 59-65.
- Copeland, H. (1938). "The kingdoms of organisms", *Quarterly review of biology* v.13, p. 383-420.
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Ahmed, A. S., Requena, M. E., & Castillo, M. E. C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). In *Anales de biología* (No. 26, pp. 35-45).
- Erwin, D. and Ribeiro O. (1996). *Phytophthora. Diseases Worldwide*. St. Paul – Minnesota. APS Press. ISBN 0890542120. 562 pág.
- Fabritius, A., Shattock, R.C., and Judelson, H. S. (1997). Genetic analysis of metalaxyl insensitivity loci in *Phytophthora infestans* using linked DNA markers. *Phytopathology* 87:1034-1040.
- Fernández-Herrera, E., Acosta-Ramos, M., & Pinto, V. M. (2007). Efecto de aplicaciones de fungicidas sobre la incidencia de la marchitez (*Phytophthora capsici* Leo.) del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista mexicana de fitopatología*, 25(2), 186-189.
- Fernández-Herrera, E., Acosta-Ramos, M., Ponce-González, F., & Manuel-Pinto, V. (2007). Manejo biológico de *Phytophthora capsici* Leo., *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. y *Rhizoctonia solani* Kühn en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista mexicana de fitopatología*, 25(1), 35-42.

Fernandez-Northcote, E. N. (1971). La marchitez y otras enfermedades de *Capsicum* spp. cultivadas en el Peru. Paper read at Primer Congreso Nacional de Investigadores Agrícolas y Pecuarios del Peru, at Lima, Peru.

Fogg, M. L., and Johnston, S. A. (2003). Mefenoxam sensitivity of *Phytophthora capsici* isolates in New Jersey. *Phytopathology* 93:S26.

Förster, H., Coffey, M. D., Elwood, H., & Sogin, M. L. (1990). Sequence analysis of the small subunit ribosomal RNAs of three zoosporic fungi and implications for fungal evolution. *Mycologia*, 306-312.

Förster, H., & Coffey, M. D. (1991). Approaches to the taxonomy of *Phytophthora* using polymorphisms in mitochondrial and nuclear DNA. *Phytophthora*, 164-183.

French-Monar, R. D., Jones, J. B., and Roberts, P. D. (2006). Characterization of *Phytophthora capsici* associated with roots of weeds on Florida vegetable farms. *Plant Dis.* 90:345-350. Recuperado de : <http://dx.doi.org/10.1094/PD-90-0345>

Glosier, B.R.; Ogundin, E.A., Sidhu, G.S., Sicho, D.R. & Prince, J. (2008). A differential series of pepper (*Capsicum annuum*) lines delineates fourteen physiological races of *Phytophthora capsici*. *Euphytica*, 162 (1), 23 -30.

Guigón, C. y P. González. (2004). Selección de cepas nativas de *trichoderma* spp. con actividad Antagónica sobre *phytophthora capsici* leoniana y promotoras de crecimiento en el cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.). Rev. Mexicana de Fitopatología, enero-junio, vol. 22, número 001. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Obregón, México.

Hickman, C. J. (1970). Biology of *Phytophthora* zoospores. *Phytopathology* 60:1128-1135.

Haeckel, E. (1896). *Systematische Phylogenie der wirbellosen Thiere (Invertebrata)*.
Walter de Gruyter.

Hwang, B. K., De Cock, A. W., Bahnweg, G., Prell, H. H., & Heitefuss, R. (1991).
Restriction fragment length polymorphisms of mitochondrial DNA among
Phytophthora capsici isolates from pepper (*Capsicum annuum*). *Systematic
and applied microbiology*, 14(2), 111-116.

Julvey, J., Hurtado-Gonzalez, O., Aragón-Caballero, Liliana, Gobena, Daniel, Dylan
S. et Finley, L., Lamour, Kurt. (2011). Genetic Diversity of the Pepper
Pathogen *Phytophthora capsici* on Farms in the Amazonian High Jungle of
Peru. *American Journal of Plant Sciences*, 2011, 2, 461-466,

Kaosiri, T., & Zentmyer, G. A. (1980). Protein, esterase, and peroxidase patterns in
the *Phytophthora palmivora* complex from cacao. *Mycologia*, 988-1000.

Katsura, K., & Miyazaki, S. (1960). Leaf penetration by *Phytophthora capsici*
Leonian. *Leaf penetration by Phytophthora capsici Leonian.*, (12).

Kim, E. S., & Hwang, B. K. (1992). Virulence to Korean pepper cultivars of isolates
of *Phytophthora capsici* from different geographic areas. *Plant disease (USA)*.

Lamour, K. H., and Hausbeck, M. K. (2003). Effect of crop rotation on the survival
of *Phytophthora capsici* and sensitivity to mefenoxam. *Plant Dis.* 87:841-845.

Leonian, L. H. (1922). Stem and fruit blight of peppers caused by *Phytophthora
capsici* sp. nov. *Phytopathology* 12:401-408.

Margulis, L. (1974). "Five-kingdom classification and the origin and evolution of
cells". *Evolutionary Biology*. 7: 45-78.

Mendoza, J. L. H., Pérez, M. I. S., Olivares, J. G. G., Pérez, N. M., Prieto, J. M. G.,
& Velásquez, J. D. C. Q. (2011). Caracterización molecular y agronómica de

aislados de *Trichoderma spp* nativos del noreste de México. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 176.

Mchau, G. R., & Coffey, M. D. (1995). Evidence for the existence of two subpopulations in *Phytophthora capsici* and a redescription of the species. *Mycological Research*, 99(1), 89-102.

Nava-Pérez, E., García-Gutiérrez, C., Camacho-Báez, J. R., & Vázquez-Montoya, E. L. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximhai*, 8(3), 17-29.

Pariaud, B., Ravigné, V., Halkett, F., Goyeau, H., Carlier, J., & Lannou, C. (2009). Aggressiveness and its role in the adaptation of plant pathogens. *Plant Pathology*, 58(3), 409-424.

Ploetz, R. C., Heine, G., Haynes, J., and Watson, M. (2002). An investigation of biological attributes that may contribute to the importance of *Phytophthora capsici* as a vegetable pathogen in Florida. *Ann. Appl. Biol.* 140:61-67.

Oudemans, P., & Coffey, M. D. (1991). A revised systematics of twelve papillate *Phytophthora* species based on isozyme analysis. *Mycological Research*, 95(9), 1025-1046.

Stamps, D. J. (1985). *Phytophthora capsici*. *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*, (836), 2.

Svecova, E. (2010). Control of phytopathogenic fungi in horticultural crops by natural plants extracts. PhD Thesis. Università degli studi della Tuscia.

Tsao, P.H. (1991). The identities, nomenclature and taxonomy of *Phytophthora* isolates from black pepper. Paper presented at Diseases of Black Pepper. *Proceedings of the International Pepper Communication Workshop on Pepper Diseases*, Goa, India.

- Tsao, P.H., Kasim, R. and Mustika, I. (1985). Morphology and identity of black pepper *Phytophthora* isolates in Indonesia. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) *Plant Protection Bulletin*, 33, 61–66.
- Tsao, P.H., and Alizadeh, A. (1988). Recent advances in the taxonomy and nomenclature of the so-called "*Phytophthora palmivora*" MF4 occurring on cocoa and other tropical crops. Paper presented in *Proceedings on the 10th International Cocoa Research Conference*, Santo Domingo, 17–23 May 1987, pp 441 – 445.
- Uchida, J. Y., & Aragaki, M. (1985). Occurrence of chlamydospores in *Phytophthora capsici*. *Mycologia*, 77(5), 832-835.
- Uchida, J. Y., & Aragaki, M. (1989). Comparison of pepper isolates of *Phytophthora capsici* from New Mexico to other solanaceous isolates. *Phytopathology*, 79, 1212.
- Uribe-Lorío, L.; L. Castro-Barquero; F. Arauz-Cavallini; C. Enriquez-Enriquez y M. Blanco-Meneses. (2014). Pudrición basal causada por *Phytophthora capsici* en plantas de Chile tratadas con vermicompost. *Agro-Mesoam*. 25(2), 243-253. ISSN: 2215-3608
- Vinale, F., Sivasithamparam, K., Ghisalberti, E. L., Marra, R., Woo, S. L., & Lorito, M. (2008). *Trichoderma*–plant–pathogen interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(1), 1-10.
- Whittaker, R.H. (1969). "New concepts of kingdoms or organisms. Evolutionary relations are better represented by new classifications than by the traditional two kingdoms", *Science*, 163 (3863): 150–60.

7.4 Fuentes electrónicas

1. <http://www.phytophthoradb.org>
2. <http://www.agraria.pe/noticias/adex-peru-primer-productor-y-exportador-mundial-de-paprika-1711>





ANEXOS

Fig. 1 Fases fenológicas de *Capsicum annuum* “páprika” y periodo de ataque de *Phytophthora capsici* Leo.

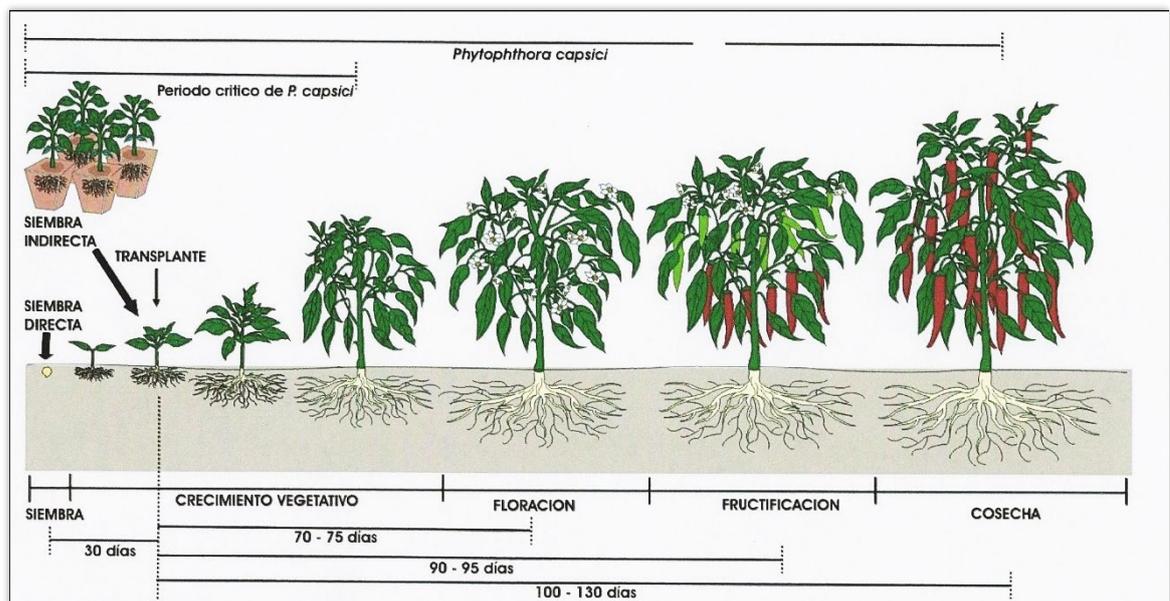


Fig. 2 Zonas paprikeras en Perú



Tabla 1. Algunas exportaciones agropecuarias Tradicional y No Tradicional – 2016 y 2017

PRODUCTO	2016 US\$			2017 US\$			% CREC. FOB.	% PRECIO
	FOB US\$	KILOS	PREC. PROM.	FOB US\$	KILOS	PREC. PROM.		
TRADICIONAL	826,156,505	362,405,232	2.28	766,294,061	369,486,151	2.07	-7%	-9%
LGODON FIB > 28.57 TANGUIS, SIN CARDAR NI P	740,502	345,392	2.14	973,417	412,686	2.36	31%	10%
LGODON DESPERDICIOS LD	300,531	322,377	0.93	194,587	195,734	0.99	-35%	7%
ZUCAR DE CAÑA LOS DEMAS	38,740,020	71,943,624	0.54	48,549,240	90,600,120	0.54	25%	0%
ZUCAR DE CAÑA (PANELA-chancaca)	2,615,509	1,547,947	1.69	3,651,694	2,179,513	1.68	40%	-1%
ZUCAR DE CAÑA REFINADA	28,312,654	49,232,633	0.58	17,972,408	35,787,276	0.50	-37%	-13%
AFÉ EN GRANO TOSTADO	409,284	58,089	7.05	441,409	93,712	4.71	8%	-33%
AFÉ SIN DESCAFEINAR MOLIDO TOSTADO	171,154	9,428	18.15	201,003	43,806	4.59	17%	-75%
AFÉ LOS DEMAS	733,201	215,809	3.40	433,344	114,915	3.77	-41%	11%
AFÉ EN GRANO SIN TOSTAR	754,133,650	238,729,933	3.16	693,876,959	240,058,389	2.89	-8%	-8%
NO TRADICIONAL	4,731,027,843	2,554,050,664	1.85	4,943,523,058	2,567,187,049	1.93	4%	4%
GROINDUSTRIALES								
CEITE OLIVA VIRGEN	1,623,057	473,475	3.43	3,439,467	862,610	3.99	112%	16%
CEITE PALMA REFINADA	7,902,238	8,134,380	0.97	11,957,773	12,285,686	0.97	51%	0%
CEITE DE PALMA, EN BRUTO.	23,493,788	34,473,100	0.68	20,589,017	28,893,113	0.71	-12%	5%
CEITE LIMON.	18,893,964	588,979	32.08	17,078,992	516,226	33.08	-10%	3%
CEITUNAS, PREP O CONSERV. (EXCL. EN VINAGRE)	7,952,422	11,160,830	0.71	8,111,995	11,164,991	0.73	2%	2%
CEITUNAS, CONSERVADAS (EXC. EN VINAGRE O	24,378,013	13,271,659	1.84	19,963,160	9,284,204	2.15	-18%	17%
CEITUNAS, PREPARADAS CONSERVADAS EN VIN	360,472	131,786	2.74	350,793	137,410	2.55	-3%	-7%
APRIKA EXTRACTO	1,796,083	177,637	10.11	3,234,938	138,538	23.35	80%	131%
APRIKA ENTERA	55,468,473	22,998,819	2.41	41,968,998	16,669,046	2.52	-24%	-4%
APRIKA EN TROZOS (PIMIENTO TROZADO)	8,922,595	2,897,598	3.08	6,054,212	2,071,069	2.92	-32%	-5%
APRIKA EN POLVO	10,527,945	5,190,059	2.03	12,605,283	4,229,968	2.98	20%	47%
PIMIENTO Y PEPILLO	68,415	685,469	0.10	43,257	414,660	0.10	-37%	5%
PIMIENTO PIQUILLO EN CONSERVAS Y OTROS	50,045,255	24,191,576	2.07	53,455,386	26,021,254	2.05	7%	-1%
PREPARACIONES PARA SALSAS, SALSAS PREPA	12,426,579	4,401,654	2.82	12,945,748	4,571,790	2.83	4%	0%

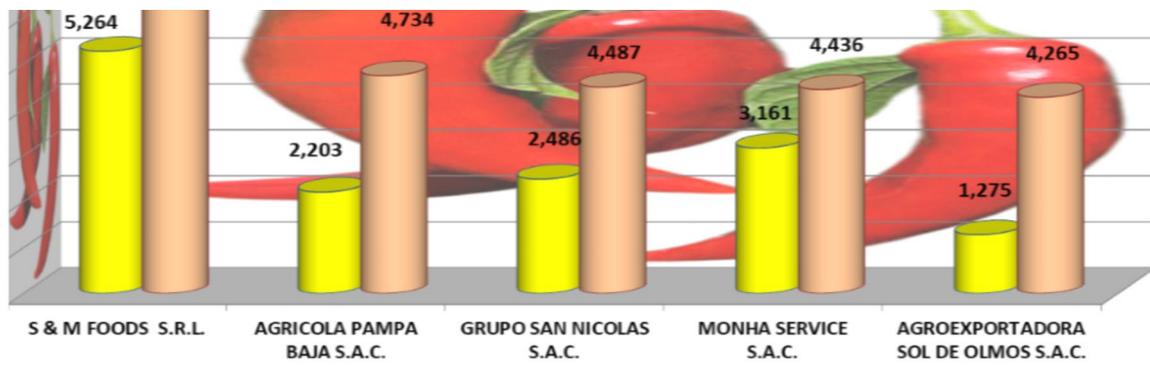
Fuente: SIINAT

Tabla 2. Ranking de las 8 primeras empresas que exportan “páprika” (Valor FOB) durante los años 2014 - 2017

Razón Social	Valor FOB (US\$)						
	2014	2015	2016	2017	Total (US\$)	Part.% 2017	Crec.% 2017/2014
TOTAL	73,420,280	80,058,469	74,113,296	62,048,778			
OLAM AGRO PERÚ S.A.C.	12,477,404	16,124,995	6,881,369	3,457,840	38,941,608	5.57%	-34.8%
S & M FOODS S.R.L.	5,559,935	6,321,607	7,721,883	6,999,639	26,603,064	11.28%	7.98%
INDUSTRIAL COMERCIAL HOLGUIN E HIJOS S.A.	3,834,627	6,799,795	6,182,075	6,365,252	23,181,749	10.26%	18.4%
GRUPO SAN NICOLAS S.A.C.	3,208,381	3,776,006	4,416,692	3,373,653	14,774,732	5.44%	1.69%
AGRICOLA PAMPA BAJA S.A.C.	3,962,958	1,549,410	4,403,883	3,881,675	13,797,926	6.26%	-0.69%
MONHA SERVICE S.A.C.	1,389,930	2,430,653	5,034,019	4,464,147	13,318,750	7.19%	47.54%
PERU SPICES S.A.C.	2,515,789	2,048,588	3,825,137	2,617,313	11,006,827	4.22%	1.33%
VALLE VERDE EXPORT S.A.C.	2,155,685	3,128,914	3,006,275	2,190,779	10,481,652	3.53%	0.54%

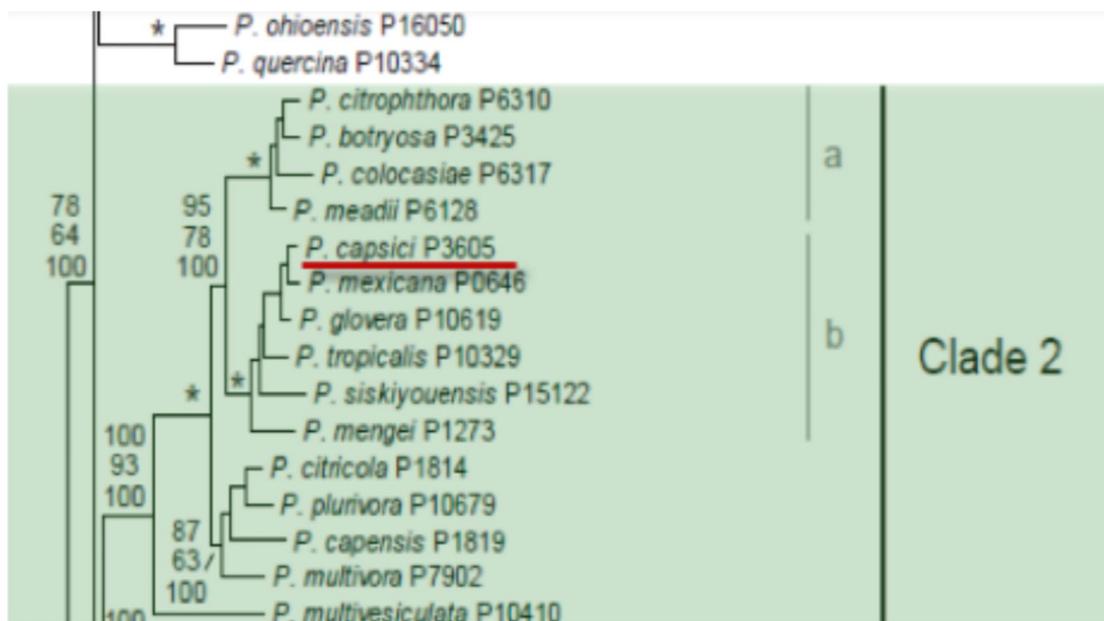
Fuente: ADEX DATA TRADE - ADUANAS

Fig. 3 Principales empresas peruanas exportadoras de “páprika” entera en años 2016 y 2017



Fuente: www.agrodataperu.com

Fig. 4 Parte del árbol filogenético del Genero *Phytophthora*. *P. capsici* Leo pertenece al Clado 2



Fuente: <http://www.phytophthoradb.org>

Fig. 5 Preparando la lámina de Neubauer para el conteo de zoosporas de *P. capsici* Leo. antes de su inoculación en plantines de “páprika”



Fig. 6 Inoculación de raíces de plantines con los antagonistas *Trichoderma* spp.



Fig. 7 Plántulas al inicio de experimento en el vivero de la EP de Agronomía



Fig. 8 Plantas cloróticas luego 5 días de inoculación del fitopatógeno *P. capsici* Leo.



Fig. 9 Comparación de plantas a los 21 días del experimento: Testigo Negativo (T -), Tratamientos: T3 con planta clorótica, T2 con Severidad 3 y T5 con Severidad 5



Fig. 10 Plántulas de *Capsicum annuum* “páprika” agrupadas según Tratamiento e inoculadas con *P. capsicum* Leo. al final del experimento



T 1

T 2



T 3



T 4



T 5



T 6



T 7



T 8



T 9

Fig. 11 Raíces de plantas con una concentración de 0.2 g de *Trichoderma spp.* /planta. T1 = 1 aplicación; T2 = 2 aplicaciones y T3 = 3 aplicaciones



Fig. 12 Raíces de plantas con *Trichoderma spp.* aplicada a una concentración de 0.4 g/planta. T4= 1 aplicación; T5= 2 aplicaciones y T6= 3 aplicaciones

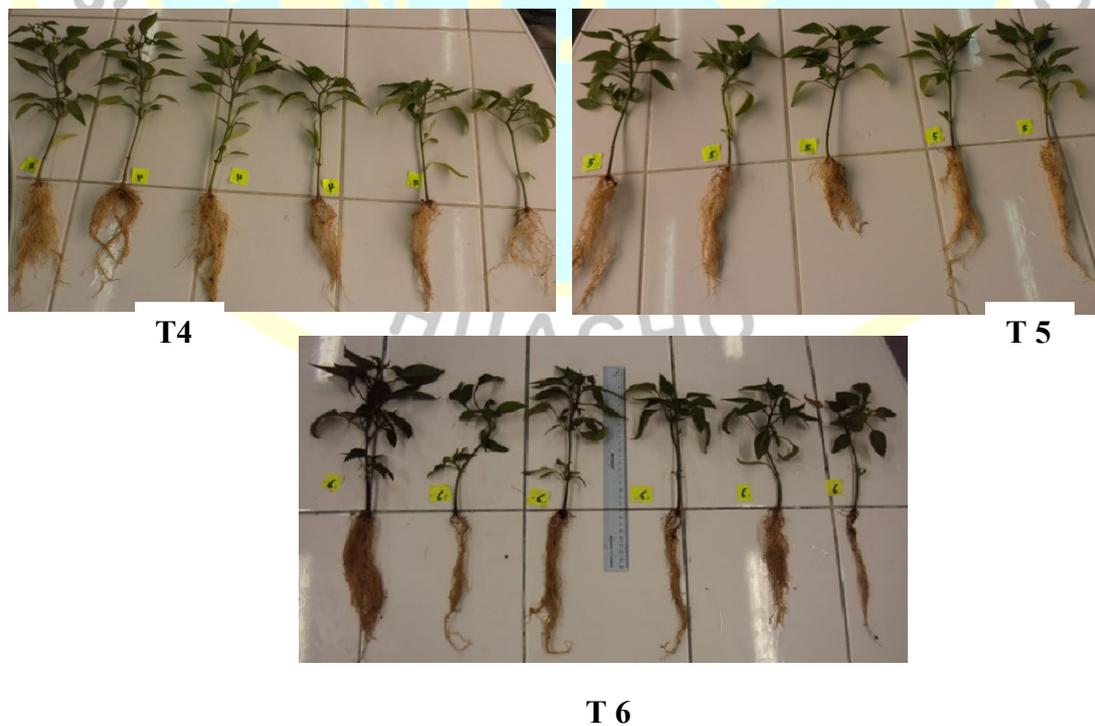


Fig. 13 Plantas con *Trichoderma* spp. aplicada a una concentración de 0.8 g / planta
 T7= 1 aplicación; T8= 2 aplicaciones y T9= 3 aplicaciones



Fig. 14 Longitud final de raíces (cm) según concentración de *Trichoderma* spp aplicada en drench sobre *Capsicum annuum* L. “páprika” según Tratamiento

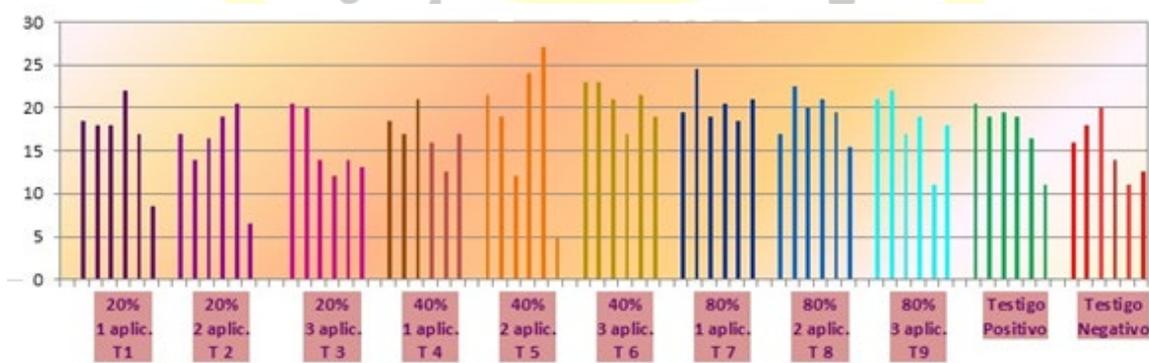


Tabla 3. Incidencia (%) de “marchitez” por aplicación de *P. capsici* Leo. sobre *Capsicum annuum* “páprika” var. PAPRI KING, en diferentes concentraciones y número de aplicaciones de *Trichoderma* spp.

Tratamiento	Incidencia (%)								
	Días después de la Inoculación								
	5	11	16	21	26	31	37	41	48
T1	0	100	100	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7
T2	0	66.8	66.8	66.8	66.8	50.1	50.1	50.1	50.1
T3	50.1	50.1	66.8	66.8	50.1	16.7	16.7	16.7	16.7
T4	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	33.4	0
T5	0	50.1	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	50.1	16.7
T6	100	16.7	16.7	66.8	66.8	66.8	66.8	66.8	33.4
T7	16.7	66.8	66.8	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1	50.1
T8	0	16.7	16.7	66.8	66.8	83.5	83.5	50.1	50.1
T9	0	50.1	50.1	50.1	50.1	33.4	33.4	33.4	33.4
T+	50.1	66.8	66.8	66.8	66.8	50.1	50.1	50.1	33.4
T-	0	50.1	50.1	50.1	50.1	33.4	33.4	33.4	0

Dra. Dori Udulia Felles Leandro
ASESOR

Dr. Manuel Antonio León Julca
PRESIDENTE

Dra. Soledad Dionisia Lláñez Bustamante
SECRETARIO

Dr. Eddy Gilberto Rodríguez Vigil
VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del segundo vocal]
VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del tercer vocal]
VOCAL