

**INTERACCIÓN DE CUATRO FOSFONATOS MAS *Trichoderma*
harzianum PARA EL CONTROL DE LANCHA DE PAPA
(*Phytophthora infestans*) A NIVEL DE LABORATORIO**

IZA GUAMAN ROBERTO CARLOS

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2010

Hoja de Certificación

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado:
**“INTERACCIÓN DE CUATRO FOSFONATOS MAS *Trichoderma harzianum*
PARA EL CONTROL DE LANCHA DE PAPA (*Phytophthora infestans*) A NIVEL
DE LABORATORIO”**, de responsabilidad del Señor egresado Iza Guamán Roberto
Carlos, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TESIS

Ing. ROSA CASTRO

DIRECTORA

Ing. DAVID CABALLERO

MIEMBRO

Ing. FERNANDO RIVAS

MIEMBRO

Riobamba, Julio del 2010.

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la sabiduría y la paciencia para terminar con éxito mi carrera.

A mis queridos padres Delia y Francisco por su esfuerzo y apoyo incondicional durante todo la etapa estudiantil, y mil gracias por esa bendiciones que siempre me acompañaron y me dieron la fortaleza para continuar y cumplir con una de las metas de mi vida.

A mi amada esposa Sofía por su apoyo y comprensión y de manera especial a mis queridos hijos Alexis Javier y Angélica Anahí, quienes se han convertido en mi inspiración y esfuerzo de todos los días.

A mis hermanos Verónica, Irene, Paúl y Santiago.

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme abierto las puertas y brindarme todos los conocimientos a través de los sus docentes, empleados y trabajadores.

A la Ingeniera Rosita Castro, Directora de Tesis, por su aporte en el desarrollo de esta investigación, y de igual manera por su paciencia y apoyo incondicional.

Al los Ingenieros David Caballero y Fernando Rivas, Miembros de Tesis, por guía técnica, científica, en el desarrollo de la investigación.

Al Doctor Jorge Andrade, Representante de Centro Internacional de La Papa (CIP), por su aporte científico en el desarrollo de la investigación.

Agradezco a todas las personas que laboran e integran el Departamento de Fitopatología, por todo su apoyo y colaboración en el desarrollo de la presente tesis.

A mi familia por su aporte en el desarrollo de mi tesis y de manera especial a mi esposa, padres e hijos que siempre me acompañan.

A mi compañero y amigo Roberto por su apoyo y amistad incondicional.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPITULO	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	
	LISTA DE GRAFICOS	
	LISTA DE ANEXOS	
I.	TITULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	5
IV.	MATERIALES Y METODOS	48
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
VI.	CONCLUSIONES	91
VII.	RECOMENDACIONES	93
VIII.	RESUMEN	94
IX.	SUMARY	95
X.	BIBLIOGRAFÍA	96
XI.	ANEXOS	102

LISTA DE CUADROS

No.	CONTENIDO	PAGINA
1.	Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de papa.	7
2.	Fosfonatos en estudio y dosis a utilizar.	53
3.	Códigos y localidades donde fueron aisladas las cepas de <i>Trichoderma</i> .	54
4.	Tratamientos y códigos en estudio.	55
5.	Esquema del análisis de varianza para los tratamientos en estudio.	56
6.	Tratamientos en estudio segunda fase.	59
7.	Análisis de varianza para el crecimiento de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas de crecimiento radial.	61
8.	Prueba de Tukey al 5% para el crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> a las 24H00	63
9.	Prueba de Tukey al 5% para el crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> a las 144 horas.	65
10.	Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T1 (Th1- Fosfonato de calcio –Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i> .	75
11.	Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T2 (Th1- Fosfonato de calcio -Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i> .	76

12. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 77
13. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 78
14. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T11 (Th2- Fosfonato de potasio -Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 79
15. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T19 (Th1- Hipofosfito de potasio –Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 80
16. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T20 (Th1- Hipofosfito de potasio – Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 81
17. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T21 (Th1- Hipofosfito de potasio –Alta), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 82
18. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T22 (Th2- Hipofosfito de potasio – Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*. 83
19. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T23 (Th2- Hipofosfito de potasio – Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días

	después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i> .	84
20.	Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T24 (Th2- Hipofosfito de potasio – Alta), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i> .	85
21.	Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento Tq (Testigo químico-mancozeb), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i>	86
22.	Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T0 (Testigo absoluto), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i>	87
23.	Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de <i>Phytophthora infestans</i>	88
24.	Porcentaje de severidad de <i>Phytophthora infestans</i> , frente a la aplicación de la interacción Fosfonatos mas <i>Trichoderma</i> .	89

LISTA DE GRAFICOS

No.	CONTENIDO	PAGINA
1.	Guía para la severidad (%) de Tizón tardío en plantas de papa.	17
2.	Guía para evaluar la severidad (%) de tizón tardío en hojas de papa.	18
3.	Curvas del progreso de la enfermedad (CPE's) observadas y simuladas	23
4.	Cálculo del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) en una epidemia con 3 evaluaciones de severidad usando la ecuación 1.	25
5.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado con fosfonatos de calcio desde las 00 hasta las 144 horas.	67
6.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado con Fosfonato de potasio desde las 00 hasta las 144 horas.	68
7.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado con Fosetil Aluminio desde las 00 hasta las 144 horas.	69
8.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado con Hipofosfito de potasio (Fortilancha) desde las 00 hasta las 144 horas.	70
9.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , cepa Chambo y Cajabamba, desde las 00 hasta las 144 horas.	71
10.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , frente a cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 24 horas.	72

- 11.** Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 144H00. 74
- 12.** Porcentaje de severidad de *Phytophthora infestans*, frente a la aplicación de la interacción Fosfonatos+Trichoderma. 90

LISTA DE ANEXOS

No.	CONTENIDO	PAGINA
1.	Incubación y crecimiento de micelio de <i>Trichoderma harzianum</i>	102
2.	Escala para la estimación de tizón en el follaje de papa	103
3.	Crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado con cuatro tipos de fosfonatos en tres dosis, desde las 00 hasta las 144 horas.	104
4.	Siembra de papas variedad Gabriela en fundas de polietileno.	105
5.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 48 horas.	106
6.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 72 horas	106
7.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 96 horas.	107
8.	Ritmo de crecimiento radial de <i>Trichoderma harzianum</i> , frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 120 horas.	107
9.	Datos del cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) de los diferentes tratamientos en estudio.	108
10.	Análisis de varianza para el crecimiento de <i>Trichoderma harzianum</i> en medio envenenado a las 24 horas	109
11.	Análisis de varianza para el crecimiento de <i>Trichoderma harzianum</i>	

	en medio envenenado a las 144 horas.	110
12.	Lecturas del porcentaje de severidad de <i>Phytophthora infestans</i> en plantas de papa.	111

I. INTERACCIÓN DE CUATRO FOSFONATOS MAS *Trichoderma harzianum* PARA EL CONTROL DE LANCHA DE PAPA (*Phytophthora infestans*) A NIVEL DE LABORATORIO

II. INTRODUCCION

En el país se ha detectado la lancha de la papa, causada por *Phytophthora infestans*, atacando a grandes extensiones de cultivo, provocando grandes pérdidas a los agricultores. Ventajosamente la naturaleza, a pesar de que cada día la vamos destruyendo, no pierde la voluntad para seguirnos ofreciendo, como lo ha hecho durante toda la existencia de la humanidad, los mecanismos para mantener un equilibrio entre todos los seres vivos que habitamos en ella.

Al hablar de manejo orgánico de plagas y enfermedades se está hablando de un agro ecosistema como uno de los elementos que interactúan con el cultivo en un espacio y ambiente determinado; es así que las prácticas culturales propias de cada cultivo deben coordinarse con las labores de control, obteniendo así una solución duradera al problema.

La agricultura moderna, basada en el establecimiento de grandes áreas de cultivo, ha originado sistemas ecológicamente no equilibrados, los cuales son presa de

enfermedades epidémicas. La prevención de tales epidemias ha sido tradicionalmente atribuida al uso de fungicidas químicos, por lo que los agricultores se enfrentan a patógenos cada vez más resistentes a los pesticidas químicos disponibles; por tanto, hay la necesidad de tomar nuevas alternativas para combatir enfermedades e impedir que el inóculo se incremente (Kubicek, 1998). Además, los agricultores han reconocido la polución creciente del medio ambiente y el peligro de los residuos de pesticidas en los alimentos.

El reemplazo o reducción en la aplicación de químicos se logra mediante el uso de pesticidas con bases biológicas. Un control biológico incluye el uso de variantes menos virulentas de los patógenos, cultivares más resistentes, o antagonistas microbianos que interfieran con la supervivencia del patógeno causante de la enfermedad. Uno de estos antagonistas es *Trichoderma spp*, usado como agente de control biológico de hongos patógenos de plantas, el mismo que puede reducir la habilidad de algunos patógenos para producir o mantener altos niveles de inóculo (HARMAN, 1998).

A. JUSTIFICACIÓN

La práctica intensiva de la agricultura moderna, ha creado la necesidad de realizar controles de plagas y enfermedades mediante uso excesivo de agroquímicos muy peligrosos, lo que ha traído como consecuencia la eliminación de organismos útiles, contaminación de alimentos y suelo, pérdida de la productividad, polución ambiental y crecientes casos de envenenamiento. Además, es evidente en muchos casos la agresiva dependencia de estos productos, a pesar que sus costos son cada vez mayores.

En la actualidad consumidores y agricultores aspiran reducir el uso de pesticidas peligrosos, y reemplazarlos por métodos alternativos y eficaces de control de enfermedades, afines con el medio ambiente y capaces de contrarrestar la resistencia desarrollada por algunos fitopatógenos importantes a los pesticidas químicos.

Por lo mencionado anteriormente el presente trabajo pretende continuar con uno de los métodos que en el futuro tendrá gran importancia, el control biológico, el mismo que se ha constituido en el componente fundamental de todo control integrado y ha recibido una gran acogida durante los últimos años, habiéndose obtenido grandes éxitos y resultados prácticos en muchos países. Métodos biológicos orientados al control de plagas, pueden proveer formas sustanciales de protección de cultivos sin pesticidas químicos entre los organismos que manifiestan esta cualidad, se encuentran hongos antagonistas de otros organismos problema para la agricultura, ellos son extremadamente comunes en el medio ambiente y son importantes reguladores biológicos.

Algunos hongos han sido reconocidos, *Trichoderma spp* tiene singular importancia, como antagonista de patógenos del suelo y la filósfera, por su elevado grado de adaptabilidad ecológica que lo hace común en suelos de todo el mundo. Bajo diferentes condiciones medio ambientales y sustratos, este hongo es un atractivo candidato para un variedad de aplicaciones de control biológico, que eventualmente, puede reducir el uso, o reemplazar a muchos pesticidas tóxicos.

B. OBJETIVOS

1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la aplicación de cuatro fosfonatos más *Trichoderma harzianum*, a nivel de laboratorio, para el control de *Phytophthora infestans*.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar el grado de susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* a la aplicación de cuatro fosfonatos.

- Determinar la eficiencia de tres dosis de Fosfonato de calcio, Fosfonato de potasio, Fosetil aluminio e Hipofosfito de potasio mas 2 cepas de *Trichoderma harzianum* en el desarrollo de *Phytophthora infestans*.

B. HIPOTESIS

H₀: La aplicación de cuatro fosfonatos más *Trichoderma harzianum* no incide en el desarrollo de *Phytophthora infestans*.

Ha: La aplicación de cuatro fosfonatos más *Trichoderma harzianum* incide en el desarrollo de *Phytophthora infestans*.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. EL CULTIVO DE LA PAPA

1. Conceptos Generales

El cultivo de la papa se originó en la cordillera andina, donde esta planta evolucionó y se cruzó con otras plantas silvestres del mismo género, presentando una gran variabilidad. La papa llega a Europa en el siglo XVI por dos vías diferentes: una fue España hacia 1570, y otra fue por las Islas Británicas entre 1588 y 1593, desde donde se expandió por toda Europa (www.sica.gog.ec).

GONSTINCAR (1998), manifiesta que la papa es una planta que pertenece a la familia de las Solanáceas y su nombre botánico es *Solanum tuberosum*.

Su origen parece situarse en tres centros distintos de América del Sur: en Perú, Bolivia y en el Sur de Chile. Se la usa para consumo humano y como alimento para el ganado.

HALFACRE Y BARDEN (1984), manifiestan que la papa es una planta anual, produce varios tallos aéreos que crecen de 0,5 a 1 m de altura. Pueden presentarse flores terminales y dar como resultado un fruto de 1 a 3 cm de diámetro, que contienen una gran cantidad de semillas. Los frutos (bayas) no son comestibles y las semillas se emplean sólo en la siembra.

El sistema fibroso de raíces se extiende superficialmente y se desarrollan rizomas múltiples que terminan en los tubérculos conocidos como papas.

2. Plagas y enfermedades

La papa es susceptible a muchas enfermedades. A diferencia de lo que sucede con las malezas y la mayoría de los insectos que compiten con la planta o le causan daño directo, las enfermedades resultan de la interrupción de los procesos fisiológicos de la planta, cuya manifestación se denomina síntoma (PUMISACHO y SHERWOOD, 2002).

En el espectro de enfermedades de la papa en el Ecuador existen notables ausencias y particularidades. En los países vecinos ocurren enfermedades importantes que no aparecen o no han sido detectadas en el Ecuador. Pero el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), es sin duda la enfermedad que más seriamente afecta al cultivo de papa y, por consiguiente, la de mayor riesgo (PUMISACHO y SHERWOOD, 2002).

En el Cuadro No. 01 se señalan algunas de las principales plagas y enfermedades del cultivo de papa.

Cuadro No. 01. Principales plagas y enfermedades que atacan al cultivo de papa.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO
PLAGAS	
Cutzo	<i>Barotheus castaneus</i>
Gusano blanco	<i>Premnotrypex borax</i>
Tungurahua	<i>Copitarsia turbata</i>
Gusano negro trozador	<i>Agrotis ypsilon. Lepidóptera</i>
Polilla de la papa	<i>Tecia solanivora</i>
Minador de las hojas	<i>Liriomyza quadrata. Díptera</i>
Pulgón	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Pulguilla saltona	<i>Epitrix spp.</i>
Saltones y chinches de la hoja	<i>Empoasca spp.</i>
Trips de las hojas	<i>Frankliniella tuberosi</i>
Nematodo del quiste	<i>Globodera pálida</i>
ENFERMEDADES	
Costra negra	<i>Rhizoctonia solani</i>
Lancha	<i>Phytophthora infestans</i>
Lancha temprana	<i>Alternaria solani</i>
Pudrición lanosa	<i>Rosellinia spp.</i>
Roya	<i>Puccinia pyttieriana</i>
Septoriosis o Mancha foliar	<i>Septoria licorpesici</i>
Pudrición blanca	<i>Erwinia carotovora</i>
Amarillamiento de las venas	PYVV
Enrollamiento	VEHP
Mosaico leve	VXP
Mosaico rugoso	VXP + VYP
Mosaico severo	VXP y / o VYP

FUENTE: Vademécum Agrícola Ecuauímica (2000)

B. TIZON TARDIO (*Phytophthora infestans*)

1. Antecedentes

El tizón tardío ha sido la enfermedad mas importante del cultivo de la papa durante un siglo y medio. Se cree que *Phytophthora infestans* comenzó como una enfermedad local de parientes silvestres de la papa en el valle de Toluca, en la zona central de México (FRY et al., 1993).

NIEDERHAUSER, en el año de 1950, realizó aportaciones importantes para entender la naturaleza sexual de *Phytophthora infestans* al descubrir, en dicho valle, los dos tipos sexuales del hongo llamados A1 y A2 (ROBERTSON, 1991).

La primera variante salió de su enclave biológico y se diseminó por todo el mundo en 1840; esta epidemia asoló Europa y causó la devastadora hambruna irlandesa. La papa logró resistir gracias al desarrollo de fungicidas simples y, más tarde, debido a la integración, en los programas de mejoramiento, de un tipo de resistencia encontrada en la especie silvestre mexicana de papa, *Solanum demissum* (COLON et al., 1995; ROBERTSON, 1991).

Hacia 1976 se produjo a nivel mundial una nueva migración del hongo que incluye nuevos genotipos. Después de 1980, estudios de las poblaciones genéticas revelaron “nuevos” tipos de apareamiento A1 y A2 que reemplazaron al “antiguo” A1 (DRENTH et al., 1995).

Antes de la década de los 80 las poblaciones de *Phytophthora infestans* se habían reproducido asexualmente por 150 años, acumulando mutaciones deletéreas en la población y disminuyendo su adaptabilidad, esto ha permitido que los individuos con reproducción asexual hayan sido desplazados fácilmente por la nueva población (FRY y GOODWIN, 1957). Actualmente, el hongo se ha convertido en un adversario mas poderoso: presenta variantes mas agresivas que las originales, mayor diversidad genética, causa epidemias mas severas y en etapas mas tempranas, desarrolla resistencia a los fungicidas mas efectivos, sus oosporas viven en estado latente en el suelo y pueden lograr por años la permanencia del tizón tardío (DRENTH *et al* 1995; DRENTH *et al*; 1993; FRY y SPIELMAN, 1991).

2. Clasificación

DICK (1995), señala la siguiente clasificación:

Reino:	Cromista
División:	Heterokonta
Clase:	Heteromicotina
Subclase:	Oomycetes
Phylum:	Oomycota
Subclase:	Saprolecniomycetidae
Orden:	Phytiales
Familia:	Phytiaceae
Género:	<i>Phytophthora</i>
Especie:	<i>infestans</i>
N.C.:	<i>Phytophthora infestans</i> (Mont) de Bary

3. Etiología

La lancha está considerada como una de las más serias enfermedades de la papa y tiene difusión mundial.

CALDERONI (1978), describe que la enfermedad es causada por *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary ; micelio sin tabiques hialinos, que produce sobre hifas fértiles (esporangioforos) vesículas semejantes a limoncitos (zoosporangios), en cuyo interior se forma zoosporas o conidios asexuales que son responsables de producir infecciones.

Los hongos se perpetúan por los tubérculos y la infección al año siguiente se origina en ellos. El brote que no alcanza a emerger es necrosado a menos de un centímetro. De las superficies en sustrato de donde nacen las hifas y de ellas emergen al exterior los zoosporangios que son dispersados por el viento reiniciándose en una nueva infección.

El ataque a los tubérculos lo producen los zoosporangios que caen al suelo por arrastres de lluvias que al germinar liberan zoosporas que alcanzan el tubérculo que se introduce en el ya sea por las lenticelas o directamente por presión sobre la corteza (AGRIOS, 1995).

Según el CIP (1978), los tubérculos pueden ser infectados por esporas lavadas por la lluvia del follaje hacia el suelo, caracterizándose por una decoloración menor de la superficie, cuando se cortan se puede ver los tejidos necróticos internos marrones, no delimitados claramente de las partes sanas.

Phytophthora infestans, está constituida principalmente por el micelio y esporangio, las hifas son sin septas y el esporangio en forma de limón, la reproducción es en forma sexual y asexual, en el país solo se ha visto la reproducción asexual ya que no se ha observado oosporas (FUNDAGRO, 1995).

DOMÍNGUEZ (1972), manifiesta que esta es la enfermedad más común y extendida en España, especialmente en regiones en el litoral y regiones húmedas, el agente causal es *Phytophthora infestans*, ataca indistintamente a la papa y al tomate y sus daños pueden ser muy intensos primero en el campo y después en el almacén por contaminarse los cultivo y los tubérculos. Observando al microscopio un corte de de la hoja atacada, se observa en su interior un micelio hialino.

Una vez extendido el micelio en la hoja, emite por el envés al exterior a través de las estomas, unos filamentos perpendiculares a la superficie que son los conidióforos, estas se ramifican y cada ramificación en su parte terminal se ensancha en forma de limón (conidia); que caen en la tierra, son arrastradas por el viento, y propagan la enfermedad, son de color blanco (AGRIOS, 1995)

CALDERONI (1978), indica que la germinación de las conidias se hace de dos formas distintas: indirecta y directamente. Indirectamente, la conidia produce en su interior varias zoosporas provistas de dos pestañas, después se rasgan y quedan en libertad las zoosporas que se mueven en el agua; estos pierden su flagelo y emiten el tubo micélico que penetra en la planta.

En la germinación directa, el hongo emite un tubo promicélico, y penetra en la planta, pero lo más frecuente es el método de germinación indirecta.

4. Morfología del hongo

Phytophthora infestans presenta una zoospora natatoria biflagelada, desnuda con un flagelo anterior tipo pincel y un posterior tipo cepillo. La zoospora al enquistarse se vuelve redonda, pierde sus flagelos y secreta una pared exterior. El hongo entra a través de la cutícula y las células epidermales, para esto, la zoospora enquistada arroja un tubo germinativo el cual puede penetrar directamente a formar un apresorio (ROBERTSON, 1991).

Posee un micelio sin septas, que crece intercelularmente y desarrolla haustorios al interior de las células. Al desarrollarse la enfermedad, el micelio da origen a esporangioforos que emergen a través de los estomas. El esporangióforo termina en un engrosamiento con la forma de un limón denominado esporangio (ROBERTSON, 1991). Los esporangios son hialinos, alimonados, con una pared delgada y de 21 a 38 x 12 a 23 μm en tamaño, presenta una papila apical (THURSTON Y SCHULTZ, 1990).

Cuando el esporangio no germina directamente a través de un solo tubo, los núcleos o núcleo se dividen para producir núcleos hijos, alrededor de los cuales se forman las zoosporas. Posteriormente la papila apical se debilita y permite la salida de las zoosporas en una masa. Las zoosporas salen generalmente en grupos de ocho, nadan libremente, se enquistan y germinan (ROBERTSON, 1991; THURSTON Y SCHULTZ, 1990).

En el caso de que los micelios con dos tipos de apareamiento compatibles e encuentran presentes, o si se presenta un estímulo equivalente (parasexualidad), se producen eventualmente oogonio y anteridio. Estos son formados a través de ramas contiguas del mismo talo y son anfígenas, es decir, el oogonio en desarrollo crece a través del anteridio, formando un collar debajo del oogonio para contener la oospora (ROBERTSON, 1991).

5. Epidemiología

El CIP (1978), dice que la enfermedad se ve favorecida por temperaturas que fluctúan entre 15 y 20 ° C acompañados por fuerte rocío o lluvia.

Cañizo (1981), en cambio indica que con temperaturas de 20 a 25 °C, humedades altas o lluvias abundantes, rocíos, nieblas, etc, y cielo cubierto la enfermedad se propaga rápidamente.

JUSCAFRESA (1982) y RUIZ (1977), coinciden que la epidemiología está determinada por las condiciones que favorecen la producción de esporas, diseminación o infección, el hongo puede vivir en forma de micelio, en tubérculos infectados, solanáceos silvestres, o en forma de esporas.

Los esporangios se forman en una humedad relativa del 91 % con un óptimo del 100% y temperaturas de 13-26 °C, con un óptimo de 18 a 22 °C y para la producción de

zoosporas, la temperatura óptima es de 12 °C por 4 a 6 horas. El esporangio puede germinar directamente a través de un tubo germinativo para penetrar por los estomas o directamente a través de la cutícula (FUNDAGRO, 1991).

CALDERONI (1978), señala que, se ha demostrado que las plantas de papa pueden ser atacadas en cualquier edad, pero es raro que las plantas jóvenes resulten afectadas. Se presupone que la receptividad aumenta con la edad, siendo el momento más crítico cuando la planta se ha tuberizado sin alcanzar su total desarrollo.

Los esporangios pueden germinar emitiendo un tubo germinativo, pero con mayor frecuencia expulsan alrededor de 8 zoosporas biciliadas que nadan libremente en agua y luego se enquistan sobre las superficies sólidas. Las zoosporas enquistadas germinan emitiendo un tubo germinativo, el cual puede penetrar a la hoja por los estomas, aunque generalmente se forma un apresorio, de tal manera que la hifa de penetración ingresa directamente a través de la cutícula. Una vez dentro de la planta, el micelio que es cenocítico se desarrolla intra e intracelularmente, proyectando haustorios dentro de las células (HOOKER, 1980).

6. Sintomatología

Los síntomas aparecen en la parte aérea, inicialmente sobre las hojas se observan zonas humedecidas de color café verdoso, las mismas que luego se transforman en manchas necróticas irregulares de color café oscuro cuando la lesión es joven y en la época lluviosa es frecuente observar signos del patógeno, micelio, esporangióforos y

esporangios, que le dan un aspecto de rocío, abarca tallos y hojas y en los tubérculos presentan áreas irregulares, de color café claro oscuro, a la cosecha son aguachentos y color café oscuro (FUNDAGRO, 1991).

El CIP (1978), señala que bajo condiciones de alta humedad se hace visible una esporulación blanca principalmente en el envés de la hoja, se puede formar un margen amarillo pálido, los tallos afectados se vuelven oscuros, entonces existe el colapso de toda la planta y desprende un olor característico, los tubérculos pueden ser infectados por las lluvias que lavan la parte aérea de la planta, caracterizándose por una decoloración marrón de la superficie.

CIP (1978), señala que en una etapa avanzada de la enfermedad, los síntomas tienen parecido con los causados por las heladas. Las plantas que se encuentran severamente afectadas por el tizón tardío producen un olor que las distingue y que resulta del colapso del tejido vegetal.

“Cuando hay suficiente humedad en el envés de la hoja ocurre un crecimiento fungoso blanco de esporangios y esporangioforos en los límites de la lesión. En variedades muy susceptibles se desarrolla micelio y esporangios en tejidos aparentemente sin síntomas” (PUMISACHO Y SHERWOOD, 2002).

“En países andinos del sur el tizón comúnmente afecta el tubérculo en el suelo, causando una pudrición seca de color café oscuro. La infección de tubérculos no es

usual en el Ecuador, probablemente al alto contenido de aluminio en los suelos andisoles y la práctica de altos aporques” (PUMISACHO y SHERWOOD, 2002).

7. Manejo

La clave del manejo consiste en vigilar constantemente lo que ocurre en el cultivo, en monitorear las condiciones epidemiológicas en la región y actuar a tiempo. Entre las alternativas generales de manejo están el uso de variedades resistentes, el uso racional de fungicidas y medidas agronómicas de carácter preventivo durante diferentes fases de cultivo: presembrado, durante el cultivo, a la cosecha y en el almacenamiento.

En el caso de variedades resistentes, no se debe dejar que la epidemia alcance más del 0.5 % antes de intervenir; es decir, cuando se encuentra un par de manchas en pocas plantas en un radio de 10 m o no más de dos lesiones por 10 m de hilera (PUMISACHO Y SHERWOOD, 2002)

8. Estimación De tizón tardío en follaje bajo condiciones de campo

Según ANDRADE Y FORBES (2006), la severidad de tizón tardío es crucial para estudiar la epidemiología. La severidad es usada para graficar curvas de progreso de la enfermedad y para calcular descriptores de la epidemia tales como el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) y la tasa de infección aparente.

a. Método a usar

El Centro Internacional de la Papa (CIP) recomienda estimar el porcentaje del área foliar afectada por tizón tardío. Guías ilustradas para la planta completa (Grafico 01) o para hojas (Grafico 02) pueden ser usadas como referencia (ANDRADE Y FORBES, 2006).

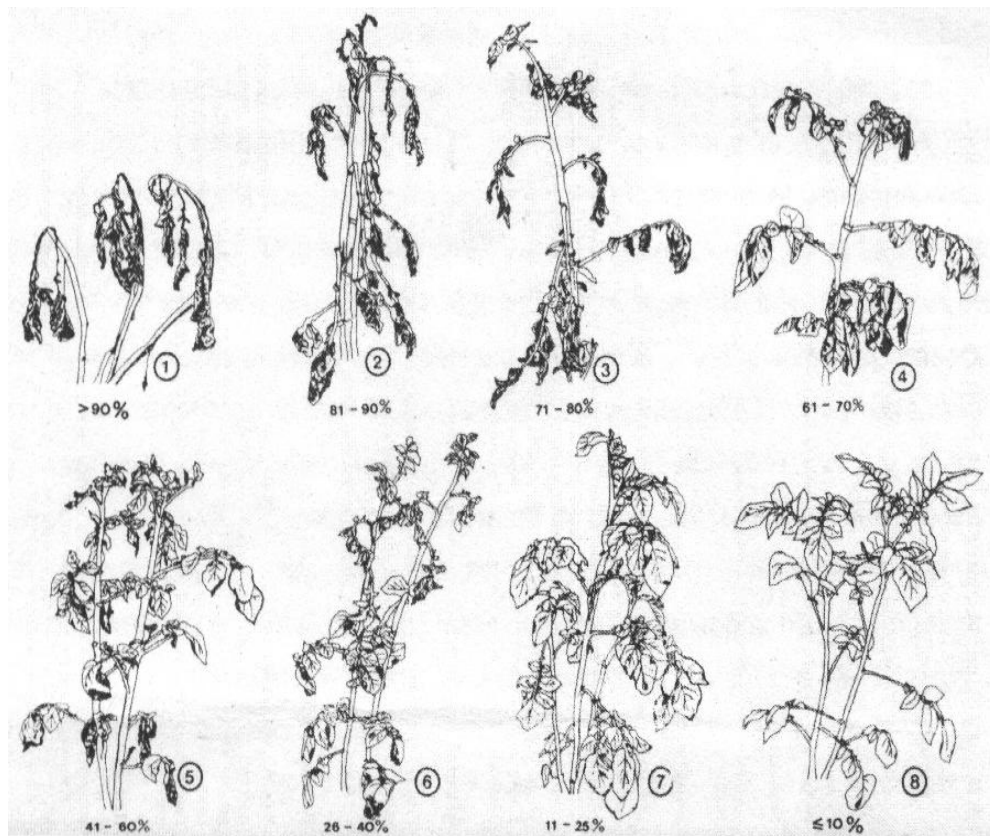


GRAFICO No. 01. Guía para la severidad (%) de Tizón tardío en plantas de papa.

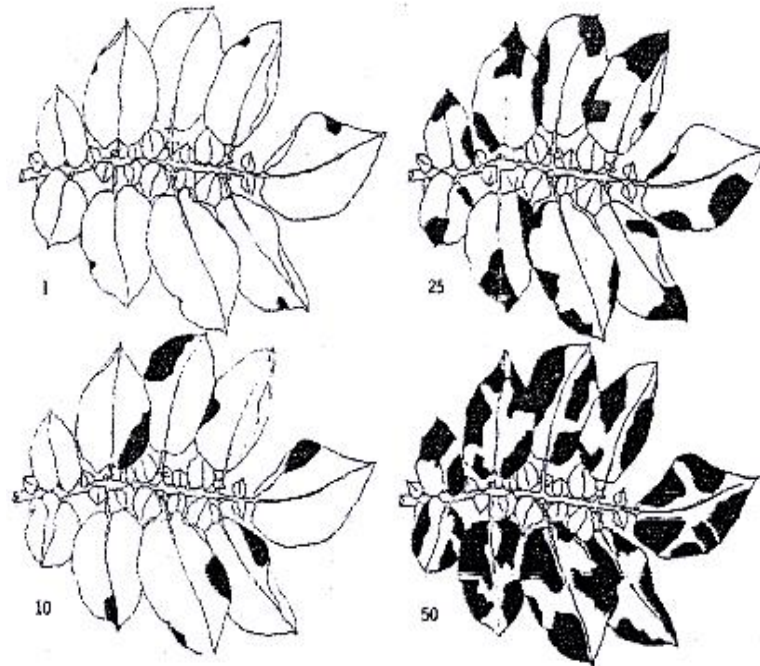


GRAFICO No. 02. Guía para evaluar la severidad (%) de tizón tardío en hojas de papa.

ANDRADE Y FORBES (2006), menciona que el sistema modificado de evaluación de tizón tardío descrito (ANEXO 3) puede ser utilizado si se requiere mayor precisión.

Según ANDRADE Y FORBES (2006), la severidad de la enfermedad es estimada varias veces durante el ciclo del cultivo en cada unidad experimental. Las evaluaciones deben ser hechas por la misma persona para evitar variabilidad entre los evaluadores. Los resultados son escritos en una hoja de datos preferiblemente impresa en tono de papel de tono oscuro para evitar reflejo del sol. De ser posible las evaluaciones deben ser hechas temprano en la mañana o en días nublados, ya que excesiva luz solar puede dificultar las lecturas. Dependiendo del tamaño de la unidad experimental y de la variabilidad de la enfermedad, se puede tomar más de una lectura por unidad y luego usar el promedio para cálculo de descriptores. En este caso, la unidad experimental

puede ser dividida en cuadrantes. Es recomendable registrar las lecturas independientemente, es decir, sin saber el valor de la lectura anterior, ya sea con la ayuda de una persona que lleve el libro de campo o con una grabadora.

Es recomendable confirmar que lo que se está evaluando sea en verdad tizón tardío. Otras enfermedades (por ejemplo, tizón temprano), heladas o daño de herbicidas causan necrosis que pueden ser confundidas con tizón tardío. Evaluadores inexpertos pueden usar microscopios de campo para verificar la presencia de esporangios y esporangioforos. En plantas adultas es recomendable observar por dentro del follaje porque usualmente existe mayor enfermedad en las hojas de la parte inferior que en aquellas de la parte superior.

b. Cuando empezar con las lecturas

ANDRADE Y FORBES (2006), menciona que el momento de empezar las lecturas de severidad depende del objetivo del experimento y de las condiciones atmosféricas. Dependiendo del objetivo del experimento las lecturas de severidad deben empezar antes del inicio de la enfermedad o tan pronto como los síntomas aparezcan. Por lo tanto, las lecturas de severidad deben empezar antes del inicio de la enfermedad.

Las condiciones atmosféricas también determinan el momento de iniciar las lecturas de severidad. En condiciones atmosféricas favorables y en presencia de inóculo el Tizón tardío puede aparecer pocos días después de la emergencia de plantas. Por lo tanto, es recomendable iniciar las lecturas de severidad tan pronto las plantas emerjan. En

condiciones atmosféricas menos favorables no hay un periodo definido para iniciar las lecturas de severidad por lo que es necesario visitar en campo frecuentemente hasta que la enfermedad inicie.

c. Número de lecturas

ANDRADE Y FORBES (2006), manifiestan que el número de lecturas de severidad depende del objetivo del experimento y de la velocidad de la epidemia. Si el objetivo del experimento es evaluar resistencia de varios genotipos de papa contra *Phytophthora infestans* y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad, es usado como descriptores de epidemia, entonces el número de lecturas podrá ser mínimo dos. Usar dos lecturas de severidad es recomendado cuando el tiempo y recursos económicos son limitados, pero existen dos condiciones que deben cumplirse: i) el periodo de tiempo que la enfermedad está presente debe ser el mismo para todos los genotipos y ii) la curva de progreso de la enfermedad debe ser sigmoidea. La primera lectura de severidad debe ser hecha al poco tiempo después del inicio de la epidemia, y la segunda cuando la epidemia haya alcanzado el pico más alto (100 % de severidad) en los genotipos más susceptibles.

En experimentos donde se esperan curvas de progreso no-sigmoideas (por ejemplo, en experimentos para probar fungicidas), o en aquellos donde una estimación precisa de las curvas de proceso de la enfermedad es necesaria (por ejemplo, en la validación de un modelo de la enfermedad), el número de lecturas de severidad depende de la velocidad esperada de la epidemia. En condiciones atmosféricas muy favorables para tizón tardío

y con genotipos susceptibles de papa, un nivel alto de enfermedad (por ejemplo, 50 % de severidad) puede ser alcanzado en pocos días y, por lo tanto, la severidad debe ser evaluada frecuentemente (cada 5 a 7 días). En condiciones atmosféricas menos favorables o con genotipos de papa resistentes, 50 % de severidad de tizón tardío puede ser alcanzado en un periodo mayor, y el intervalo entre las evaluaciones puede ser más largo (10 a 14 días).

d. Cuando terminar

ANDRADE Y FORBES (2006), manifiesta que depende del objetivo del experimento y de las variables para evaluar los tratamientos. En experimentos para evaluarla resistencia de genotipos de papa contra *Phytophthora infestans* usando el área bajo la curva del progreso de la enfermedad y/o la tasa de infección aparente, las lecturas de severidad deben concluir cuando los genotipos mas susceptibles alcancen el 100 % de severidad. Si las lecturas son tomadas después de que eso ocurra las diferencias en el área bajo la curva del progreso de la enfermedad entre genotipos resistentes y susceptibles pueden ser subestimadas. En el caso de la tasa de infección aparente, la transformación logística no está definida en valores de severidad de 100 %.

En experimentos en los que la eficiencia de cierto tratamiento (por ejemplo, genotipo de papa, fungicida, etc.) es evaluada mediante la producción de papa, o en aquellos para validar un modelo de enfermedad, es recomendable continuar con las lecturas de severidad hasta que las plantas en tratamientos libres de tizón tardío empiecen a

madurar. Estos tratamientos son obtenidos usualmente con aplicaciones continuas de fungicida.

9. Curva de progreso de la enfermedad

Según ANDRADE Y FORBES (2006), las epidemias de enfermedad de plantas son evaluados midiendo la severidad o incidencia de varias etapas del periodo de cultivo. El gráfico de severidad o incidencia (eje “y”) sobre el tiempo (eje “x”) es llamado *Curva del Progreso de la Enfermedad* (CPE) y representa la “huella digital” de una epidemia ya que es indispensable para su análisis. El obtener el CPE´s es, por lo tanto, el primer paso a realizar cuando se evalúa una epidemia.

La representación de un CPE varía según el tipo de experimento. En experimentos sin repeticiones (usualmente exploratorios), la CPE de un tratamiento (por ejemplo, una variedad, un fungicida, una combinación de una variedad y un fungicida, etc.) es una serie de puntos, cada uno de los cuales representa la severidad o incidencia de un determinado tiempo. En contraste, en experimentos con repeticiones cada uno de estos puntos representa el promedio de la severidad o incidencia y tiene una barra que representa una medida de variabilidad (por ejemplo, desviación estándar).

Las CPE´s que representa epidemias *observadas* (es decir, aquellas de campo, invernadero y laboratorio) generalmente no tiene sus puntos conectados por líneas. Por el contrario, las CPE´s que representan epidemias *simuladas* (es decir, aquellas obtenidas de un modelo) generalmente tienen sus puntos conectados por líneas rectas.

Varias CPE's pueden ser incluidas en la misma figura a fin de permitir la comparación entre ellas. El grafico No. 03, muestra CPE's observadas y simuladas de un experimento con repeticiones.

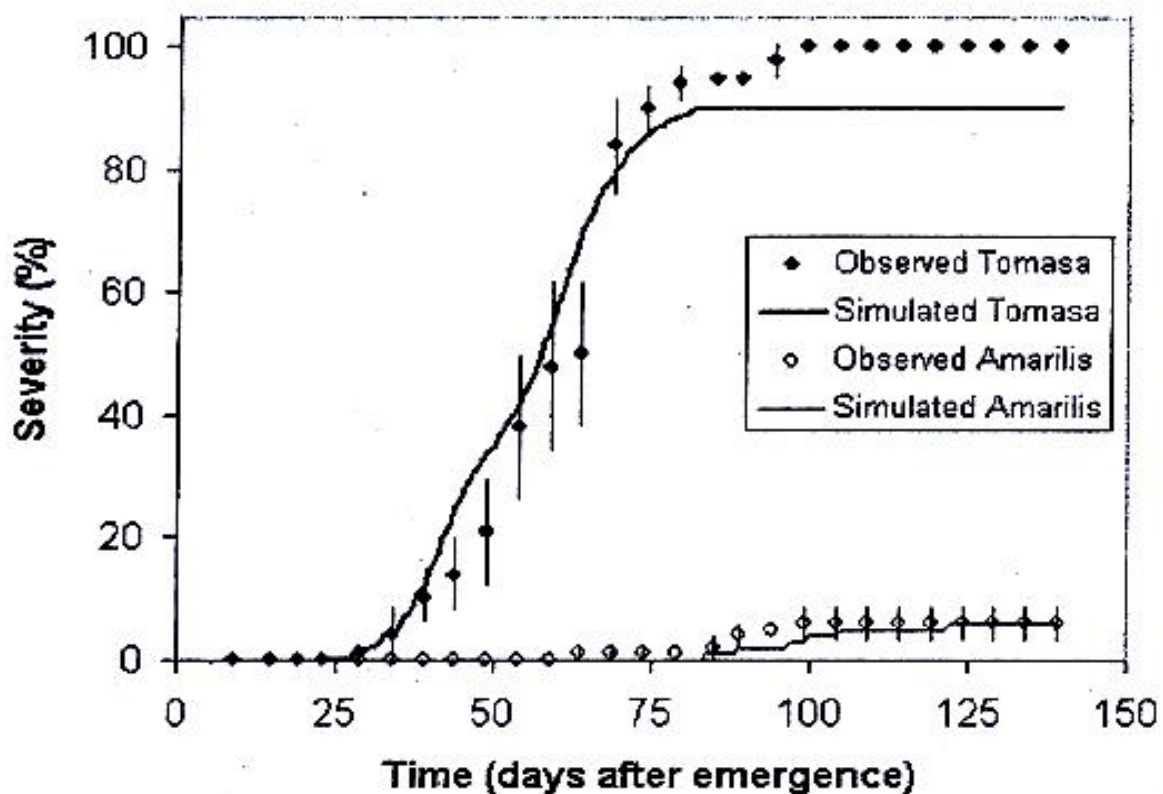


Grafico No. 03 Curvas del progreso de la enfermedad (CPE's) observadas (círculos) y simuladas (líneas continuas).

Las barras verticales representa la desviación estándar del promedio de severidad observad de tizón tardío ($n=4$).

La CPE puede ser caracterizada con varios descriptores:

- Tiempo de inicio de la enfermedad.
- Severidad o incidencia inicial.

- Tasa de incremento de la enfermedad.
- Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE).
- Periodo hasta el 50% de severidad o incidencia.
- Severidad o incidencia máxima.
- Severidad o incidencia final
- Duración de la epidemia.

a. **Área bajo la curva del progreso de la enfermedad.**

La epidemia de tizones tardíos de la papa (TT) son generalmente caracterizados con ABCPE. Este descriptor ha probado ser una medida confiable para estimar el efecto de fungicida, resistencia del hospedante o aptitud del patógeno en las epidemias de TT. Considera el tiempo de inicio de la enfermedad, la tasa de infección y la severidad final. El ABCPE usualmente se calcula con la ecuación 1.

$$AUDPC = \sum_i^{n-1} \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad [1]$$

Donde x_i es severidad de TT (porcentaje o proporción) a la i -ésima evaluación, t_i es el tiempo (días generalmente después de la siembra o emergencia, o días julianos) de la i -ésima evaluación, y n es el número de evaluaciones. El gráfico No. 04, muestra el cálculo de ABCPE en la siguiente epidemia ($n=3$).

$$t_1 = 10 \text{ días}$$

$$x_1 = 8 \%$$

$t_1 = 20$ días

$x_i = 25\%$

$t_2 = 30$ días

$x_i = 65\%$

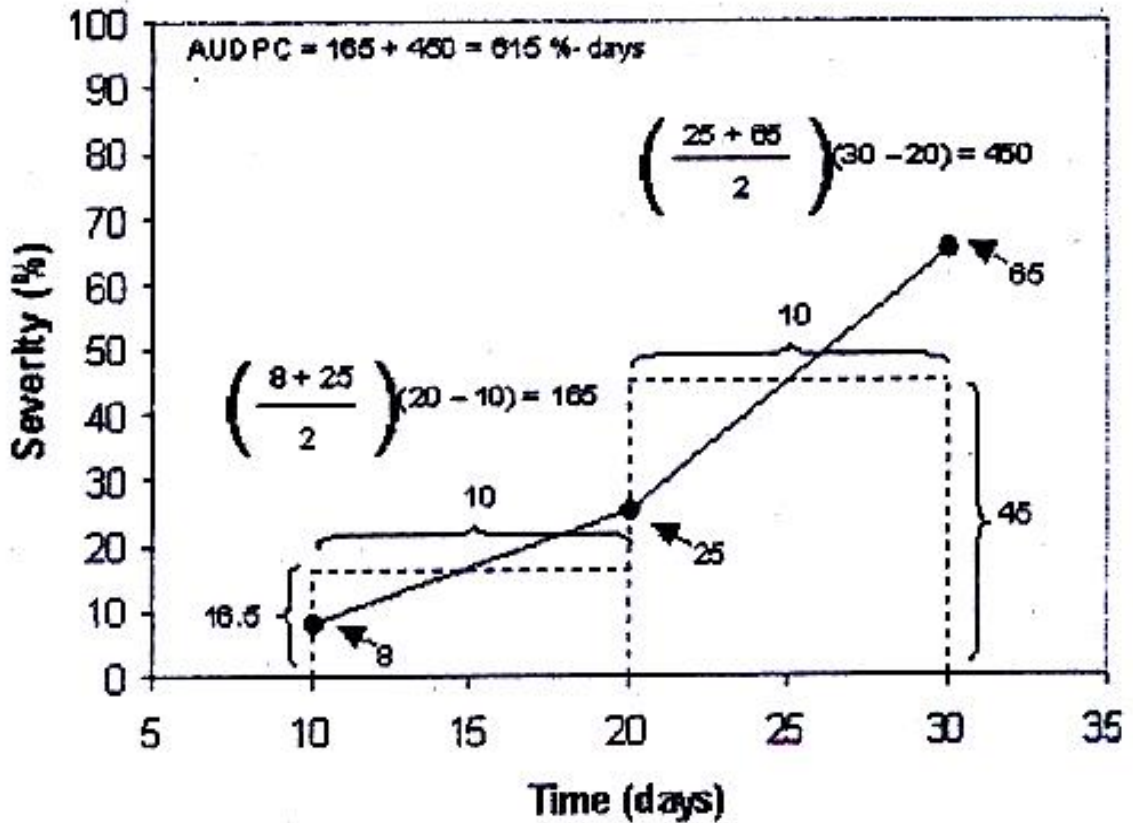


Gráfico No. 04 Cálculo del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) en una epidemia con 3 evaluaciones de severidad usando la ecuación 1.

Las unidades de ABCPE son porcentajes-día (si la severidad es expresada en porcentaje y el tiempo en días) o proporción-días (si la severidad es expresada en proporción). Mientras mas alto sea el ABCPE la epidemia será más severa.

Los valores de ABCPE de epidemias con diferentes duraciones pueden ser comparados usando el ABCPE relativo, el cual es calculado dividiendo el valor del ABCPE entre la duración total de la epidemia. El ABCPE relativo no tiene unidades y sus valores varían de 0 a 100 (si la severidad es expresada en porcentaje) o de 0 a 1 (si la severidad es expresada en proporción). Se lo puede interpretar como el porcentaje (o proporción) del máximo ABCPE potencial (el ABCPE que un tratamiento tendría si la severidad hubiera sido 100 % en todas las evaluaciones).

El ABCPE es calculado para cada repetición de un determinado tratamiento. De esta manera, habrá una medida de variabilidad que puede ser usada para comparaciones estadísticas, por ejemplo, análisis de varianza.

10. Tipos de control

a. Control cultural

Se puede evitar la aparición del hongo mediante la eliminación de tubérculos y plantas enfermas. Otra práctica recomendada es la rotación de cultivos de por lo menos 5 años cultivando especies que no sean hospedantes de la lancha (ANDRADE, 1995).

b. Control genético

Mediante el uso de variedades mejoradas como Santa Catalina, y la INIAP Soledad, se obtiene una resistencia al ataque del hongo, precocidad en el periodo vegetativo,

resistencia al manipuleo, transporte, almacenamiento, y con un alto rendimiento por hectárea (ANDRADE, 1995).

c. Control químico

INIAP (2005), manifiesta que las condiciones climáticas del cultivo de papa en el Ecuador, el principal problema que se debe combatir es la lancha (*Phytophthora infestans*).

Los fungicidas protectantes controlan la enfermedad antes de que la misma se desarrolle, es decir, inhiben la germinación de las esporas.

Los fungicidas sistémicos, en cambio, son aquellos que penetran en los tejidos de la planta se redistribuyen internamente en la misma y curan a la planta.

C. *Trichoderma harzianum*

1. Antecedentes

Aunque el género *Trichoderma* y su asociación con teleomorfos de *Hipocrea* Fr., ha sido conocido desde principios del siglo XIX, fue solo reconocido por los hermanos Tulasne en 1865 y su taxonomía permaneció oscura hasta décadas recientes. Es cosmopolita en suelos y sobre madera y vegetación en degradación. Sus especies son frecuentemente componentes dominantes de la microflora del suelo en una amplia

variedad de hábitats, atribuida a la diversa capacidad metabólica y su natural agresividad competitiva (KUBICEK, 1998). Es uno de los hongos no patogénicos habitante del suelo más estudiado, por su antagonismo con otros hongos incluyendo patógenos propios del suelo, mediante la producción de enzimas quitinolíticas y glucanasas que le permite degradar paredes celulares de otros hongos (SOGLIO, 1998).

Trichoderma muestra una gran variabilidad genética, muchas razas son efectivas en una gran variedad de hábitats contra diversas clases de patógenos. Se lo ha usado para combatir enfermedades de diversos cultivos como: algodón, uvas, camote, lechuga, cebollas, arvejas, ciruelos, manzanas y zanahorias, causada por patógenos como: *Phytium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerorinia*, *Botrytis* y *Fusarium*. Varios aislamientos han demostrado ser exitosos en invernadero y campo abierto, en el suelo y la filósfera, y en almacenamientos fríos, *Trichoderma harzianum*, *T. koningii* y *T. virens* han sido reconocidos como efectivos en el control de patógenos (KUBICEK, 1998).

Las primeras investigaciones de *Trichoderma harzianum* fueron realizadas por Porter en 1924, pero estos estudios fueron abandonados por el auge de controles químicos (BELL; citado por MACAS, 1994).

2. Características morfológicas

RIFAI (1969; citado por Rivas, 1994), manifiesta lo siguiente:

Colonia

Puede formar colonias flojas o compactas, y presentar estas dos características sobre una misma colonia, dicha compactación está relacionada con la estructura de los conidióforos. Su color se debe a pigmentación de las fialosporas y a la cantidad de esporas producidas, su color es el verde oscuro.

Micelio

Esta constituida por hifas hialinas, de paredes lisas y abundante ramificación.

Clamidósporas

Están presentes en muchas especies; son intercaladas, ocasionalmente terminales o sobre una ramificación lateral de una hifa corta, globosa, elipsoidal, incolora de pared lisa.

Conidióforos

Tiene estructura compleja por su abundante ramificación son cónicos y piramidales. Sobre las ramificaciones principales de los conidióforos se producen ramificaciones laterales, cortas, individuales o en grupos de tres.

Fiálides

Son estructuras que se parecen a un frasco o a una pera; reducida en su base, hinchada en la parte media, cono angosto en el ápice y cuello subcilíndrico. Se disponen en

grupos irregulares de hasta cinco alrededor del extremo de las penúltimas células de las ramificaciones u originarse a lo largo de las mismas en forma individual.

Esporas

Son fialósporas producidas individualmente o sucesivamente acumuladas en el ápice de los fiálides conformando una cabeza de esporas de diámetro menor a 15 μ , o puede estar en cadenas cortas, son lisas o de pared rugosa hialinas, verde amarillentas u oscuras; de forma subglobosa, ovoide, elíptica, cilíndrica o casi oblonga.

3. Clasificación taxonómica

Según AGRIOS (1995), la clasificación taxonómica del hongo es de la siguiente manera:

Reino:	Mycetae
División:	Eumycota
Subdivisión:	Deuteromycotina
Clase-forma:	Hyphomycetes
Orden-forma:	Hyphales (Moniliales)
Género-forma:	<i>Trichoderma</i>
Especie:	<i>harzianum</i>
N.C.:	<i>Trichoderma harzianum</i>

4. Formas de antagonismo empleado por *Trichoderma spp*

Los procesos de antagonismo de los que se sirven los diversos organismos responsables del biocontrol de fitopatógenos, incluyen mecanismos de antibiosis, competencia, lisis, prelación y parasitismo (ELIAS, *et al.*, 1993). Entre los principales mecanismos antagónicos utilizados por *Trichoderma spp.*, se mencionan los siguientes:

Micoparasitismo

Se considera como micoparasitismo cuando un hongo parasito ataca a un hongo patógeno en un sistema biótico.

Los eventos bioquímicos y las moléculas involucradas en este fenómeno son:

- a) Crecimiento quimiótrofo, en el cual el estímulo químico proviene del hongo objeto de control;
- b) Reconocimiento: Se refiere al reconocimiento intercelular aparentemente provocado por lectinas, las cuales forman un papel muy importante;
- c) Adherencia: Luego del reconocimiento, la hifa del *Trichoderma* se une a su hospedero.
- d) Actividad Lítica, *Trichoderma* es conocido por la habilidad para degradar paredes celulares, esto ocurre gracias a la acción de enzimas extracelulares del tipo β -1, 3 glucanasa y quitinasa (CHET, 1990), pero el rol de la β -1, 3 glucanasa, en el micoparasitismo aún no ha sido determinada profusamente (LORITO, *et al.*, 1994)

Competencia

La competencia ocurre entre microorganismos cuando hay limitación de espacio o nutrientes, se sobreentiende que en este concepto no están incluidas las interacciones combativas, como la producción de antibióticos, micoparasitismo a la ocurrencia de una resistencia inducida en el hospedero, aunque estos mecanismos pueden formar una parte importante de los procesos ocurridos en la competencia (LEWIS, *et al*, 1989).

Antibiosis

Muchos ensayos *in Vitro* han demostrado antibiosis de *Trichoderma* contra hongos patógenos mediante la producción de metabolitos tóxicos semejantes a aquellos producidos en trozos de materia orgánica del suelo (PAPAVIZAS, 1985). De cualquier modo esta no es una evidencia directa para inequívocamente implicar metabolitos parecidos como un mecanismo de biocontrol en el suelo, así como no es evidencia directa que sustancias antibióticas sean producidas en cantidades efectivas en el suelo para brindar resultados tangibles en el control biológico (Papavizas, 1985). Entre las sustancias inhibitorias se encuentran Gliotoxinas, viridina y glioviridina (LEWIS, *et al*, 1989).

5. **Factores que intervienen en el crecimiento de *Trichoderma spp***

Trichoderma es un organismo que está ampliamente distribuido en todos los suelos del mundo y otros hábitats naturales, formando colonizaciones secundarias en ciertos

aislamientos que provienen de materia orgánica bien descompuesta; también se encuentra en la superficie radicular de varias plantas, cortezas descompuestas por hongos saprofitos, y sobre esclerocios o propágulos de otros hongos (PAPAVIZAS, 1985)

Temperatura

El crecimiento de *Trichoderma* es considerablemente influenciado por la temperatura, factor que puede alterar su capacidad antagónica (Kubicek, y Harman, 1998). Bajo condiciones controladas de laboratorio, temperaturas bajas son mas propicias para preservar la viabilidad de las conidias. Una temperatura de 25 °C durante 20 días, restringe a cero la viabilidad de conidias en formulaciones en aceite, en tanto que a 2 °C, se conservan entre el 95 y 99 % por 40 días (CARBALLO, 1998).

Humedad

La humedad se convierte en un factor limitante cuando se desea introducir antagonistas para colonizar la filósfera. El contenido de humedad es fundamental para la distribución de varias especies de *Trichoderma* en el suelo (ELAD y KIRSHNER, 1992).

La supervivencia de las conidias durante el almacenamiento, está determinada por la humedad. Un alto nivel de germinación, luego de tres meses, se mantiene cuando las conidias han sido secadas a 30 °C (CARBALLO, 1998).

6. Ciclo biológico

El organismo crece y se ramifica desarrollando hifas fungales típicas de 5 a 10 μm de diámetro. La esporulación asexual ocurre en conidios unicelulares (3 a 5 μm de diámetro), usualmente de color verde liberados en grandes cantidades. También se forman clamidosporas de descanso, unicelulares, pero pueden fusionarse entre dos o más.

Para obtener buenos resultados estos antagonistas deben competir y persistir en el ambiente en el que debe operar y debe colonizar y proliferar en la planta momentos después de la aplicación (www.nysaes.cornell.edu).

7. **Susceptibilidad a los pesticidas**

Trichoderma spp posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos, incluyendo a los fungicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas (www.iicanet.org).

Trichoderma spp. tolera muchos fungicidas como bromuro de metilo, captan, maneb donde el agente de biocontrol puede tener una relativa ventaja para sobrevivir en campos agrícolas (PAPAVIZAS; citado por MACAS, 1994).

C. CARACTERÍSTICAS DE FOSFONATOS

A continuación se detalla las características de los cuatro fosfonatos (AGRIPAC, 2004).

1. Fosfonato de calcio (Saeta)

a. Fertilizante y fungistático

1) Nutrición y salud para los cultivos

Fosfonato de calcio (Saeta) es el producto de la reacción química de compuestos de fósforo y calcio que proporcionan propiedades bioestimulantes.

Saeta es un polvo soluble que contiene un 80% de fosfonato de calcio, 40% de Fósforo asimilable y 41% de calcio en forma de hidróxido de calcio.

2) Modo de acción

El fosfonato de calcio es el responsable de la actividad sistémica doble (ascendente y descendente) de Saeta.

Al moverse por el floema y xilema de la planta, actúa sobre el sistema hormonal, estimulando la producción de fitoalexinas y potencializa así los mecanismos naturales de defensa de las plantas.

3) Efecto nutricional del Fósforo

El fósforo es un componente vital en la vida de las plantas. Se necesita en casi todos los procesos metabólicos y juega un rol importante en la absorción de otros nutrientes.

El fósforo es fundamental durante el proceso de maduración y de formación de semillas. Promueve precocidad y mejora la calidad de los cultivos.

Tiene un rol importante en muchas funciones vitales y su deficiencia puede resultar en pobre absorción del agua de riego reduciendo por tanto los rendimientos, maduración y volviendo mas vulnerables a las plantas en condiciones de bajas temperaturas.

Por su formulación estable no necesita ajustes de pH lo que permite su uso en una variedad de su suelo y tipo de agua. Por esta razón, se previene la fitotoxicidad luego de uso en aplicaciones foliares.

4) Doble efecto

Fosfonato de calcio (Saeta) combina sus propiedades de:

Fertilizante (dotando a las plantas de compuestos esenciales como fósforo).

Fungicida al estimular las defensas de las plantas contra el ataque de hongos Oomycetos.

Fosfonato de calcio (Saeta) contrarresta el ataque de los virus que afectan la estructura de las raíces, optimizando por tanto la observación de agua y nutrientes.

5) Efecto radicular

Sus propiedades bioestimulantes están asociadas con: crecimiento radicular, incremento de floración, mayor cuajado de flores y mejor vigor de plantas.

6) Acción Fungistática

Es un compuesto que por su alto contenido de fosfonato de calcio, estimula la producción de fitoalexinas en plantas.

Las fitoalexinas son compuestos naturales que protegen a la planta del ataque de hongos como: *Phytophthora spp.*, *Phytium*, etc.

Saeta cuyo fósforo está en forma de ión fosfito, en combinación con el calcio contribuye a estimular los mecanismos de defensa naturales de las plantas contra el ataque de hongos Oomycetos como *Phytophthora* spp, *Peronospora*, etc.

Fosfonato de calcio (Saeta) controla enfermedades como el tizón tardío y mildius en muchos cultivos. Fosfonato de calcio (Saeta) actúa en forma ascendente y descendente, tanto en forma preventiva como curativa. Saeta tiene un alto contenido de fosfonato de calcio (81 %), cuyo ión fosfito contribuye al crecimiento y vigor de las plantas tratadas.

El aporte de fósforo y calcio mejora el estado nutricional de la planta, especialmente adecuado en los momentos de mayor actividad y desarrollo.

7) Beneficios

- a) Nutrición y salud de los cultivos.
- b) Fortalece a la planta frente a enfermedades fungosas.
- c) Aporta nutrientes fundamentales.
- d) Estimula el crecimiento, amarre, floración y llenado en cítricos, ornamentales, hortalizas, etc.
- e) Fosfonato de calcio (Saeta) mejora la nutrición de calcio.
- f) Fosfonato de calcio (Saeta) mejora el desarrollo óptimo de los cultivos, su vigor, calidad y aumento de producción.
- g) Fosfonato de calcio (Saeta) protege a sus cultivos contra ataque de hongos Oomicetos (*Phytophthora spp*, *Peronospora spp*, *Bremia spp*, *Peronospora*, *Pseudoperonosporas*, etc.)
- h) Fosfonato de calcio (Saeta) es un producto de eficacia probado con un buen costo beneficio.

2. Fosfonato de potasio (Best)

a. Fertilizante y fungistático

1) Protege el sistema radicular

Fosfonato de potasio (Best) es un producto de la reacción química de compuestos de fósforo y potasio que proporcionan propiedades bioestimulantes.

Best es un líquido soluble que contiene 49 % de ácido fosfórico, equivalente a 34 % de fosfonato de potasio.

2) Modo de acción

El fosfonato de potasio es responsable de la actividad sistemática doble (ascendente y descendente) de Best.

Al moverse por el floema y xilema de la planta, actúa sobre el sistema hormonal estimulando la producción de fitoalexinas, potencializando así los mecanismos naturales de defensa de las plantas.

3) Efecto nutricional del fósforo

El fósforo es un componente vital en la vida de la plantas. Se necesita en casi todos los procesos metabólicos y juega un rol importante en la observación de otros nutrientes.

El fósforo es fundamental durante el proceso de maduración y de formación de semillas. Promueve precocidad y mejora la calidad de los cultivos.

Tiene un rol muy importante en muchas funciones vitales y su deficiencia puede resultar en pobre absorción del agua de riego reduciendo por tanto los rendimientos, maduración y volviendo mas vulnerables a las plantas en condiciones de bajas temperaturas.

4) Doble efecto

Es un producto que combina sus propiedades de:

Fertilizante (dotado a las plantas de componentes esenciales como fósforo y potasio).

Fungicida, al estimular las defensas de las plantas contra el ataque de hongos Oomycetos.

Además contrarresta el ataque de los virus que afectan la estructura de la raíces optimizando por tanto la absorción de agua y nutrientes.

5) Efecto nutricional

Al aportar fósforo y potasio, Best contribuye a mejorar la producción y calidad de los cultivos tratados. Por su formulación estable no necesita ajuste de pH, lo que permite su uso en una variedad de suelos y tipos de agua.

Por esta razón, se previene la fitotoxicidad luego de su uso en aplicaciones foliares al tener mayor solubilidad, aportar mayor velocidad de absorción de micronutrientes del suelo, con las siguientes ventajas: en el aumento del rendimiento.

Por ser un producto seguro y estable no interfiere con la efectividad de otros nutrientes y no se oxida de Fosfatos durante el almacenamiento

6) Efecto radicular

Sus efectos estimulantes están asociados con: crecimiento radicular, incremento de floración, mayor cuajado de flores y mejor vigor de plantas.

7) Efecto fungistático

Best cuyo fósforo está en la forma ión fosfito, en combinación con el potasio, contribuye a estimular los mecanismos de defensa natural de las plantas contra el ataque de hongos Oomycetos como *Phytophthora spp*, *Peronospora*, etc.

Fosfonato de potasio (Best) controla enfermedades como tizón tardío y mildius en muchos cultivos. Fosfonato de potasio (Best) actúa en forma ascendente y descendente, tanto en forma preventiva como en forma curativa.

8) Reduce estrés

Fosfonato de potasio (Best) contribuye al reducir el impacto negativo del estrés ocasionado por: deshidratación, estrés fisiológico.

Fosfonato de potasio (Best) reduce también el efecto negativo sobre los rendimientos que causa madurez prematura y puede aún destruir la planta completamente.

9) Beneficios

- a) Mejora la nutrición de fósforo.
- b) Mejora el desarrollo óptimo de los cultivos, su vigor, calidad y aumento de producción.
- c) Protege a sus cultivos contra el ataque de hongos Oomycetos (*Phytophthora spp*, *Peronospora spp*, *Bremia spp*, *Pseudoperonospora*, etc).

d) Es un producto de eficacia probada con un buen costo beneficio.

10) **Compatibilidad**

Bets es un producto incompatible con productos formulados a base de Dicofol, Dimetoato, Aceites productos a base de cobre y abonos foliares nitrogenados.

Se puede aplicar una semana antes y tres semanas después de la aplicación de aceites o fungicidas a base de cobres. Fosfonato de potasio (Best) no es un plaguicida, es un producto ligeramente tóxico.

11) **Precauciones de uso**

Almacenamiento y eliminación de desechos:

Almacenar producto fuera de la luz solar en área fría, seca e inaccesible a niños y animales. Lavar los envase vacíos tres veces y eliminarlos de acuerdo con las regulaciones locales.

3. **Fosetil aluminio (Aliette)**

Nombre común: Aliette

Nombre químico: Aluminio trio (0 ethyl phosphonate)

Concentración: 800 g de Fosetyl Al por Kg en forma de PM.

a. Propiedades

Fosetil aluminio (Aliette) es uno de los pocos fungicidas en el mercado que tiene sistemía completa, ascendente y descendente. Es muy activo principalmente para los hongos Oomycetos (*Peronospora*, *Pseudoperonospora*, *Phytophthora*, *Pytium*).

Fosetil aluminio (Aliette) es de penetración rápida de larga persistencia de acción, seguro de manejar y respeta la ecología.

El mismo autor manifiesta, que Fosetil aluminio (Aliette) es el único fungicida cuya sistemía descendente permite proteger con aplicaciones foliares los ataques de varias especies de *Phytophthora* producidos a nivel de raíces y en la base de tallos de varios cultivos.

A diferencia de los fungicidas clásicos, Aliette estimula los mecanismos naturales de defensa de las plantas. Como fungicida está recomendado su uso en cultivos, de clima templado hasta tropical (EDIFARM 2000).

b. Recomendaciones

1) preparación de la mezcla

Para una más eficiente acción de mezclado, verter la cantidad de Fosetil aluminio (Aliette) recomendada en un recipiente conteniendo unos pocos litros de agua. Con agitación continua, se puede añadir un dispersante (Agral 90:05 cc/lit de agua). El dispersante ayuda a la dilución del polvo en el agua.

Cuando se preparen “pastas” para el control de gomosis en cítricos, se sugiere disolver de 100 a 250 g de Fosetil aluminio (Aliette) por litro de agua (EDIFARM 2000).

2) Instrucciones de uso

La gran facilidad de empleo de Fosetil aluminio (Aliette) permite utilizarlo con técnicas diferentes. Sin embargo, los mejores resultados se obtiene con pulverizaciones foliares realizadas preventivamente sobre vegetales en activo crecimiento. En casos particulares se puede emplear el producto para aplicación directa sobre chancros, riego al suelo, absorción radicular, inmersión de partes vegetativas en caldos de Fosetil aluminio (Aliette) y además, por incorporación del sustrato al cultivo (EDIFARM 2000).

c) Compatibilidad

Fosetil aluminio (Aliette) puede ser incompatible cuando se utiliza en mezcla con fertilizantes foliares que contengan nitrógeno y con productos a base de cobres. Se sugiere hacer pruebas de compatibilidad física previa a su aplicación en los cultivos. Se debe evitar el uso de aceites o productos que lo contengan. Es además incompatible con dicofol (EDIFARM 2000).

4. Hipofosfito de potasio (Fortilancha)

a. Consideraciones generales

ANQUIMICA (2006), el Hipofosfito de potasio (Fortilancha) es un suplemento nutricional único que proporciona fósforo en una forma altamente concentrada para

aplicaciones foliares o en el suelo. El fósforo está en forma de hipofosfito de potasio (KH_2PO_2), el ión hipofosfito provee entre el 15 y 19 % de fósforo por molécula que el tradicional fosfato o fosfonato que a su vez son derivados del ácido fosfórico.

El ión potasio activa mas de 180 enzimas que participan en el crecimiento de las plantas; es vital para la fotosíntesis regulando la apertura y cierre de los estomas entre otras funciones.

La molécula de Hipofosfito de potasio (Fortilancha) es absorbido rápidamente y translocado del follaje a la raíz de las plantas.

Fortilancha, tiene en todo tipo de cultivo una actividad sistémica-fungicida y bactericida, sobre la incidencia de enfermedades, reduciendo la incidencia de enfermedades entre el 13 y 88% dependiendo de los cultivos.

b. Composición garantizada

H_2PO_2 (ión hipofosfito).....34.45% equivalente 25% P_2O_5

c. Modo de empleo

Agregue Hipofosfito de potasio (Fortilancha) al volumen de agua requerido. Mezcle y aplique abundantemente a las plantas. Use la mezcla en el día en que fue preparada. No aplique el producto en días lluviosos o ventosos.

d. Dosis

Tomate, pimiento, brócoli, coliflor, cucurbitáceas, cítricos, lechuga, espinacas, zanahoria, frutilla, durazno, nectarina, manzana, peral, claudia, mora.....2,5 a 4,5 cc/lit

Papa, maíz, yuca, soya.....3,0 cc/lit

Banano, mango, arroz, algodón.....3,5 cc/lit

Ornamentales.....1,5 as 2,5 cc/lit

Dosis general: 2,5 cc por cada litro de agua o ½ litro para tanque de 200 lt.

e. Mecanismos de acción

El Hipofosfito de Potasio (Fortilancha) no es un fungicida pero las aplicaciones continuas cada 15 a 21 días y en casos críticos 2 aplicaciones semanales, disminuye la incidencia de enfermedades. Este producto endurece la cutícula externa de las hojas, que esta compuesto de pectina, entre otros sacáridos de alto peso molecular, entonces produce una barrera natural contra las enfermedades.

Considérese que cuando una espora patógena se deposita sobre una hoja sana emite el tubo germinativo el cual se abre paso o rompe la cutícula externa de las hojas por un sistema enzimático, luego realiza lo mismo con la pared celular y llega al citoplasma

donde absorbe nutrientes y comienza su reproducción extendiéndose la enfermedad. El hipofosfito de potasio endurece esa cutícula externa de las hojas y al momento que se deposita una espora patógena se le hace difícil penetrar y llegar hasta su alimento el citoplasma celular, por lo que muere por inanición, hay información que indica que la estructura química del hipofosfito de potasio también incrementa las fitoalexinas de las plantas.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR¹

1. Localización

La presente investigación contempló dos fases: la primera realizado en el laboratorio de fitopatología, donde se realizaron las pruebas de susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* a la presencia de los Fosfonatos, en cajas petri, la segunda parte se realizó en el cantón Guano, Parroquia la Matriz realizando las pruebas de la interacción de los fosfonatos mas *Trichoderma harzianum* para el control de lancha, en plantas de papa sembradas en fundas de polietileno.

2. Ubicación geográfica

a. ESPOCH – Laboratorio de fitopatología

Longitud: 1°38´S

Latitud: 78°40´W

Altitud: 2820 m.s.n.m.

¹ Datos climatológicos tomados Estación Meteorológica ESPOCH

3. Características climáticas

a. ESPOCH – Laboratorio de Fitopatología

Temperatura promedio anual: 16,8 °C

Humedad relativa: 38%

Temperatura máxima anual: 28,8 °C

b. Parroquia la Matriz, Cantón Guano

Temperatura promedio anual: 13 °c

Humedad relativa: 70 %

Temperatura máxima anual: 27 ° C

4. Clasificación ecológica

a. ESPOCH – Laboratorio de fitopatología

Según Holdridge se encuentra ubicado en la zona de Estepa Espinosa Montano Bajo (EEMB).

b. Parroquia La Matriz, Cantón Guano

Según Holdridge se encuentra ubicado en la zona de Estepa Espinosa Montano Bajo (EEMB)

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales

a. Materiales de laboratorio

- 110 Cajas Petri
- Fosfonatos
 - Fosfonato de potasio (Best)
 - Fosfonato de calcio (Saeta)
 - Fosetil aluminio (Alette)
 - Hipofosfito de potasio (Fortilancha)
- 1 Frasco de alcohol
- 5 paquetes de gasas
- 1 Frasco de PDA de 250 gramos
- 5 libras de Centeno
- Material fotográfico

2. Equipos

- Mechero
- Baño maría
- Balanza
- Peachímetro
- Autoclave
- Estufa
- Pinzas
- Cámara de flujo laminar
- Incubadora
- Aza de transferencia
- Sacabocados

b. Materiales de campo

- 272 Fundas de polietileno de 20 x 30
- ½ saco de semilla de papa (Gabriela)
- Sustrato (humus de lombriz, gallinaza, arena de río, arena)
- Rótulos de identificación
- Sistema de riego por aspersión
- Fungicidas: Mancozeb (Protectante)

c. Materiales de oficina

- Computadora
- Hojas de papel
- Cinta adhesiva
- Borrador, lápiz, esferos
- Impresora
- Cuaderno

C. METODOLOGÍA

1. Pruebas de susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* a la aplicación de Fosfonato de potasio, Fosfonato de calcio, Fosetil aluminio e Hipofosfito de potasio en tres dosis

a. Preparación de medio de cultivo y siembra de cepas de *Trichoderma harzianum*

Se preparó el medio de cultivo (PDA) para *Trichoderma harzianum* utilizando la cantidad de reactivos recomendados en el laboratorio de Fitopatología (ANEXO 1)

A medida que el medio de cultivo se enfriaba se agregó de manera adecuada los cuatro fosfonatos según las dosis (comercial, media y alta), de esta manera en cada una de las cajas petri el material se fue solidificando.

Con la ayuda de un saca bocados se obtuvo una muestra de micelio joven de las cepas de *Trichoderma harzianum* (Chambo y Cajabamba) de aproximadamente 2 mm de diámetro, la misma que fue sembrada en el centro de la caja petri que tiene aproximadamente 15 ml de medio envenenado. Cada una de las cajas petri fueron incubadas a 25 ± 1 °C hasta el apareamiento del micelio (ANEXO 2)

b. Ritmo de crecimiento radial

Se registro el crecimiento radial, en mm, del micelio en esquemas elaborados para el efecto. Las evaluaciones se realizaron cada 24 horas durante 144 horas. Para facilitar la evaluación se marcaron cuatro puntos en las cajas petri, que sirvieron de referencia para todas las evaluaciones.

Cada prueba estuvo constituida por cuatro repeticiones.

CUADRO No.02 Fosfonatos en estudio y dosis a utilizar.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Dosis comercial	Dosis Media	Dosis Alta
Saeta	Fosfonato de calcio	2 g/l	1 g/l	3 g/l
Best	Fosfonato de potasio	2 cc/l	1 cc/l	3 cc/l
Aliette	Fosetil Al	2 g/l	1 g/l	3 g/l
Fortilancha	Hipofosfito de potasio	3 cc/l	1.5 cc/l	4.5 cc/l

Se utilizaron dos cepas de *Trichoderma harzianum* del banco del Departamento Fitopatología, de la Facultad de Recursos Naturales, de la ESPOCH.

Se utilizó el código Th para identificar a las dos cepas de *Trichoderma harzianum* acompañados del dígito que indicará la localidad de la cual proviene como se describe en el Cuadro No. 03.

CUADRO No. 03. Códigos y localidades donde fueron aisladas las cepas de *Trichoderma harzianum*

No	Código	Localidad
1	Th1	Chambo
2	Th2	Cajabamba

c. Variables a evaluar

La variable a evaluar es el ritmo de crecimiento radial de las dos cepas de *Trichoderma harzianum*. Las evaluaciones se realizaron cada 24 horas durante 144 horas

d. Factores en estudio

Constituyen *Trichoderma harzianum*, los fosfonatos y las dosis de cada uno de estos.

FACTOR A: Dos cepas de *Trichoderma harzianum*

FACTOR B: Fosfonatos: Fosfonato de calcio, Fosfonato de potasio, Fosetil aluminio e Hipofosfito de potasio.

FACTOR C: Tres dosis de fosfonatos (baja ,media y alta)

e. **Tratamientos en estudio**

CUADRO No. 04. Tratamientos y códigos en estudio

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS
Th1- Fosfonato de calcio –Comercial ²	T1
Th1- Fosfonato de calcio -Media ³	T2
Th1-Fosfonato de calcio - Alta ⁴	T3
Th2- Fosfonato de calcio –Comercial	T4
Th2- Fosfonato de calcio –Media	T5
Th2-Fosfonato de calcio –Alta	T6
Th1- Fosfonato de potasio -Comercial	T7
Th1- Fosfonato de potasio -Media	T8
Th1- Fosfonato de potasio –Alta	T9
Th2- Fosfonato de potasio -Comercial	T10
Th2- Fosfonato de potasio -Media	T11
Th2- Fosfonato de potasio - Alta	T12
Th1- Fosetil aluminio -Comercial	T13
Th1- Fosetil aluminio -Media	T14
Th1- Fosetil aluminio –Alta	T15
Th2- Fosetil aluminio -Comercial	T16
Th2- Fosetil aluminio –Media	T17
Th1- Fosetil aluminio –Alta	T18
Th1- Hipofosfito de potasio –Comercial	T19
Th1- Hipofosfito de potasio – Media	T20
Th1- Hipofosfito de potasio –Alta	T21
Th2- Hipofosfito de potasio – Comercial	T22
Th2- Hipofosfito de potasio – Media	T23
Th2- Hipofosfito de potasio – Alta	T24
Th1	T25
Th2	T26

² Dosis comercial de fosfonatos

³ Dosis media de fosfonatos

⁴ Dosis alta de fosfonatos

f. Diseño experimental

Las pruebas de susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* ante la presencia de cuatro fosfonatos se realizó mediante un diseño completo al azar (DCA) con arreglo trifactorial, con 24 tratamientos y cuatro repeticiones, en el cual se consideraron dos cepas de *Trichoderma harzianum*, cuatro fosfonatos y tres dosis de los mismos. Además se incluyeron dos testigos absolutos con las dos cepas de *Trichoderma harzianum* sin medio envenenado.

1) Esquema del análisis de varianza

CUADRO No. 5. Esquema del análisis de varianza para los tratamientos en estudio

FUENTES DE	FORMULA	GRADOS DE
Tratamientos	$t - 1$	23
Repeticiones	$r - 1$	3
Factor A	$a - 1$	1
Factor B	$b - 1$	3
AB	$(a - 1)(b - 1)$	3
Factor C	$c - 1$	2
AC	$(a - 1)(c - 1)$	2
BC	$(b - 1)(c - 1)$	6
ABC	$(a - 1)(b - 1)(c - 1)$	6
Error	$t(n-1)$	69
Total		95

2) Prueba de separación de medias

Para la separación de medias se utilizó la Prueba de Tukey al 5 % de nivel de significancia.

4) Coeficiente de variación

Se obtuvo mediante el análisis de varianza

2. Eficiencia de tres dosis de Fosfonato de calcio, Fosfonato de potasio, Fosetil aluminio, Hipofosfito de potasio mas 2 cepas de *Trichoderma harzianum* en el desarrollo de *Phytophthora infestans*

Una vez realizadas las pruebas de susceptibilidad de *Trichoderma harzianum* a los cuatro fosfonatos a tres dosis cada uno, se realizaron las pruebas de Tukey al 5%, para establecer los mejores tratamientos para llevar al campo y evaluar la eficiencia de esta interacción contra el desarrollo de desarrollo de *Phytophthora infestans*.

Para la evaluación se sembró un tubérculo de papa variedad Gabriela en fundas de polietileno (20x30).

La parcela experimental estuvo compuesta por 4 plantas, donde cada planta es una observación, el promedio de las cuatro plantas es un tratamiento y por cada tratamiento se realizó cuatro repeticiones para el análisis estadístico.

Se realizó tres aplicaciones de la interacción (fosfonatos + *Trichoderma harzianum*) a los 45, 60 y 75 días después de la siembra.

A los 85 días de la siembra se inoculó *Phytophthora infestans* a todos los tratamientos a excepción del testigo absoluto.

Los datos sobre porcentaje de incidencia se tomaron cada 48 horas hasta el décimo día, luego de haber sido inoculados con *Phytophthora infestans*

a. Variables a evaluar

La variable a evaluar fue el porcentaje de incidencia, citado por Pumisacho y Sherwood (2002). ANEXO 3

b. Numero de tratamientos y repeticiones, para la eficiencia de la interacción (Fosfonatos - *Trichoderma*) frente al desarrollo de *Phytophthora infestans*

Realizado el análisis estadístico con Tukey al 5%, se escogieron los siguientes tratamientos, para la evaluación frente al desarrollo de *Phytophthora infestans*:

CUADRO No. 06. Tratamientos en estudio segunda fase.

TRATAMIENTOS	CÓDIGOS
Th1- Fosfonato de calcio –Comercial	T1
Th1- Fosfonato de calcio -Media	T2
Th2- Fosfonato de calcio –Media	T5
Th2- Fosfonato de potasio -Comercial	T10
Th2- Fosfonato de potasio -Media	T11
Th1- Hipofosfito de potasio –Comercial	T19
Th1- Hipofosfito de potasio – Media	T20
Th1- Hipofosfito de potasio –Alta	T21
Th2- Hipofosfito de potasio – Comercial	T22
Th2- Hipofosfito de potasio – Media	T23
Th2- Hipofosfito de potasio – Alta	T24
Químico (Mancozeb)	Tq
Absoluto	T0

f. Diseño experimental

Para la eficiencia de la interacción (Fosfonatos - Trichoderma) frente al desarrollo de *Phytophthora infestans*, se aplicó un diseño de bloques completos al azar (DCA) con arreglo trifactorial y se determinó un Análisis de varianza, además el coeficiente de variación para los tratamientos en estudio.

g. Cálculo del área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad

Para realizar el cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad, recomendado por ANDRADE Y FORBES, se realizó ingresando los datos en una hoja de cálculo, la misma que nos muestra la curva de crecimiento de la enfermedad, la severidad y el promedio del ABCPE.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. PRUEBAS DE SUSCEPTIBILIDAD DE *Trichoderma harzianum* A LA APLICACIÓN DE FOSFONATO DE POTASIO, FOSFONATO DE CALCIO, FOSETIL ALUMINIO E HIPOFOSFITO DE POTASIO EN TRES DOSIS

1. Análisis de varianza para el ritmo de crecimiento de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas

Los datos de crecimiento radial de las dos cepas de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con los cuatro tipos de fosfonatos a tres dosis cada uno, presentó diferencias altamente significativas para los tratamientos a las 24H00 y 144H00.

El crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* a las 24H00, presentó una media de 10,02 mm y un coeficiente de variación de 9.01%. Esto nos demuestra que los diferentes tratamientos presentaron diferencias, es así que los tratamientos a base de Fosetil aluminio (T13, T14, T15, T16, T17 Y T18), no presentaron ningún crecimiento, inhibiendo inicialmente el crecimiento de *Trichoderma*. En cambio en los tratamientos con Hipofosfito de potasio (T19, T20, T21, T22, T23 y T24) se notó un crecimiento muy significativo al mismo ritmo que los testigos, con una media de 20.83 mm, esto nos da a entender que inicialmente Fortilancha es un producto que ayuda al crecimiento de *Trichoderma* (ANEXO 4).

CUADRO No. 07. Análisis de varianza para el crecimiento de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas de crecimiento radial.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	24H00	48H00	72H00	96H00	120H00	144H00
		F.C.	F.C.	F.C.	F.C.	F.C.	F.C.
TRATAMIENTOS	23	269.11**	775.32**	888.35**	1060.73**	1147.11**	1811.34**
REPETICIONES	3	25.37	2.38	2	2.71	0.64	1,75
FACTOR A	1	2292.68	0.24	11.44	15.07	20.77	3856,36
FACTOR B	3	10651.33	5771.78	6669.86	7977.02	8625.03	5294,45
AB	3	7559.7	31.66	19.45	26.84	31.74	6365,45
FACTOR C	2	756.27	82.34	73.13	88.32	86.71	124,75
AC	2	1049.68	3.54	3.92	6.02	9.99	77,55
BC	6	188.801	36.17	27.6	25.65	27.95	11,5142
ABC	6	39.284**	5.49	5.5	4.6	5.22	11,0243**
Error	69						
TOTAL	95						
COEFICIENTE DE VARIACION (%)		9.01	15.28	17.33	17.938	18.573	4,12
MEDIA (mm)		10.021	6.8	6.27	5.57	5.18	18,969

A las 144 horas, el crecimiento de *Trichoderma harzianum* para los tratamientos presentó diferencias altamente significativas, dando una media general de 18,969 mm, y un coeficiente de variación de 4,12 %. Realizando una comparación global, los tratamientos a base de Fosetil Aluminio (T13, T14, T15, T16, T17 y T18), no crecieron en medio envenenados, debido a que Fosetil Aluminio es un producto de larga persistencia y que inhibe el crecimiento de *Trichoderma*, por tal razón no puede ser utilizado en interacción o como parte de un control integrado, en cambio los tratamientos a base de Hipofosfito de potasio (T19, T20, T21, T22, T23 y T24) presentaron un crecimiento similar que *Trichoderma harzianum* sin medio envenenado, esto se debe a que Fortilancha es un producto donde el fósforo está en forma de hipofosfito de potasio (KH_2PO_2), el ión hipofosfito provee entre el 15 y 19 % de fósforo por molécula que el tradicional fosfato o fosfonato que a su vez son derivados del ácido fosforito, esto indica que se puede utilizar en interacción con *Trichoderma*, para controlar diferentes enfermedades que se presentan en los cultivos y principalmente *Phytophthora infestans*, como menciona ANQUIMICA (2006), en los folletos divulgativos (ANEXO 4)

2. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos a las 24 horas

Como se puede observar en el Cuadro No. 08, la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos a las 24 horas, demuestra la presencia de 9 rangos, ubicándose en el nivel A los tratamientos T22 (Th2-Hipofosfito de potasio-comercial) y T23 (Th2- Hipofosfito de potasio – Media), con AB el T24 (Th2- Hipofosfito de potasio – Alta), con B el T21(Th1- Hipofosfito de potasio –Alta), con un rango C los tratamientos T19 (Th1- Hipofosfito de potasio – Comercial) y T20 (Th1- Hipofosfito de potasio – Media), todos estos a base de Hipofosfito de potasio, con D el T11 (Th2- Fosfonato de potasio –Media), con DE el T10 (Th2-

Fosfonato de potasio -Comercial), con DEF los T2 (Th1- Fosfonato de calcio -Media⁵) y T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), etc, esto nos da a entender que los tratamientos a base del Hipofosfito de potasio presentan mejores condiciones para el crecimiento de *Trichoderma harzianum*. En cambio *Trichoderma harzianum*, en medio envenado con Fosetil Aluminio no presentó crecimiento alguno, presentando un rango I.

CUADRO No. 08. Prueba de Tukey al 5% para el crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* a las 24H00

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO
T22	23,75	A
T23	23,75	A
T24	22,00	AB
T21	20,75	B
T19	17,75	C
T20	17,00	C
T11	13,00	D
T10	12,00	DE
T2	11,50	DEF
T5	11,25	DEF
T4	10,25	EF
T7	9,25	FG
T1	7,75	GH
T8	7,75	GH
T12	7,00	GH
T9	6,75	H
T3	3,50	I
T6	3,50	I
T13	2,00	I
T14	2,00	I
T15	2,00	I
T16	2,00	I
T17	2,00	I
T18	2,00	I

⁵ Dosis media de fosfonatos

3. Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos a las 144 horas

La prueba de Tukey al 5% para los tratamientos realizado a las 144 horas de crecimiento, nos presenta 9 rangos, ubicándose en el nivel A los tratamientos en medio envenenado con Hipofosfito de Potasio (T19, T23, T24, T22, T20 y T21), presentando una media de 45 mm, en el rango B el T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), con BC los tratamientos T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial) y T11 (Th2- Fosfonato de potasio -Media), con C los tratamientos T1 (Th1- Fosfonato de calcio –Comercial) y T2 (Th1- Fosfonato de calcio -Media), con D el T4 (Th2- Fosfonato de calcio –Comercial), como se puede observar en el Cuadro No. 09. Estadísticamente los mejores tratamientos para interacción de con *Trichoderma* son aquellos a base de Hipofosfito de potasio.

Los tratamientos con medio envenenado con Fosetil Aluminio que a las 24H00 no presentó crecimiento a las 144H00 existió un ligero crecimiento presentando un promedio de 3,2 mm, por tal situación ocupan los últimos lugares.

Los tratamientos envenenados con Fosfonatos de calcio y potasio se encuentran entre los niveles B y G, lo cual nos demuestra que existe susceptibilidad de *Trichoderma* al crecimiento.

De esta manera estadísticamente nos demuestra que los mejores tratamientos que permiten el crecimiento de *Trichoderma* son los que están con medio con Hipofosfito de Potasio, con este criterio estos son los tratamientos que se llevarán al campo, mas los tratamientos, T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial), T11 (Th2-

Fosfonato de potasio -Media), T1 (Th1- Fosfonato de calcio –Comercial), T2 (Th1- Fosfonato de calcio -Media).

CUADRO No. 09. Prueba de Tukey al 5% para el crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* a las 144 horas.

TRATAMIENTO	MEDIA	RANGO
T19	45,00	A
T23	45,00	A
T24	45,00	A
T22	45,00	A
T20	44,75	A
T21	44,75	A
T5	19,00	B
T10	17,50	BC
T11	17,25	BC
T1	16,75	C
T2	16,25	C
T4	14,00	D
T6	12,75	DE
T7	12,50	DE
T8	11,50	EF
T3	11,25	EFG
T12	10,25	FG
T9	9,25	G
T17	4,50	H
T16	3,75	HI
T14	2,75	HI
T18	2,50	HI
T13	2,00	I
T15	2,00	I

Los datos de crecimiento radial en los diferentes tratamientos se presentan en el ANEXO 4.

4. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosfonato de calcio, desde las 00 hasta las 144 horas.

El ritmo de crecimiento de las dos cepas de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosfonato de calcio (T1, T2, T3, T4, T5 y T6), desde las 00 hasta las 144 horas, presentan limitaciones para el crecimiento comparado con los testigos. Es así que a las 24 horas presentaron una media de 8,17 mm y a las 144 horas una media de 15,00 mm existiendo un crecimiento máximo de 19 mm en el tratamiento T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), como se observa en el Grafico No. 05. Los tratamientos T3 (Th1-Fosfonato de calcio - Alta⁶) y T6 (Th2-Fosfonato de calcio –Alta) presentan un ritmo de crecimiento lento esto se debe a que la concentración del Fosfonato de calcio se incrementó por ende *Trichoderma* nos puede crecer pues no existe las condiciones ideales. En cambio en los tratamientos T2 (Th1-Fosfonato de calcio -Media⁷) y T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), *Trichoderma* tiende a crecer de mejor manera ya que el Fosfonato de calcio está en una dosis media. A mayor concentración del Fosfonato menos crecimiento de *Trichoderma*. En cuanto al crecimiento de las dos cepas de *Trichoderma* nos existe variación pues las dos tienen capacidades similares en su desarrollo y no afecta la presencia y dosis del Fosfonato.

⁶ Dosis alta de fosfonatos

⁷ Dosis media de fosfonatos

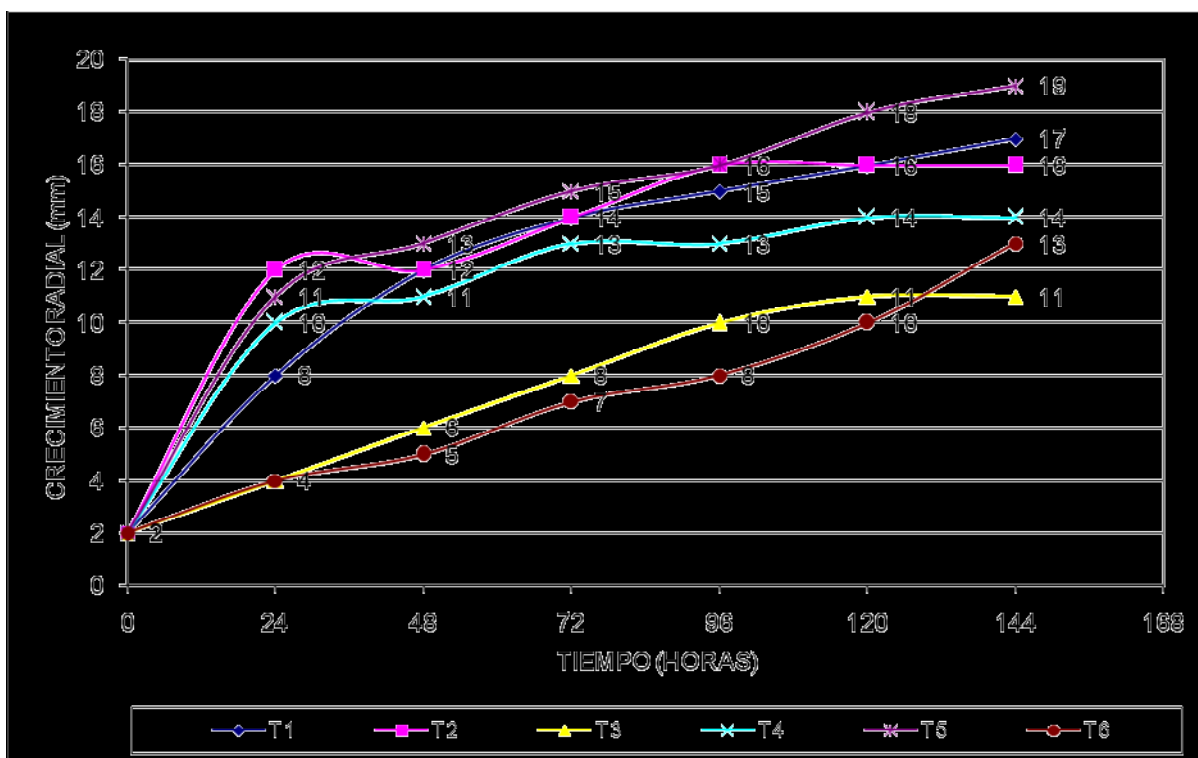


GRAFICO No. 05. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con fosfonatos de calcio desde las 00 hasta las 144 horas.

5. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosfonato de potasio, desde las 00 hasta las 144 horas.

El ritmo de crecimiento de las dos cepas de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosfonato de potasio (T7, T8, T9, T10, T11 y T12), desde las 00 hasta las 144 horas, presentan limitaciones para el crecimiento comparado con los testigos. Es así que a las 24 horas presentaron una media de 9,33 mm y a las 144 horas, una media de 13,17 mm existiendo un crecimiento máximo de 18 mm en el tratamiento T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial). Como se observa en el Grafico No. 06. Los tratamientos T9 (Th1- Fosfonato de potasio -Alta) y T12 (Th2- Fosfonato de potasio - Alta) presentan un ritmo de crecimiento lento esto se debe a que la concentración del Fosfonato de potasio se incrementó

(Dosis alta) por ende *Trichoderma* no puede crecer pues no existe las condiciones ideales. En cambio los tratamientos T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial) y T11 (Th2- Fosfonato de potasio -Media) *Trichoderma* tienden a crecer de mejor manera ya que el Fosfonato de potasio está en una dosis comercial y media respectivamente. Los tratamientos T7 (Th1- Fosfonato de potasio -Comercial) y T8 (Th1- Fosfonato de potasio -Media) presentan crecimiento radial intermedio pero no existe diferencia significativa entre estos tratamientos.

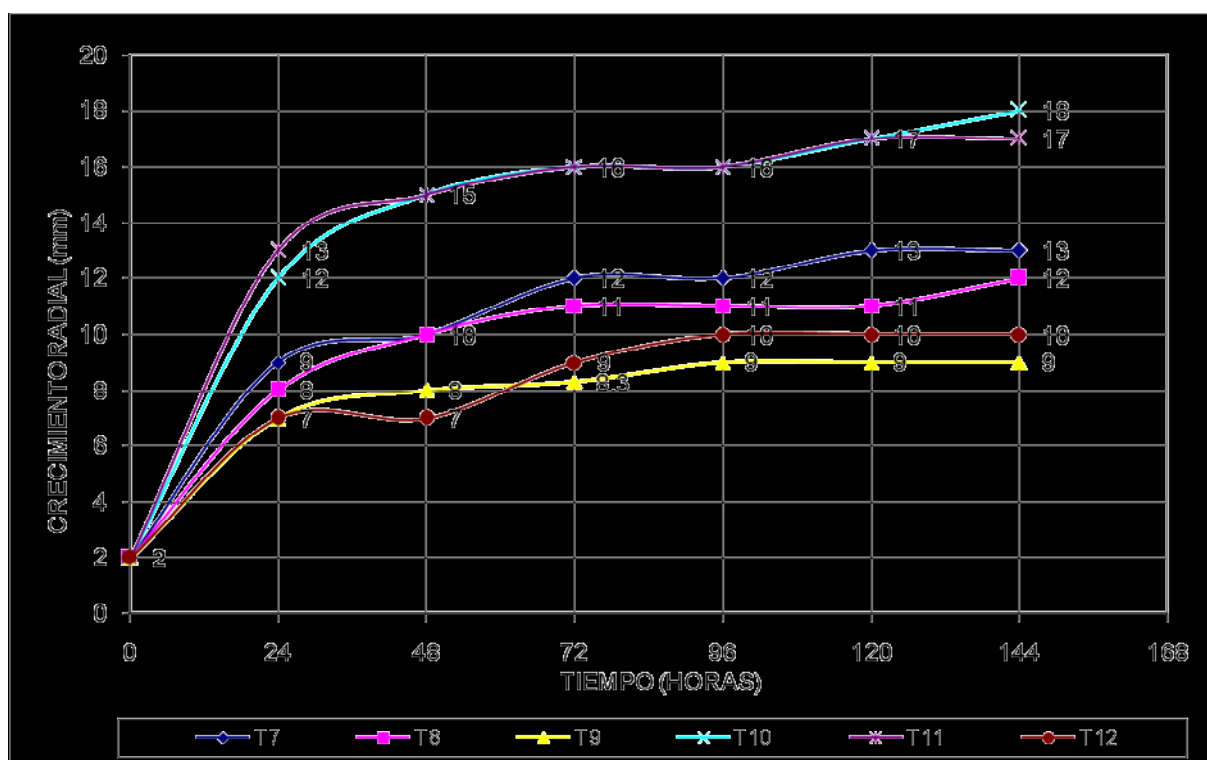


GRAFICO No. 06. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosfonato de potasio desde las 00 hasta las 144 horas.

6. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosetil aluminio, desde las 00 hasta las 144 horas.

En los tratamientos T13, T14, T15, T16, T17 y T18, el crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* se ve afectado severamente por la presencia de Fosetil aluminio, presentando una media a las 24 horas de 2mm y a las 144 horas de 3.1 mm. En todos los casos el Fosetil Aluminio afecta el crecimiento debido a que es un producto de larga persistencia y que ataca principalmente a hongos Oomycetes (*Phytophthora sp.*), igualmente ataca a la presencia de de *Trichoderma*. Como se observa en el Grafico No. 07. el tratamiento T14 (Th1- Fosetil aluminio -Media) presenta el máximo crecimiento radial con 5 mm lo cual nos permite interpretar que los tratamientos a base de Fosetil aluminio no permiten el crecimiento de *Trichoderma harzianum*.

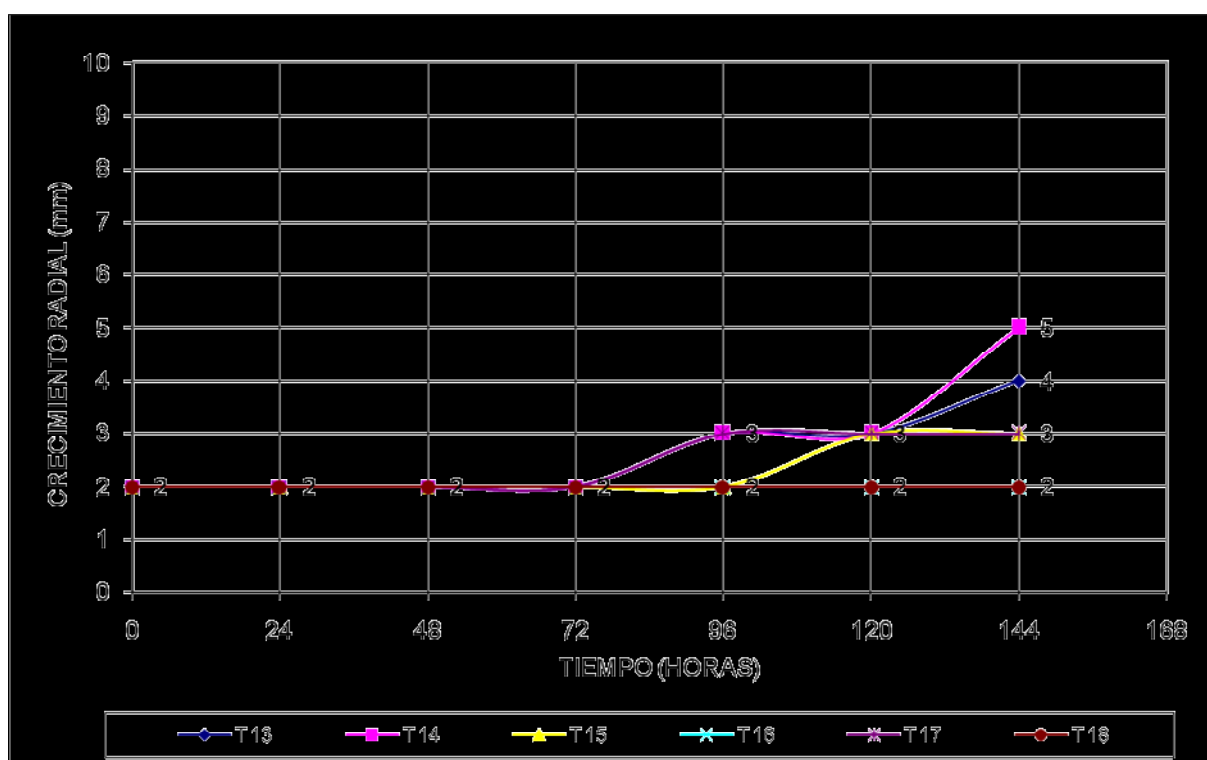


GRAFICO No. 07. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Fosetil Aluminio desde las 00 hasta las 144 horas.

7. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Hipofosfito de potasio, desde las 00 hasta las 144 horas

Como se observa en el Grafico No. 08. los tratamientos T19, T20, T21, T22, T23 y T24 a base de Hipofosfito de potasio, presentan un máximo crecimiento radial con una media a las 24 horas de 20 mm y a las 144 horas una media de 45 mm. En cuanto a las dos cepas de *Trichoderma harzianum* (Chambo y Cajabamba) no existe diferencia en crecimiento en todos los tratamientos. Todos los tratamientos presentaron crecimientos iguales que los testigos T24 (Cepa Chambo) y T25 (Cepa Cajabamba), esto se debe a que Fortilancha está en forma Hipofosfito y no como Fosfonato, lo cual permite un mayor desarrollo de *Trichoderma*.

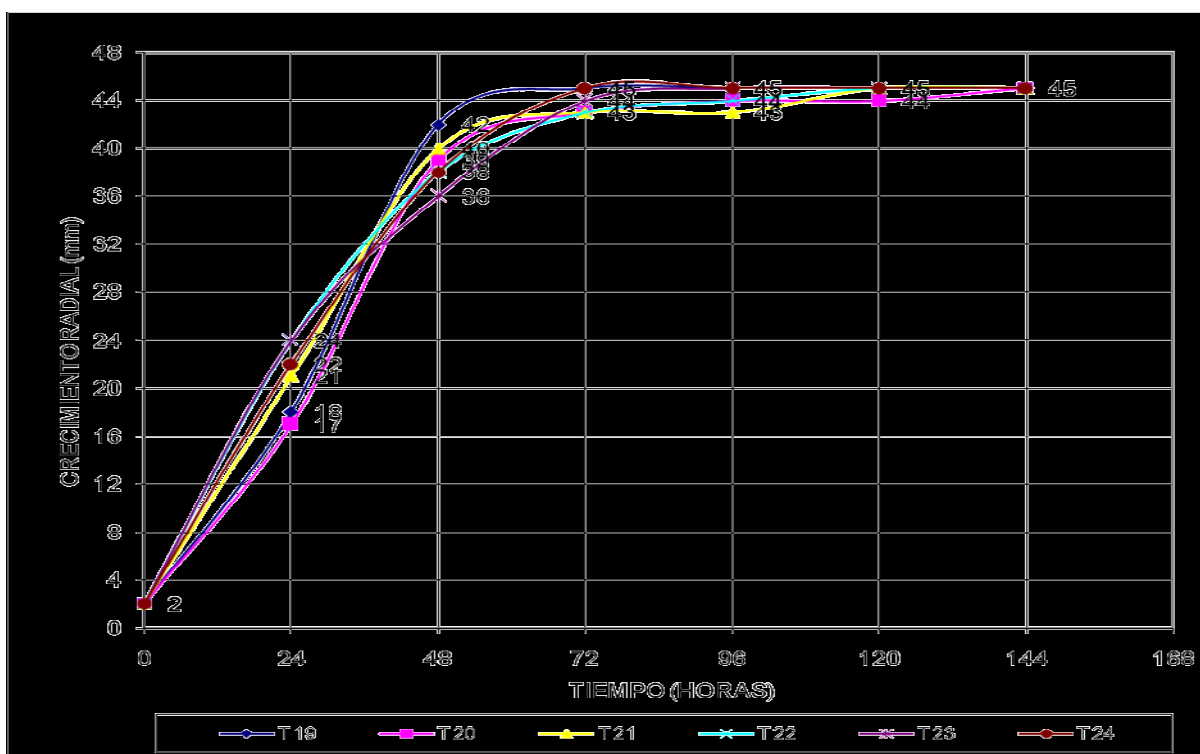


GRAFICO No. 08. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con Hipofosfito de potasio (Fortilancha) desde las 00 hasta las 144 horas.

8. **Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* (Cajabamba y chambo), desde las 00 hasta las 144 horas.**

En el Grafico No. 09. se observa el crecimiento de *Trichoderma harzianum* Chambo (T25) *Trichoderma harzianum* Cajabamba (T26), en el cual no existen diferencias en su crecimiento pero comparado con los tratamientos con medio envenenado con Fosfonato de calcio, Potasio y Fosetil Aluminio existe una diferencia muy amplia. En cambio con los tratamientos con Hipofosfito de potasio presentan características en crecimiento similares.

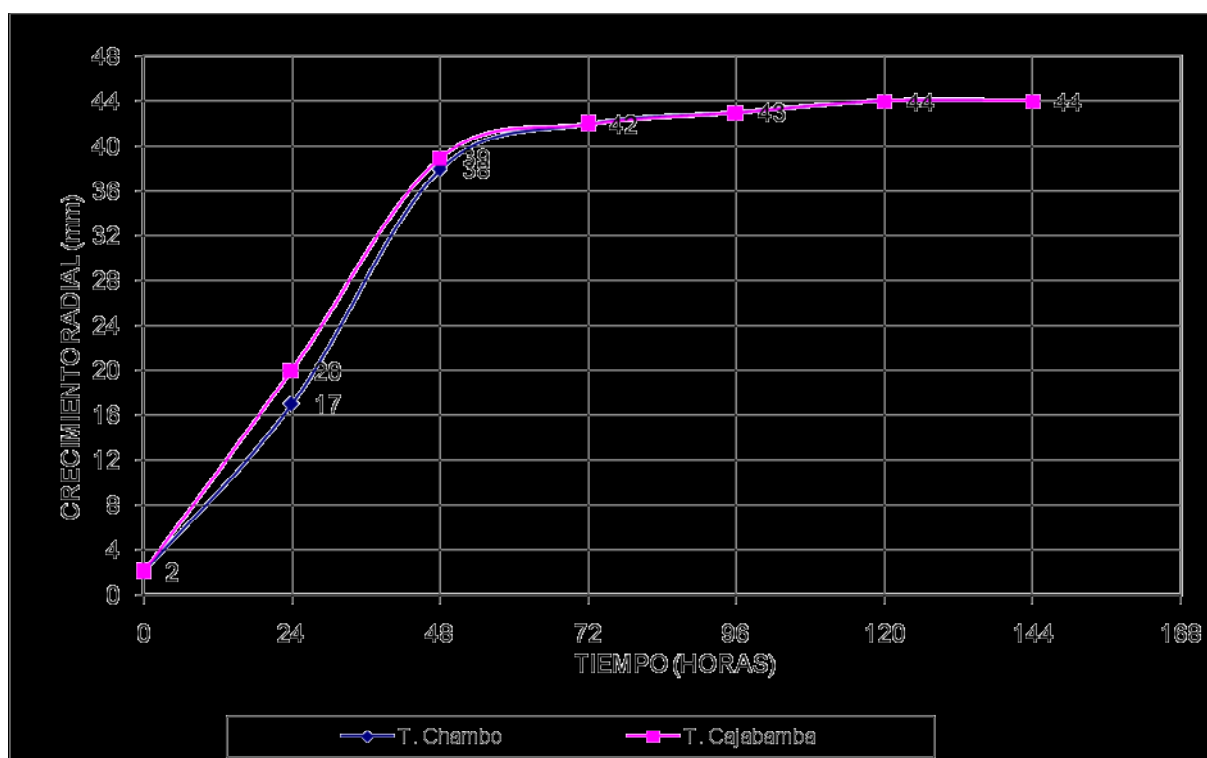


GRAFICO N0. 09. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, cepa Chambo y Cajabamba, desde las 00 hasta las 144 horas

9. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* a las 24 horas, de los diferentes tratamientos en estudio

Considerando los resultados de los diferentes tratamientos en estudio a las 24H00, el crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* presenta diferencias, es así que los tratamientos con hipofosfito de potasio (T19, T20, T21, T22, T23 y T24) tienden a crecer rápidamente al mismo ritmo que los testigos (T24 y T25) (Chambo y Cajabamba). En cambio los tratamientos con Fosetil Aluminio (T13, T14, T15, T16, T17 y T18) no presentan crecimiento.

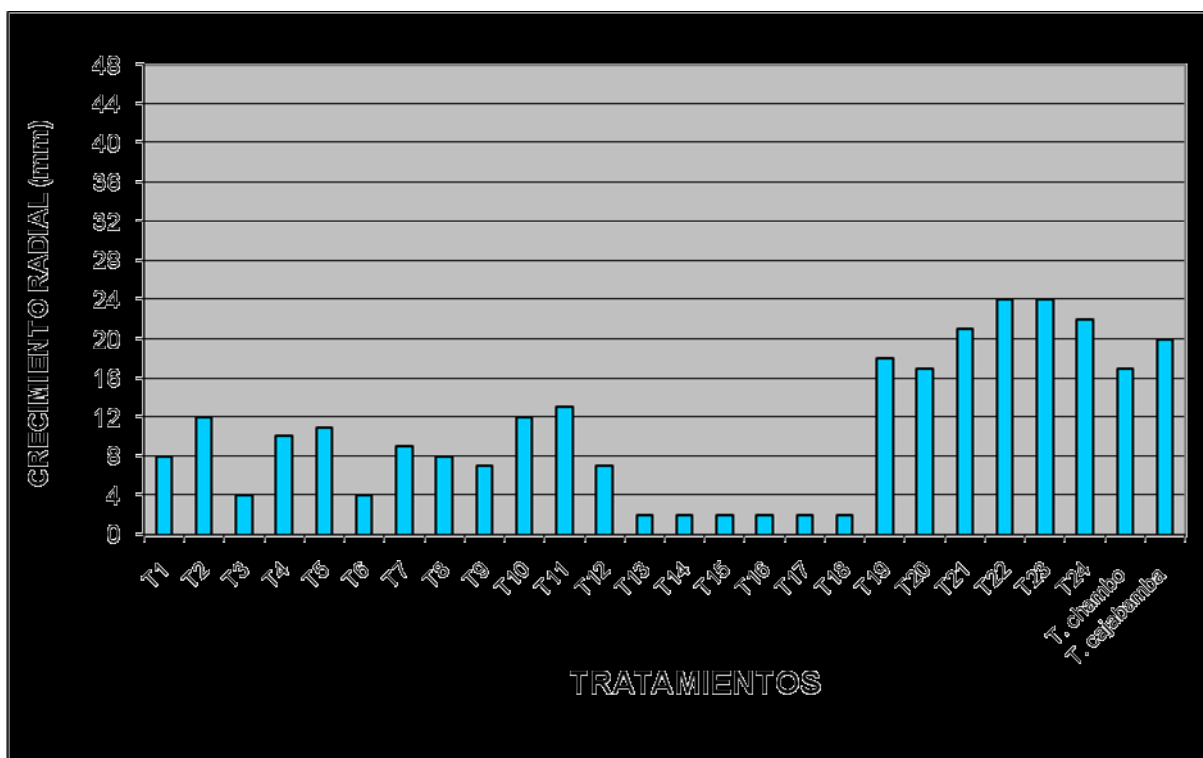


GRAFICO No. 10. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 24 horas.

10. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* a las 144 horas, de los diferentes tratamientos en estudio

A las 144H00 los diferentes tratamientos en estudio han marcado grandes diferencia en crecimiento radial. Como se observa en el gráfico No. 11., los tratamientos con Hipofosfito de potasio (T19, T20, T21, T22, T23 Y T24) presentan máximo crecimiento. Los tratamientos a base de Fosetil Aluminio (T13, T14, T15, T16, T17 y T18) han inhibido el crecimiento de *Trichoderma harzianum*.

El tratamiento T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media) presenta un máximo crecimiento con una media de 19 mm siendo el mejor tratamiento con medio envenenado con Fosfonato de calcio.

El tratamiento T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial) presenta un crecimiento radial de 18 mm siendo el mejor tratamiento con medio envenado con Fosfonato de potasio.

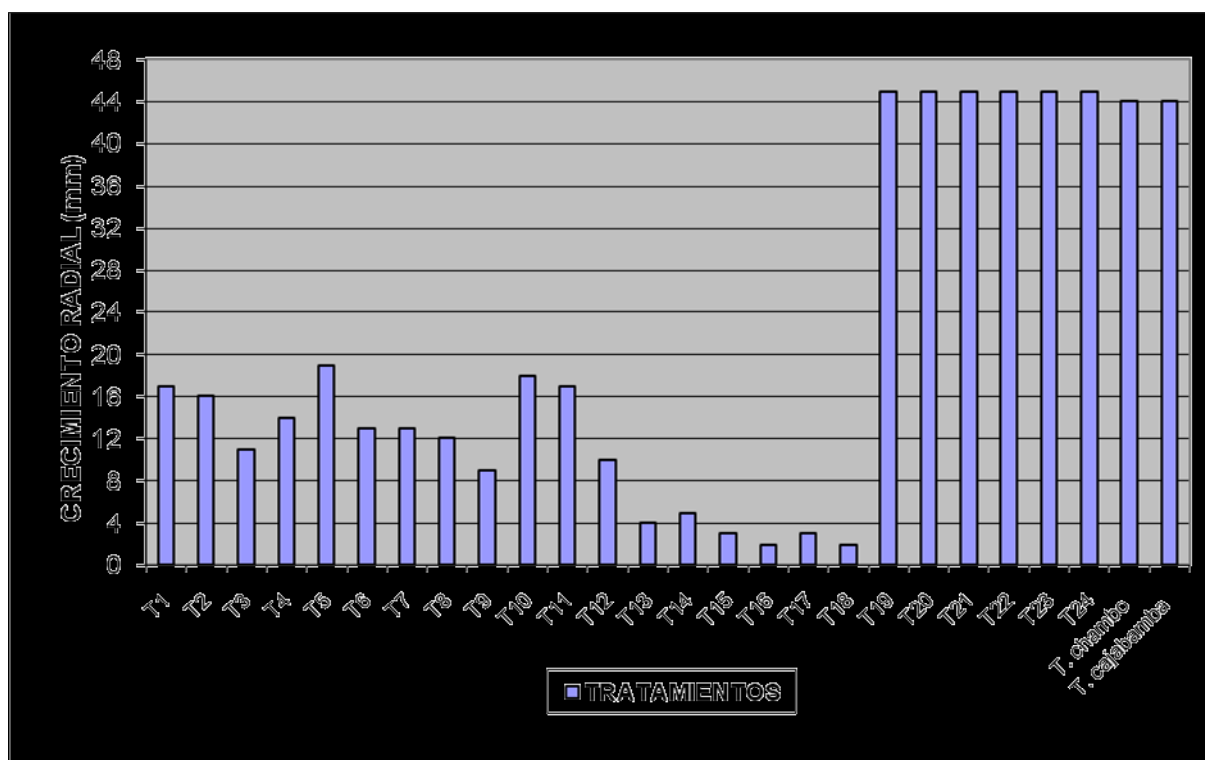


GRAFICO No. 11. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 144H00

11. Eficiencia de la Interacción de Fosfonatos mas *Trichoderma harzianum*, para el control de *Phytophthora infestans*, en papa *Solanum tuberosum*.

Para determinar la eficiencia de la interacción fosfonatos mas *Trichoderma*, para el control de tizón tardío, ANDRADE Y FORBES (2006), recomienda determinar el AREA BAJO LA CURVA DEL PROGRESO DE LA ENFERMEDAD (ABCPE), pues este procedimiento es confiable para estimar el efecto del fungicida, resistencia del hospedante o aptitud del patógeno en la epidemia.

a. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (% - día)

CUADRO No. 10. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T1 (Th1- Fosfonato de calcio –Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

		TIEMPO (Días)						
TRAT.	REPT.	2	4	6	8	10	12	
T1	1	6	12	16	27	43	69	
T1	2	7	12	17	29	41	73	
T1	3	9	13	15	31	40	74	
T1	4	5	10	16	29	44	68	
Severidad promedio		6,75	11,75	16	29	42	71	
ABCPE REP. 1			18	28	43	70	112	271
ABCPE REP. 2			19	29	46	70	114	278
ABCPE REP. 3			22	28	46	71	114	281
ABCPE REP. 4			15	26	45	73	112	271
PROM.								275,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T1 (Th1- Fosfonato de calcio –Comercial) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 10), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 11. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T2 (Th1- Fosfonato de calcio -Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T2	1	5	12	17	31	48	75	
T2	2	6	11	19	34	45	78	
T2	3	8	13	20	32	49	74	
T2	4	9	14	18	31	45	76	
Severidad promedio		7	12,5	18,5	32	46,75	75,75	
ABCPE REP. 1			17	29	48	79	123	296
ABCPE REP. 2			17	30	53	79	123	302
ABCPE REP. 3			21	33	52	81	123	310
ABCPE REP. 4			23	32	49	76	121	301
PROM.								302,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T2 (Th1- Fosfonato de calcio –Media) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 11), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

Cuadro No. 12. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

		TIEMPO (Días)						
TRAT.	REPT.	2	4	6	8	10	12	
T5	1	4	9	13	25	37	66	
T5	2	6	11	14	23	39	68	
T5	3	7	11	16	26	40	64	
T5	4	4	13	17	22	36	70	
Severidad promedio		5,25	11	15	24	38	67	
ABCPE REP. 1			13	22	38	62	103	238
ABCPE REP. 2			17	25	37	62	107	248
ABCPE REP. 3			18	27	42	66	104	257
ABCPE REP. 4			17	30	39	58	106	250
PROM.								248,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T5 (Th2- Fosfonato de calcio –Media) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 12), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 13. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T10 (Th2- Fosfonato de potasio -Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T10	1	7	12	20	36	50	78	
T10	2	9	14	21	38	54	74	
T10	3	8	15	20	36	51	80	
T10	4	9	15	22	37	52	81	
Severidad promedio		8,25	14	20,75	36,75	51,75	78,25	
ABCPE REP. 1			19	32	56	86	128	321
ABCPE REP. 2			23	35	59	92	128	337
ABCPE REP. 3			23	35	56	87	131	332
ABCPE REP. 4			24	37	59	89	133	342
PROM.								333

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T1(Th2- Fosfonato de potasio–Comercial) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 13), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 14. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T11 (Th2- Fosfonato de potasio -Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T11	1	8	10	15	30	39	64	
T11	2	6	11	17	27	40	68	
T11	3	4	13	14	30	43	61	
T11	4	5	12	18	31	38	65	
Severidad promedio		5,75	11,5	16	29,5	40	64,5	
ABCPE REP. 1			18	25	45	69	103	260
ABCPE REP. 2			17	28	44	67	108	264
ABCPE REP. 3			17	27	44	73	104	265
ABCPE REP. 4			17	30	49	69	103	268
PROM.								264,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T1(Th2- Fosfonato de potasio–Media) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 14), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 15. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T19 (Th1- Hipofosfito de potasio –Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

		TIEMPO (Días)						
TRAT.	REPT.	2	4	6	8	10	12	
T19	1	3	6	11	21	37	64	
T19	2	5	9	13	23	39	59	
T19	3	6	11	12	20	35	60	
T19	4	4	9	15	25	39	59	
Severidad promedio		4,5	8,75	12,75	22,25	37,5	60,5	
ABCPE REP. 1			9	17	32	58	101	217
ABCPE REP. 2			14	22	36	62	98	232
ABCPE REP. 3			17	23	32	55	95	222
ABCPE REP. 4			13	24	40	64	98	239
PROM.								227,5

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T19(Th1- Hipofosfito de potasio –Comercial) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 15), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 16. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T20 (Th1- Hipofosfito de potasio – Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T20	1	6	13	14	27	39	66	
T20	2	5	10	19	30	43	64	
T20	3	7	14	16	26	40	68	
T20	4	6	12	17	28	43	65	
Severidad promedio		6	12,25	16,5	27,75	41,25	65,75	
ABCPE REP. 1			19	27	41	66	105	258
ABCPE REP. 2			15	29	49	73	107	273
ABCPE REP. 3			21	30	42	66	108	267
ABCPE REP. 4			18	29	45	71	108	271
PROM.								267,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T20 (Th1- Hipofosfito de potasio – Media) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 16), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 17. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T21 (Th1- Hipofosfito de potasio –Alta), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T21	1	4	11	12	22	37	60	
T21	2	6	9	17	26	40	63	
T21	3	7	12	16	25	40	61	
T21	4	4	10	14	27	42	64	
Severidad promedio		5,25	10,5	14,75	25	39,75	62	
ABCPE REP. 1			15	23	34	59	97	228
ABCPE REP. 2			15	26	43	66	103	253
ABCPE REP. 3			19	28	41	65	101	254
ABCPE REP. 4			14	24	41	69	106	254
PROM.								247,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T21 (Th1- Hipofosfito de potasio –Alta) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 17), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 18. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T22 (Th2- Hipofosfito de potasio – Comercial), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T22	1	3	6	13	21	36	56	
T22	2	5	7	12	22	37	59	
T22	3	5	8	13	24	39	58	
T22	4	6	9	16	26	41	61	
Severidad promedio		4,75	7,5	13,5	23,25	38,25	58,5	
ABCPE REP. 1			9	19	34	57	92	211
ABCPE REP. 2			12	19	34	59	96	220
ABCPE REP. 3			13	21	37	63	97	231
ABCPE REP. 4			15	25	42	67	102	251
PROM.								228,3

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T22 (Th2- Hipofosfito de potasio – Comercial) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 18), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 19. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T23 (Th2- Hipofosfito de potasio – Media), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T23	1	8	11	17	31	40	67	
T23	2	6	14	16	29	42	69	
T23	3	5	12	18	26	41	65	
T23	4	7	13	21	31	44	69	
Severidad promedio		6,5	12,5	18	29,25	41,75	67,5	
ABCPE REP. 1			19	28	48	71	107	273
ABCPE REP. 2			20	30	45	71	111	277
ABCPE REP. 3			17	30	44	67	106	264
ABCPE REP. 4			20	34	52	75	113	294
PROM.								277

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T23 (Th2- Hipofosfito de potasio – Media) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro no. 19), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 20. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T24 (Th2- Hipofosfito de potasio – Alta), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T24	1	6	12	15	26	41	65	
T24	2	6	13	16	27	42	63	
T24	3	7	10	19	28	44	65	
T24	4	8	11	21	28	43	64	
Severidad promedio		6,75	11,5	17,75	27,25	42,5	64,25	
ABCPE REP. 1			18	27	41	67	106	259
ABCPE REP. 2			19	29	43	69	105	265
ABCPE REP. 3			17	29	47	72	109	274
ABCPE REP. 4			19	32	49	71	107	278
PROM.								269

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T24 (Th2- Hipofosfito de potasio – Alta) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No. 20), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 21. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento Tq (Testigo químico-mancozeb), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
Tq	1	2	4	8	12	14	18	
Tq	2	3	5	9	13	16	19	
Tq	3	2	7	10	11	15	16	
Tq	4	1	5	9	12	16	17	
Severidad promedio		2	5,25	9	12	15,25	17,5	
ABCPE REP. 1			6	12	20	26	32	96
ABCPE REP. 2			8	14	22	29	35	108
ABCPE REP. 3			9	17	21	26	31	104
ABCPE REP. 4			6	14	21	28	33	102
PROM.								102,5

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el Tq (Testigo químico-mancozeb) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No 21), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

CUADRO No. 22. Cálculo del área bajo la curva de la enfermedad (ABCPE) para el tratamiento T0 (Testigo absoluto), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

TRAT.	REPT.	TIEMPO (Días)						
		2	4	6	8	10	12	
T0	1	9	12	29	53	78	96	
T0	2	7	15	33	57	81	100	
T0	3	6	14	35	54	83	100	
T0	4	7	13	31	55	79	95	
Severidad promedio		7,25	13,5	32	54,75	80,25	97,75	
ABCPE REP. 1			21	41	82	131	174	449
ABCPE REP. 2			22	48	90	138	181	479
ABCPE REP. 3			20	49	89	137	183	478
ABCPE REP. 4			20	44	86	134	174	458
PROM.								466

Para la severidad de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en el T0 (Testigo absoluto) se realizó siete valuaciones en las cuatro repeticiones, estos datos se registraron en la hoja de cálculo establecida por ANDRADE Y FORBES (2006), (Cuadro No 22), en la que consta severidad promedio, área bajo de la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada una de las repeticiones y la suma total ABCPE para cada una de las repeticiones. Para la suma total ABCPE de las repeticiones se realizó el análisis de varianza.

b. Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad

en el análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días de la inoculación (Cuadro No. 23), presentó diferencias altamente significativas para los tratamientos y para los testigos versus el resto. El coeficiente de variación fue de 2.79 % y una media general de 269.83 %/día.

CUADRO No. 23. Análisis de varianza para el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), a los 2, 4, 6, 8, 10 y 12 días después de la inoculación de *Phytophthora infestans*

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	F.T. 5 %	F.T. 1 %
REPETICIONES	3	1842,06	614,02	10,82**	2.92	4.51
TRATAMIENTOS	12	304556,19	25379,68	447,18**	2.09	2.84
Tq vs resto	1	99467,82	99458.34	1752,57**	4.17	7.56
T0 vs resto	1	166763,46	166747.95	2938,29**	4.17	7.56
ERROR	36	2043,19	56,75			
C.V. (%)	2,79					
M.G. (%/día)	269,83					

c. Severidad de *Phytophthora infestans* en los diferentes tratamientos

Para la variable severidad de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), que se muestra en el gráfico No. 32., Tq (Mancozeb) es el tratamiento que controla mejor el ataque por parte del patógeno, con una media de 102,5 %/día. Esto se debe a que mancozeb es un fungicida protectante que actúa sobre la superficie de la hoja impidiendo que el patógeno pueda penetrar y atacar a la planta. Comparando con T0 (T. absoluto), se puede notar que este en los doce días presentó una media de 466 %/día, lo que demuestra que una diferencia muy amplia en comparación con Tq.

CUADRO No. 24. Porcentaje de severidad de *Phytophthora infestans*, frente a la aplicación de la interacción Fosfonatos+*Trichoderma*.

TRATAMIENTO	% / día
Tq	102,5
T19	227,5
T22	228,3
T21	247,3
T5	248,3
T11	264,3
T20	267,3
T24	269,0
T1	275,3
T23	277,0
T2	302,3
T10	333,0
T0	466,0

En lo que se refiere a los tratamientos con la interacción fosfonatos+*Trichoderma*, la acción que estos ejercieron fue muy significativa, pues T19, T22 y T21, presentaron un porcentaje de severidad sumamente bajo en comparación con T0, registrando los valores de: 227.5%/día, 228.3%/día y 247.3 %/día, de severidad de *Phytophthora infestans* respectivamente.

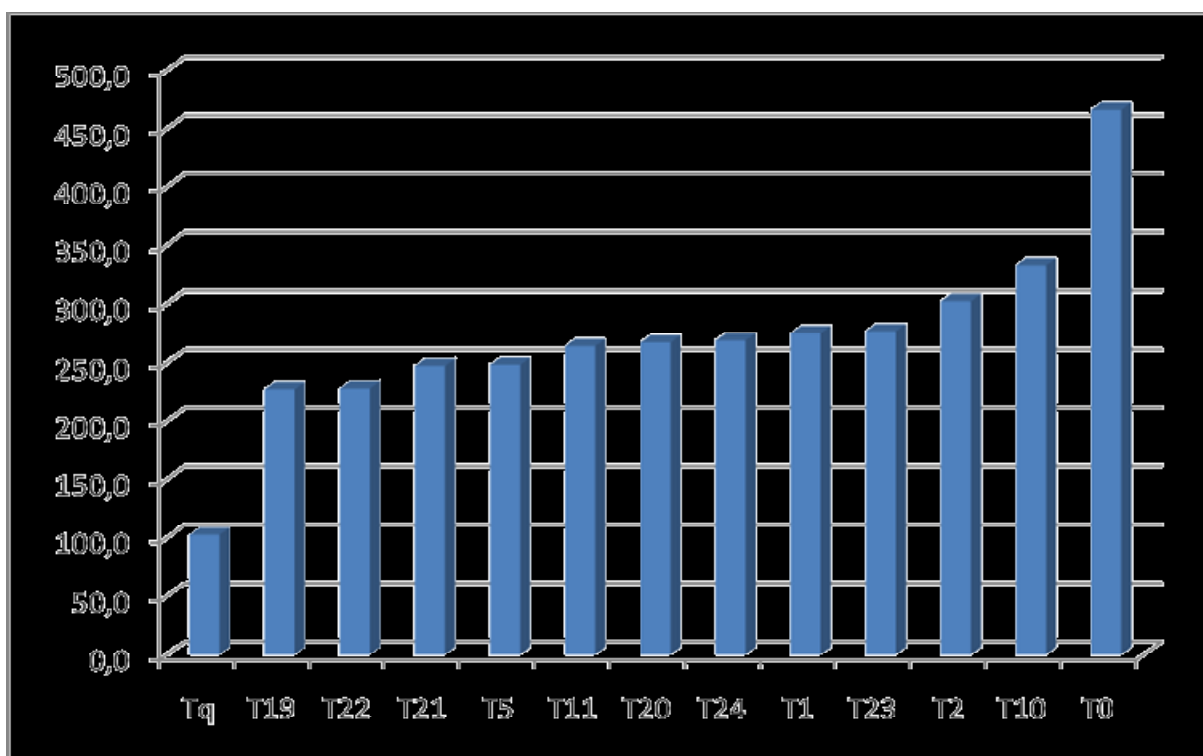


GRAFICO No. 12. Porcentaje de severidad de *Phytophthora infestans*, frente a la aplicación de la interacción Fosfonatos+*Trichoderma*.

VI. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos con medio envenenado a base de Hipofosfito de potasio (T19, T23, T24, T22, T20 y T21), son aquellos que mejores resultados dieron en cuanto al crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, pues a las 144 horas presentaron una media general de 45 mm, similar a los testigos que presentaron una media de 44 mm. En cuanto a las dosis (alta, media y baja) y cepas de *Trichoderma* (Chambo y Cajabamba) no se observó diferencias puesto que el crecimiento radial fue el mismo en todos los tratamientos.
2. *Trichoderma harzianum*, presenta alta susceptibilidad a Fosetil Aluminio, pues a las 144 horas de siembra en medio envenenado se observó un crecimiento máximo de 5 mm en el tratamiento T24. Lo que nos demuestra que este tipo de producto no puede utilizar al mismo tiempo que *Trichoderma*.
3. En los tratamientos a base de Fosfonato de calcio, *Trichoderma* presenta una ligera susceptibilidad al crecimiento, pues a las 144 horas de la siembra, el T10 presenta un máximo crecimiento radial de 18 mm. En cuanto a las dosis, el crecimiento aumenta si la dosis disminuye.
4. En el caso de los tratamientos a base e Fosfonato de calcio, *Trichoderma* no crece de forma adecuada, y existe una ligera susceptibilidad, como se observa en el crecimiento

radial máximo que se presentó el T5 con una media de 19 mm. A las 144 horas de la siembra.

5. La mayor resistencia al ataque de tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se tuvo en los tratamientos a base de interacción hipofosfito de potasio mas *Trichoderma harzianum*, puesto que el hipofosfito ayuda al endurecimiento de la cutícula externa de las hojas y al momento que se deposita una espora patógena se le hace difícil penetrar, igualmente se indica que la estructura química del Hipofosfito de potasio incrementa las fitoalexinas de las plantas. De igual manera *Trichoderma* actúa como un hongo antagonista que al entrar en contacto con la planta y el suelo empieza a crecer y propagarse paulatinamente, es decir, actúa como un biopesticida persistente. Cabe indicar que este tipo de interacciones se lo debe realizar de forma preventiva y no curativa.
6. El tratamiento Tq a base de un producto químico protectante (mancozeb), presentó una porcentaje de severidad del 102.5 % , comparado con los tratamientos con las interacción esto es muy bajo, esto se debe a que este tipo de productos actúan de forma inmediata e impiden que los patógenos puedan taca rápidamente.
7. Al final de la investigación el tratamiento testigo absoluto, fue totalmente acabado por el tizón tardío, este tipo de casos suele ocurrir en el campo con los agricultores que no toman las medidas necesarias para controlar la enfermedad que se presenta.

VII. RECOMENDACIONES

1. Incentivar a los agricultores y personas que estén inmersas en el sector agrícola, a utilizar productos biológicos, que ayuden a proteger el medio ambiente y la salud de los consumidores. Pues en la actualidad existe una serie de problemas que se presentan a causa de indiscriminado uso de productos de naturaleza química.
2. Realizar pruebas de la interacción Hipofosfito de potasio mas *Trichoderma harzianum*, en parcelas de papa, en lugares donde exista presencia de *Phytophthora infestans* a gran escala, de forma preventiva. Comparando con el manejo que da el agricultor en sus parcelas.
3. Buscar nuevos productos a base de fosforo en forma de hipofosfito, y probar los mismos en una interacción con *Trichoderma harzianum*, primeramente en laboratorio, para luego aplicar en el campo directamente.
4. No utilizar productos a base de Fosetil Aluminio, conjuntamente con *Trichoderma harzianum*, pues este tipo de producto inhibe totalmente la actividad y multiplicación del hongo antagonista en el suelo y planta.

VIII. RESUMEN

La presente investigación se propuso determinar la interacción de dos cepas de *Trichoderma harzianum* (Chambo y Cajabamba) mas cuatro fosfonatos (calcio, potasio, Fosetil aluminio e hipofosfito de potasio) a tres dosis, para el control de lancha de papa *Phytophthora infestans* a nivel de laboratorio. Realizando dos fases; la primera con pruebas de susceptibilidad de *Trichoderma* a los fosfonatos y la segunda con la aplicación de la interacción fosfonatos mas *Trichoderma* para el control de lancha. La metodología inicial fue preparando medio de cultivo envenenado con fosfonatos en cajas petri donde se sembró *Trichoderma* en el centro, se tomaron lecturas del ritmo de crecimiento radial cada 24H00 durante 144H00. En esta primera fase se registró un rango A en los tratamientos a base de hipofosfito de potasio. En los tratamientos a base de Fosetil Aluminio se inhibió el crecimiento de *Trichoderma*, no pudiendo utilizarse en la interacción, los fosfonatos de calcio y potasio inhiben el crecimiento parcialmente. Para la segunda fase se sembraron plantas de papa variedad Gabriela en fundas de polietileno, se aplicando la interacción fosfonatos *Trichoderma* a los 45, 60 y 75 días/ siembra y a los 85 días se infestó con *Phytophthora infestan*. Se registrando el porcentaje de severidad cada dos días, y estos datos se registraron en el AUDPC, con valores de Tq 102.5 %, T19 227.5 %, T22 228.3 % y el testigo 466 %. Al final los tratamientos a bese de hipofosfito mas *Trichoderma* dieron mejores resultados en la investigación.

IX- SUMMARY

This research is aimed to determine the interaction between two stocks of *Trichoderma harzianum* (Chambo and Cajabamba) plus four phosphores (calcium, potassium, aluminium Fosetil and hypophosphore of potassium) in three doses, to control the potato mange-*Phytophthora infestans* – in laboratory. The first stage developed susceptibility test of *Trichoderma* on the phosphores (phosphonates); the second stage applied phosphores interaction plus *Trichoderma* to control potato mange. The initial method involved culture medium with phosphores (phosphonates) in a “petri box” in which *Trichoderma* has been spread in in the middle. Growth rate was measured every twenty-four (24) hours during one hundred and forty-four (144)hours. At the first stage, an A range was observed in all potassium hypophosphites treatments. In aluminium Fosetil, the growth of *Trichoderma* was restrained so that it could not be used in interaction. Calcium and potassium phosphores (phosphonates) inhibit growth partially. At the second stage, Gabriela potato seed were sowed into polyethylene bags, applying *Trichoderma* phosphores interaction at 45, 60 and 75 days from sowing, and after 85 days *Phytophthora infestans* was spread. Data registered every two days in the AUDPC showed the following values: Tq 102,5%, %, T19 227.5 %, T22 228.3 % and 466 % for the witness. Finally the hypophosphore plus *Trichoderma* treatments showed better results.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIPAC, S.A. Folletos Divulgativos. Quito Ecuador
2. AGRIOS, G. 1995. Fitopatología. Editorial Limusa. México. Pag. 128- 130, 206, 250, 257.
3. **ANDRADE**, J. y **FORBES** G. 2006 Qualification plant disease simulation model: Performance of the LATEBLIGHT model across a broad range of environments. *Phytopathology*. Pp. 95, 1412-1422.
4. CAÑIZO, J. 1981. Guía práctica de plagas y enfermedades. Editorial Mundi-Prensa. Madrid-España. Pp. 215-216.
5. CALDERONI, A. 1978. Enfermedades de la papa y su control.. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires Argentina. Pag. 1 – 43.
6. CARBALLO, M. 1998. Formulación de hongos entomopatógenos. Manejo integrado de plagas. Hoja técnica No. 25. CATIE. Costa Rica. 4p.
7. CIP. 1987. El tizón de la papa (*Phytophthora infestans*). Segunda Edición. Volumen IV. Lima – Perú. Pp. 25

8. CIP 1978, La papa principales enfermedades y nematodos. Lima Perú.
Pag. 34.
9. COLON, L.T. BUDDING, D.J.; KEIZER, L.C.P.; PIETERS, M.M.J. 1995. Components of resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in eight South American Solanum species. European Journal of Plant Pathology. 101 (4):441 - 455.
10. CHET. I. 1990. Mycoparasitism-recognition, physiology and ecology. The Hebrew University of Jerusalem Faculty of Agriculture, Rehoboth 76100, Israel. 725-733.
11. DRENTH, A.; HANSSSEN, E.M. GOVERS, F, 1995. Formation and survival of oospores of *Phytophthora infestans* under natural conditions. Plant Pathology. 42: 86 – 94.
12. DRENTH, A.; TURKENSTEEN, L.J. GOVERS, F, 1993. Occurrence of the A2 mating type of *Phytophthora infestans* in the Netherlands; significance and consequences. Netherlands Journal of Plant Pathology. 99: Supplement 3: 57 – 67
13. ECUAQUIMICA, 2000. Vademécum Agrícola. Quito – Ecuador. 809 pág.
14. EDIFARM, 200. Folletos Divulgativos Quito Ecuador

15. ELAD, Y. y KIRSHNER, B., 1992. Establishment of fan active *Trichoderma* populations in the phylloplane and its effect on grey mould (*Botrytis cinerea*). *Phytoparasitica* 20: 86.188-194.
16. ELIAS, R. et al. 1993. ESTUDIO DE ANTAGONISMO DE ALGUNAS ESPECIES DE *Trichoderma* AISLADOS DE SUELOS COLOMBIANOS EN EL CONTROL DE *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solana*. *Agronomia Colomb.*(10):52-61.
17. FUNDAGRO. 1991. Aspectos Tecnológicos para el cultivo de la papa en el Ecuador. Quito-Ecuador. Pag. 92-93, 108-109.
18. FRY W.E. 1993. Historical and recent migrations of *Phytophthora infestans*. Chronology, pathways, and implications. *Plants Disease.* 77(7):653-611.
19. FRY, W.E. y SPIELMAN, L.J. 1991. Population biology of *Phytophthora infestans*. In: D.J. Ingram and P.H. Williams. *Phytophthora infestans*, The cause of late blight of potato *Advances in Plant Pathology*. London, Academic Press, pp. 171 – 192
20. GONSTINCAR, J. 1998. Biblioteca de la Agricultura.. 2da ed. gráfica. España.
21. Emege, Industria . 28, 585, 586 pgs.
22. HALFRACRE, . BARDEN, J. 1984. Horticultura. México. AGT. Editor, S.A

23. HARMAN, G. and KUBICEK, C. 1998. *Trichoderma and Gliocladium*. Enzymes, biological control and commercial applications. Vol. 2. Taylor and Francis. UK. 393p.
24. HOOKER, W. 1980. Compendium of potato diseases. Traducción del Inglés por MES, T. CIP. Lima – Perú. Pp. 56 – 60.
25. JUCAFRESA, B. 198. La papa, su cultivo. Editorial Aedos. Primera Edición. España. Pp. 7-8, 51, 75, 77.
26. KUBICEK, C. and HARMAN, G. 1998. *Trichoderma and Gliocladium*. Basic biology, taxonomy and genetics. Volumen i. Taylor and Francis. 27p.
27. LEWIS, J., et al, 1989. Mechanism of biological disease control with special referente to the case study of *Phytophthora oligandrum* as an antagonist. In biotechnology of fungi for improving Plant growth. British Mycological Society. 171-187.
- PAPAVIZAS, G. 1985. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol. Ann Rev. Phytopatology. 23:23-54.
28. LORITO, M. et al. 1994. Purification, characteritacion, and synergistic activity of glucan 1,3- β -glucosidase and N-acetyl- β -glucosaminidase from *Trichoderma harzianum*. Phytopatology. 84:398-405

29. MACAS, R. 1994. Estudio y estima de *Trichoderma spp.* en 37 unidades de producción de la parroquia Cajabamba. Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. ESPOCH.
30. PUMISACHO, M. y SHERWOOD, S. 2002. El cultivo de la papa en el Ecuador . Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) – Centro Internacional de la papa (CIP). Quito – Ecuador. Var. P.
31. RIFAI, M. 1969. Arevision of the generus *Trichoderma spp.*, England, commonwealth mycological institute. 56 p.
32. RIVAS, C. 1994. Pruebas de antagonismo en vitro de *Trichoderma spp.*, aislados de la zona de chambo frente a *Fusarium spp.*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium cepivorum*, *Pythium spp*, *Rhizoctonia spp.* Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. ESPOCH
33. ROBERTSON,N.F. 1991. The Challenge of *Phytophthora infestans*, In. D.S. Ingram and P.H. Williams. Advance in Plant Pathology *Phytophthora infestans* The cause of late blight of potato London, Academic Press, Ltd, pp 130
34. RUIZ, R. 1977. Manual de la papa. Bogotá-Colombia. Pp. 41,42,44.
35. THURSTON, H.D. y SCHULTZ, O. 1990. Late Blight, In. W.J.Hooker. Compendium of Potato Diseases. St. Paul, Minnesota, APS Press, pp. 40-42.

36. SICA, www.sica.gog.ec

37. www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/bio-logs-map

38. www.icanet.org

XI. ANEXOS

ANEXO No. 01. Incubación y crecimiento de micelio de *Trichoderma harzianum*.



Cámara de flujo laminar (Siembra de *Trichoderma Harzianum*)



Incubación de *Trichoderma Harzianum* en la estufa a 25 °C

ANEXO No. 02. Escala para la estimación de tizón en el follaje de papa

Infección (%)	Síntomas
0	No hay síntomas visibles
0.1 – 1	Pocas plantas afectadas, no mas de dos lesiones en un radio de 10 metros o en una hilera de la misma longitud
3	Hasta 10 lesiones pequeñas por planta
5	De 30 a 50 manchas pequeñas por planta o 1 de cada 20 foliolos con síntomas
25	Casi todos los foliolos con alguna lesión. Las plantas tiene forma normal, con aspecto verdoso aunque todas están afectadas y empiezan a oler a tizón
50	Todas las plantas están afectadas y cerca de la mitad del follaje ha sido destruido; el campo aparece moteadote verde y café
75	Tres cuartas partes de cada planta están destruidas por el tizón. El follaje no es ni del todo café ni del todo verde. La mayoría de las veces las hojas inferiores se han podrido completamente y aparecen algunas hojas verdes en el tope. El cultivo a perdido densidad y esta mas abierto.
95	Solo algunos pocos foliolos verdes. Los tallos generalmente están verdes. El aspecto del campo es predominantemente café.
100	Tallos y hojas muertos.

FUENTE: Pumisacho y Sherwood (2002)

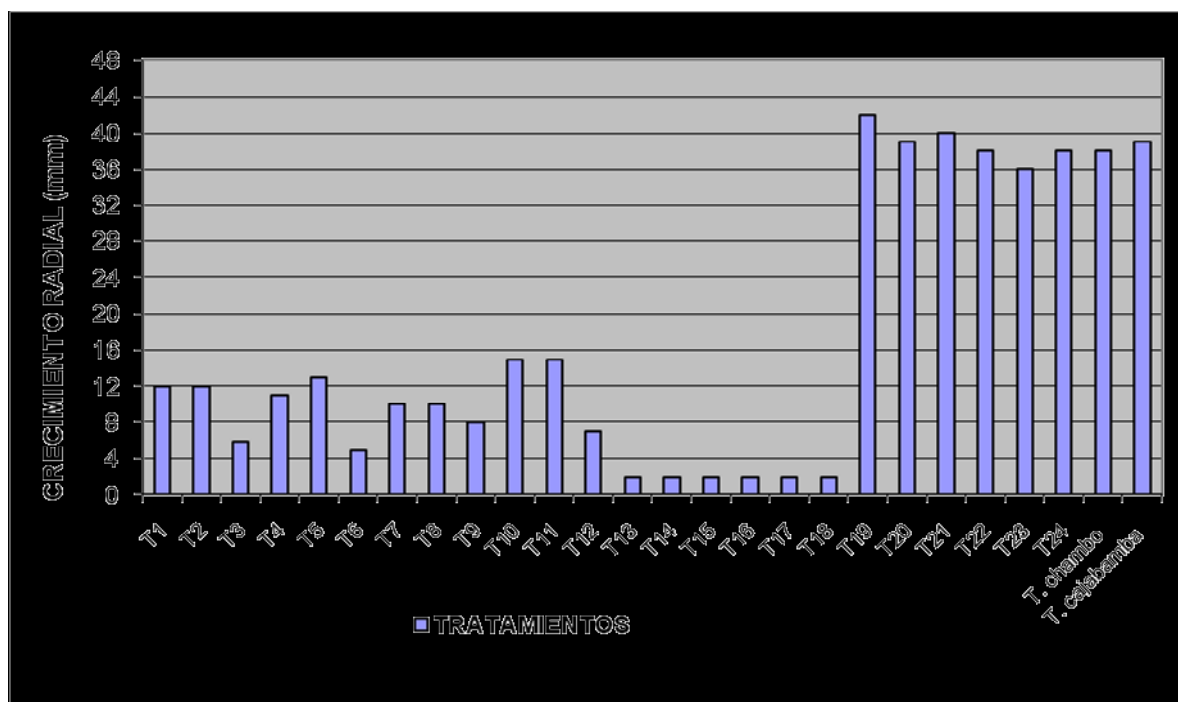
ANEXO No. 03. Crecimiento radial de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado con cuatro tipos de fosfonatos en tres dosis, desde las 00 hasta las 144 horas.

TRAT.	TIEMPO (HORAS)						
	00	24	48	72	96	120	144
T1	2	8	12	14	15	16	17
T2	2	12	12	14	16	16	16
T3	2	4	6	8	10	11	11
T4	2	10	11	13	13	14	14
T5	2	11	13	15	16	18	19
T6	2	4	5	7	8	10	13
T7	2	9	10	12	12	13	13
T8	2	8	10	11	11	11	12
T9	2	7	8	8,3	9	9	9
T10	2	12	15	16	16	17	18
T11	2	13	15	16	16	17	17
T12	2	7	7	9	10	10	10
T13	2	2	2	2	3	3	4
T14	2	2	2	2	3	3	5
T15	2	2	2	2	2	3	3
T16	2	2	2	2	2	2	2
T17	2	2	2	2	3	3	3
T18	2	2	2	2	2	2	2
T19	2	18	42	45	45	45	45
T20	2	17	39	43	44	44	45
T21	2	21	40	43	43	45	45
T22	2	24	38	43	44	45	45
T23	2	24	36	44	45	45	45
T24	2	22	38	45	45	45	45
<i>T. chambo</i>	2	17	38	42	43	44	44
T. Cajabamba	2	20	39	42	43	44	44

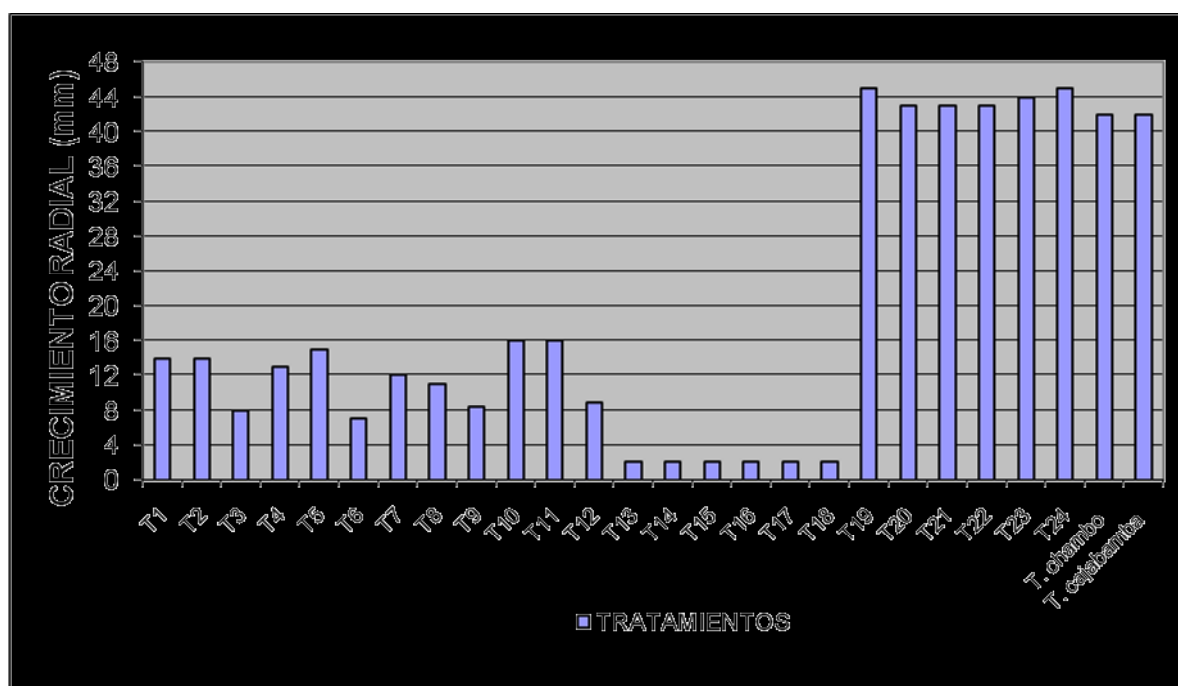
ANEXO No. 04. Siembra de papas variedad Gabriela en fundas de polietileno.



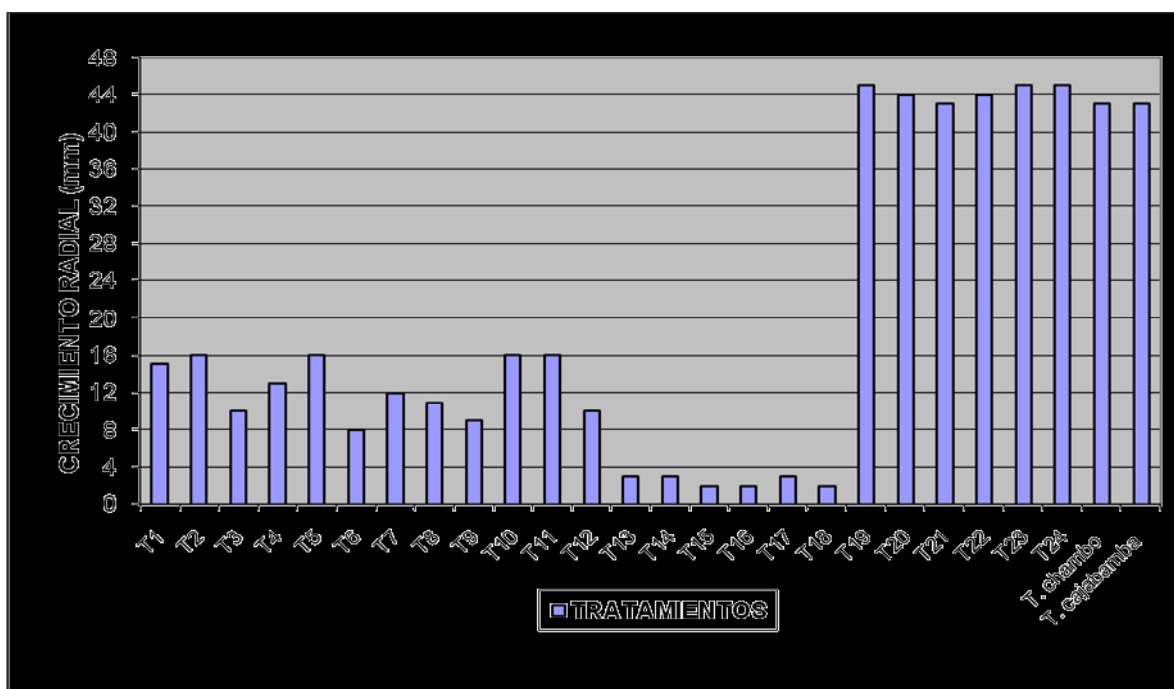
ANEXO No. 05. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 48 horas.



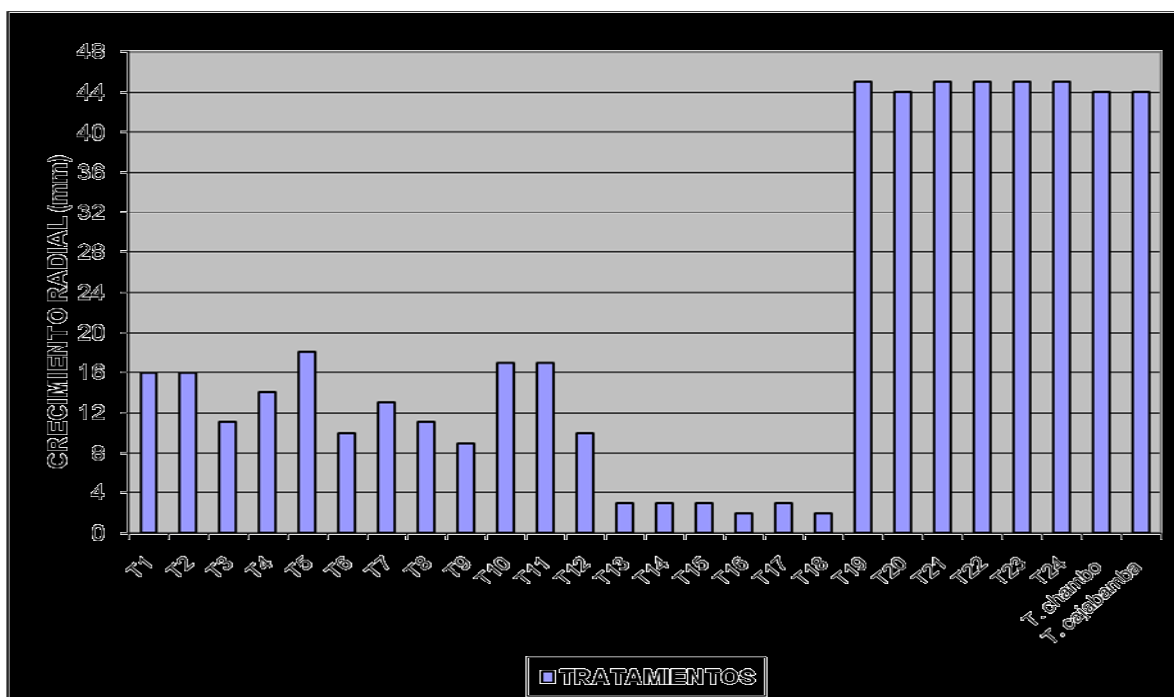
ANEXO No. 06. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 72 horas.



ANEXO No. 07. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 96 horas.



ANEXO No. 8. Ritmo de crecimiento radial de *Trichoderma harzianum*, frente a la presencia de los cuatro fosfonatos en tres dosis, a las 120 horas.



ANEXO No. 9. Datos del cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) de los diferentes tratamientos en estudio.

TRAT./REP.	R1	R2	R3	R4
T1	271	278	281	271
T2	296	302	310	301
T5	238	248	257	250
T10	321	337	332	342
T11	260	264	265	268
T19	217	232	222	239
T20	258	273	267	271
T21	228	253	254	254
T22	211	220	231	251
T23	273	277	264	294
T24	259	265	274	278
Tq	96	108	104	102
T0	449	479	478	458

ANEXO No. 10. Análisis de varianza para el crecimiento de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado a las 24 horas

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.
TRATAMIENTOS	23	5049.46	219.542	269.11**	0.00
REPETICIONES	3	6.208	2.069	25.366	0.0638
FACTOR A	1	187.042	187.042	2.292.679	0.00
FACTOR B	3	2.606.875	868.958	10.651.332	0.00
AB	3	1.850.208	616.736	7.559.697	0.00
FACTOR C	2	123.396	61.698	756.268	0.00
AC	2	171.271	85.635	1.049.684	0.00
BC	6	91.438	15.240	188.801	0.00
ABC	6	19.229	3.205	39.284**	0.002
Error	69	56.292	0,816		
TOTAL	95	5.111.958			
COEFICIENTE DE VARIACION		9,01 %			
MEDIA		10.021			

ANEXO No. 11. Análisis de varianza para el crecimiento de *Trichoderma harzianum* en medio envenenado a las 144 horas.

FUENTE DE VARIACION	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	PROB.
TRATAMIENTOS	23	23297.66	1.043.376	1712.00	0.00
REPETICIONES	3	3.198	1.066	1,7491	0,1651
FACTOR A	1	2.350.260	2.350.260	3856,3599	0,000
FACTOR B	3	9.680.115	3.226.705	5294,4496	0,000
AB	3	11.638.281	3.879	6365,4508	0,000
FACTOR C	2	152.063	76,031	124,7538	0,000
AC	2	94.521	47,260	77,5459	0,000
BC	6	42.104	7,017	11,5142	0,000
ABC	6	40.313	6,719	11,0243**	0,000
Error	69	42.052	0,609		
TOTAL	95	24.042.906			
COEFICIENTE DE VARIACION		4,12 %			
MEDIA		18,969			

ANEXO No. 12. Lecturas del porcentaje de severidad de *Phytophthora infestans* en plantas de papa.

A 2 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	6	5	4	7	8	3	6	4	3	8	6	2	9
R2	7	6	6	9	6	5	5	6	5	6	6	3	7
R3	9	8	7	8	4	6	7	7	5	5	7	2	6
R4	5	9	4	9	5	4	6	4	6	7	8	1	7
PROM.	6,75	7	5,25	8,25	5,75	4,5	6	5,25	4,75	6,5	6,75	2	7,25

A 4 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	12	12	9	12	10	6	13	11	6	11	12	4	12
R2	12	11	11	14	11	9	10	9	7	14	13	5	15
R3	13	13	11	15	13	11	14	12	8	12	10	7	14
R4	10	14	13	15	12	9	12	10	9	13	11	5	13
PROM.	11,75	12,5	11	14	11,5	8,75	12,25	10,5	7,5	12,5	11,5	5,25	13,5

A 6 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	16	17	13	20	15	11	14	12	13	17	15	8	29
R2	17	19	14	21	17	13	19	17	12	16	16	9	33
R3	15	20	16	20	14	12	16	16	13	18	19	10	35
R4	16	18	17	22	18	15	17	14	16	21	21	9	31
PROM.	16	18,5	15	20,75	16	12,75	16,5	14,75	13,5	18	17,75	9	32

A 8 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	27	31	25	36	30	21	27	22	21	31	26	12	53
R2	29	34	23	38	27	23	30	26	22	29	27	13	57
R3	31	32	26	36	30	20	26	25	24	26	28	11	54
R4	29	31	22	37	31	25	28	27	26	31	28	12	55
PROM.	29	32	24	36,75	29,5	22,25	27,75	25	23,25	29,25	27,25	12	54,75

A 10 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	43	48	37	50	39	37	39	37	36	40	41	14	78
R2	41	45	39	54	40	39	43	40	37	42	42	16	81
R3	40	49	40	51	43	35	40	40	39	41	44	15	83
R4	44	45	36	52	38	39	43	42	41	44	43	16	79
PROM.	42	46,75	38	51,75	40	37,5	41,25	39,75	38,25	41,75	42,5	15,25	80,25

A 12 días de la inoculación

REP.	T1	T2	T5	T10	T11	T19	T20	T21	T22	T23	T24	Tq	T0
R1	69	75	66	78	64	64	66	60	56	67	65	18	96
R2	73	78	68	74	68	59	64	63	59	69	63	19	100
R3	74	74	64	80	61	60	68	61	58	65	65	16	100
R4	68	76	70	81	65	59	65	64	61	69	64	17	95
PROM.	71	75,75	67	78,25	64,5	60,5	65,75	62	58,5	67,5	64,25	17,5	97,75