

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA



**“USO DE FOSFITO COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA A
Phytophthora cinnamomi RANDES EN PALTO VARIEDAD HASS EN
HUARAL”.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

LUIS EDWING ROJAS MANRIQUE

HUACHO-PERÚ

2020

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**“USO DE FOSFITO COMO INDUCTOR DE RESISTENCIA A
Phytophthora cinnamomi RANDS EN PALTO VARIEDAD HASS EN
HUARAL”.**

Sustentado y aprobado ante el Jurado evaluador

Dr. Palomares Anselmo, Edison Goethe

PRESIDENTE

Mg. Sc. Mendoza Nieto, Eroncio

SECRETARIO

Dr. Sánchez Calle, Marco Tulio

VOCAL

Dra. Utia Pinedo, María del Rosario

ASESOR

HUACHO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Esta investigación dedico a mi esposa y a mis hijos y a mi señora madre por el apoyo brindado durante mi permanencia en la Universidad.

Rojas Manrique, Luis Edwing

AGRADECIMIENTO

Agradezco en especial a Dios, a mis profesores por la enseñanza impartida durante mi proceso de aprendizaje y agradecer a la Dra. Utia Pinedo Rosario por el asesoramiento brindado durante el desarrollo de la investigación.

Rojas Manrique, Luis Edwing

INDICE

	Pag.
Carátula	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I: DESCRIPCION DE LA PROBLEMÁTICA	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Descripción del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.3.1. Problema General	2
1.3.2. Problemas Específicos	3
1.4. Objetivos de la investigación	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	3
1.6. Delimitaciones del estudio	4
1.7. Viabilidad del estudio	4
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO	5
2.1 Antecedentes de la investigación	5
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1. Origen del palto	8
2.2.3 Descripción botánica	8
2.2.4 Fenología del cultivo	8
2.2.5 Requerimiento de suelo	13
2.2.6 Requerimiento de clima	13
2.2.7 Generalidades del <i>Phytophthora cinnamomi</i>	19
2.2.6 Medidas de control	14
2.3 Definiciones conceptuales	24
2.4 Formulación de hipótesis	26
2.4.1. Hipótesis general	26

2.4.2. Hipótesis específicas	26
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	27
3.1 Ubicación del trabajo de investigación	27
3.2 Descripción de los instrumentos y materiales usados en la investigación	27
3.3 Diseño metodológico	27
3.1.1 Tipo	27
3.1.2 Enfoque	27
3.4 Población y muestra	28
3.5 Operacionalización de variables e indicadores	31
3.6 Determinación de variables	31
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.7.1 Técnicas a emplear	32
3.7.2 Descripción de los instrumentos	32
3.8. Técnicas para el procesamiento de la información	37
3.8.1 Diseño estadístico	37
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	39
4.1 Peso fresco de la raíz en palto variedad Hass	39
4.2 Peso seco de la raíz en palto variedad Hass	40
4.3 Porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass	42
4.4 Porcentaje de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en palto variedad Hass	43
4.5 Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la <i>P. cinnamomi</i> en palto	45
4.6 Rendimiento de palto variedad Hass	48
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
CAPÍTULO VII: ANEXOS	60
ANEXO 1. Matriz de consistencia	61
ANEXO 2. Peso seco de la raíz en palto variedad Hass	62
ANEXO 3. Peso seco de la raíz en palto variedad Hass	62
ANEXO 4. Porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass	62
ANEXO 5. Porcentaje de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en palto variedad Hass	63
ANEXO 6. Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la <i>P. cinnamomi</i> en palto	63
ANEXO 7. Rendimiento de palto variedad Hass	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro de Operacionalización de variables	26
Tabla 2. Escala de severidad.....	29
Tabla 3. Porcentaje del daño a la raíz.....	29
Tabla 4. Análisis de varianza.....	32
Tabla 5. Análisis de varianza para el peso fresco de la raíz en palto variedad Hass.....	33
Tabla 6. Comparación de medias para el peso fresco de la raíz en palto variedad Hass.....	34
Tabla 7. Análisis de varianza para el peso seco de la raíz en palto variedad Hass	34
Tabla 8. Comparación de medias para el peso seco de la raíz en palto variedad Hass	35
Tabla 9. Análisis de varianza para el porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass	36
Tabla 10. Comparación de medias para el porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass	36
Tabla 11. Análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en palto variedad Hass	37
Tabla 12. Comparación de medias para el porcentaje de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en palto variedad Hass	38
Tabla 13. Análisis de varianza para la eficacia de los fosfitos aplicados en palto variedad Hass	39
Tabla 14. Comparación de medias para la eficacia de los fosfitos aplicados en palto variedad Hass.....	39
Tabla 15. Análisis de varianza para el rendimiento de palto variedad Hass	40
Tabla 16. Comparación de medias para el rendimiento de palto variedad Hass	41
Tabla 17. Matriz de consistencia	53
Tabla 18. Peso fresco de la raíz en palto variedad Hass.....	54
Tabla 19. Peso seco de la raíz en palto variedad Hass	54
Tabla 20. Porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass.....	55
Tabla 21. Porcentaje de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en palto variedad Hass ..	55
Tabla 22. Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la <i>P. cinnamomi</i> en palto	55
Tabla 23. Rendimiento de palto variedad Hass (ton/ha)	56

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Comportamiento del fosfito como respuesta de inductor de resistencia en la entrada del hongo (Achary et al., 2017).	18
Figura 2. Croquis de la distribución espacial de los tratamientos	24
Figura 3. Peso fresco y seco de la raíz en palto variedad Hass	35
Figura 4. Porcentaje de daño a la raíz y porcentaje de incidencia de <i>P. cinnamomi</i> en palto.	38
Figura 5. Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la <i>P. cinnamomi</i> en palto variedad Hass.....	40
Figura 6. Rendimiento de palto variedad Hass.....	41
Figura 7. Trabajos realizados en el campo de palto en huaral.....	57

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral. **Métodos:** El experimento se desarrolló en la parcela Cruz de los reyes en Huaral, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar con 5 tratamientos (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control, fosfito de potasio al 0,3%, fosfito de calcio al 0,3%, fosfito de magnesio al 0,2% y un testigo sin inocular) y 4 repeticiones, para la comparación de promedios de los tratamientos se usó el análisis de Tukey al 5%. Las variables evaluadas fueron peso fresco y seco de la raíz, porcentaje de daño de la raíz, porcentaje de incidencia de la enfermedad y el rendimiento (t/ha). **Resultados:** Los resultados del presente estudio indican que el tratamiento T3 (fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha) reportó mayor peso fresco y mayor peso seco de raíz con 83,9 g planta⁻¹ y 35,3 g planta⁻¹, seguido del tratamiento T1 (fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha) con 75,1 g planta⁻¹ de peso fresco y 31,7 g planta⁻¹ de peso seco. Con respecto al porcentaje del daño a la raíz el fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha presentó menos daño a la raíz con una escala de 1.8 clasificada como regular a buena calidad de raíz, superior numéricamente al fosfito de calcio a una dosis de 0,3% (2,3 clasificada como regular a buena calidad de la raíz). El porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi*, el T3 obtuvo menor incidencia con 23%. En cuanto a la eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* el Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha presentó la mayor eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* con 78% superior numéricamente al T1 con 70% de eficacia. Asimismo, fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha presentó el mayor rendimiento de palto variedad Hass, con 21,1 ton/ha, superior numéricamente al tratamiento con fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha, quien obtuvo 18,6 ton/ha. **Conclusión:** El tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha) fue el más eficaz de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* con 78% de eficacia en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.

Palabras claves: Calcio, eficacia, fosfito, incidencia, peso fresco, peso seco, potasio.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of the application of phosphite as an inducer of resistance to *Phytophthora cinnamomi* Rands in avocado Hass variety under the edaphoclimatic conditions of Huaral. **Methods:** The experiment was carried out in the Cruz de los Reyes plot in Huaral, the completely randomized block design was used with 5 treatments (Control inoculated with uncontrolled *P. cinnamomi*, 0.3% potassium phosphite, 0.3% calcium phosphite %, 0.2% magnesium phosphite and an uninoculated control) and 4 repetitions, a 5% Tukey analysis was used for the comparison of treatment averages. The variables evaluated were fresh and dry root weight, percentage of root damage, percentage of disease incidence and yield (t/ha). **Results:** The results of the present study indicate that the T3 treatment (potassium phosphite at a dose of 0.3%/ha) reported greater fresh weight and greater dry root weight with 83.9 g plant⁻¹ and 35.3 g plant⁻¹, followed by T1 treatment (calcium phosphite at a dose of 0.3% / ha) with 75.1 g plant⁻¹ fresh weight and 31.7 g plant⁻¹ dry weight. Regarding the percentage of root damage, potassium phosphite at a dose of 0.3% / ha has less damage to the root with a scale of 1.8 classified as regular at good root quality, numerically superior to calcium phosphite at a dose 0.3% (2.3 classified as regular at good root quality). The percentage of incidence of *P. cinnamomi*, T3 obtained a lower incidence with 23%. Regarding the effectiveness of the phosphites applied to control *P. cinnamomi*, the potassium phosphite at a dose of 0.3%/has presented the highest efficiency of the phosphites applied to control *P. cinnamomi* with 78% numerically higher than T1 with 70 % efficiency Likewise, potassium phosphite at a dose of 0.3%/ha has the highest yield of Hass variety avocado, with 21.1 ton/ha, numerically superior to calcium phosphite treatment at a dose of 0.3%/ha, who obtained 18.6 ton/he has. **Conclusion:** The T3 treatment (Potassium Phosphite at a dose of 0.3%/ha) was the most effective of the phosphites applied to control *P. cinnamomi* with 78% efficiency in Hass variety avocado under Huaral edaphoclimatic conditions.

Keywords: Calcium, efficacy, phosphite, incidence, fresh weight, dry weight, potassium.

INTRODUCCIÓN

Muchos de los cultivos agrícolas tienen sus propias enfermedades que ocasionan grandes pérdidas en la agricultura, de igual forma el árbol del palto tiene enfermedades que le atacan limitando su rendimiento. *Phytophthora cinnamomi* es un agente causal de la pudrición radicular del palto y que se va expandiendo a las áreas productoras del mundo.

El control se realizado por años con el fungicida químico sistémico Fosetyl al 80%, pero su costo es muy alto y surgieron dificultades para su uso (SENASA, 2017). Asimismo, Yañez et al. (2017) mencionan que el uso indiscriminado de pesticidas sintéticos en la agricultura, va generar problemas de contaminación ambiental, salud pública, disminución de la biodiversidad en los agroecosistemas y desarrollo de organismos fitopatógenos con resistencia, es importante mencionar que los mercados son más exigente con respecto a la calidad de productos inocuos y provengan de procesos con bajo impacto ambiental.

Últimamente se recomienda los inductores de autodefensas, formulado a base fosfitos, que además de ser fungicida para el control de *Phytophthora*, es un fertilizante de buena calidad por lo que se logra un doble efecto en el cultivo (SENASA, 2017). “Los fosfitos son compuestos derivados del ácido fosforoso empleados como alternativa para el control de organismos fitoparásitos y su eficacia se ha probado contra protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos”. (Yañez et al., 2017).

Por esa razón, el uso de los diferentes fosfitos para evaluar el control de *Phytophthora cinnamomi* es fundamental y se considera que es uno de los métodos más seguros para su control, sin embargo, no se ha seleccionado el producto en base de fosfito que actúe mejor en dicho control. Es así, que en la provincia de Huaral los productores de palto tienen el problema para controlar *Phytophthora cinnamomi*, siendo necesario evaluar los productos en base de fosfito como inductor a la resistencia de dicho hongo en el cultivo de palto de la variedad Hass, por lo que se formula los siguientes problemas.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Phytophthora cinnamomi Rands es un oomiceto que provoca la enfermedad de la pudrición radicular, el cual es la enfermedad más importante del palto (*Persea americana* Mill.), ya que provoca un marchitamiento progresivo y por último muerte del árbol de palto (Toapanta et al., 2016). Este es un oomiceto del suelo, intensifica su agresividad en las raíces cuando el terreno es húmedo, con poca oxigenación y con temperaturas entre 25° a 30 °C (Luis, 2015).

La muerte progresiva es ocasionada en las raíces absorbentes del palto y es común encontrar el suelo húmedo, debido a que las raíces del palto son incapaces de captar el agua cuando se realiza el riego generando así un anegamiento y en consecuencia provoca asfixia al árbol siendo un ambiente favorable para el desarrollo de este fitopatógeno (Opazo, 2000). Entre los principales síntomas, tenemos la pudrición de raicillas, decaimiento del follaje, hojas cloróticas, defoliación y muerte de las ramas y baja calidad y cantidad de frutos (Cervera et al., 2007).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Qué efecto causará la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál será el producto en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass en Huaral?
- ¿Qué efecto tendrá la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.

1.3.2 Objetivo específico

- Evaluar el producto en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass en Huaral.
- Evaluar el efecto de la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.

1.4 Justificación de la investigación

Phytophthora cinnamomi es el oomiceto que genera la pudrición de la raíz del palto el cual es un problema en la producción de palto. En todas las variedades de palto, este patógeno ataca las raíces absorbentes, lo que puede ocasionar la muerte del árbol (Eskalen, 2017). Siendo necesario estrategias para mitigar dichos problemas, por lo que se ha demostrado que el fosfito en las raíces inhibe directamente la *Phytophthora*, y además estimula los mecanismos de defensa en las plantas, esta estimulación da una respuesta de defensa y es probablemente mucho más importante, ya que el fosfito en sí se diluye cuando llega a todas las raíces absorbentes (Eskalen, 2017).

1.5 Delimitaciones del estudio

La presente tesis se realizó en la parcela ubicada en Cruz de los reyes el cual está ubicado en la provincia de Huaral, Departamento de Lima, geográficamente se encuentra a una altitud de 238 m.s.n.m, latitud sur 11°29'42.78"S y longitud oeste 77°10'25.44"O. El análisis de la investigación se inició en el mes de enero y culminando en el mes de abril de 2019.

1.6 Viabilidad del estudio

La presente tesis es viable debido a que el proyecto se realizó disponiendo de recursos económicos de los productores de palto cumpliendo con los gastos en campo y en laboratorio, además de Recursos académicos que se tomó como información para el correcto modo de ejecución de los procedimientos metodológicos en laboratorio y en campo y con recursos humanos siendo los mismos productores de palto los que apoyaron con la ejecución del proyecto en campo.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Cervera et al. (2007) en su investigación evaluó la acción del fosfito cálcico, potásico y magnésico en el control de *phytophthora cinnamomi* en paltos variedad Hass, tuvieron como resultados que con las aplicaciones de fosfitos mejoran el rendimiento agronómicas en cuanto a número de hojas, rendimiento fotosintético y densidad radicular en plantas de paltos inoculadas con *Phytophthora*. Además, mencionan que positivamente realiza el control de *Phytophthora cinnamoni* con la aplicación foliar de fosfitos, así también, destaca la mejora de las variables agronómicas, destacan los fosfitos de potasio y calcio.

Hardy et al. (2001) evaluando el fosfito como fungicida para controlar el patógeno *Phytophthora cinnamomi*, indican que el fosfito tiene otros efectos que incluyen fitotoxicidad, anormalidades del crecimiento, capacidad reproductiva reducida y una gran diferencia en los niveles de control de *P. cinnamomi* entre las especies de plantas, es evidente que se debe adoptar un enfoque equilibrado cuando se usa fosfito para el manejo de *P. cinnamomi*, en los ecosistemas naturales, es necesario tener en cuenta los efectos beneficiosos y perjudiciales del fosfito y la posible pérdida de especies de plantas si no se utiliza el fungicida.

Ali et al. (1998) fosfonato de potasio en la podredumbre de la raíz de *Pinus radiata* causada por *Phytophthora cinnamomi* el inóculo se usó posteriormente para evaluar la capacidad del fosfonato de potasio para proteger las plántulas de pino contra el marchitamiento y la pudrición de la raíz causada por *P. cinnamomi*, se usó tres concentraciones de fosfonato de potasio (0,1, 1 y 5 g / L), aplicadas como un rociador foliar, en cada concentración, las manchas de suelo fueron más efectivas que las pulverizaciones foliares para retrasar y suprimir los síntomas de muerte en plantas cultivadas en contenedores, las aplicaciones de fosfonato fueron más efectivas en la mezcla de arena/turba que en la arena de río lavada. Las fumigaciones foliares de fosfonato de potasio a una tasa de 5,0 g / L fueron fitotóxicas, causando quemaduras de hojas y muerte temporal de ramas.

Alberton et al. (2009) usaron experimentos de campo y de laboratorio para determinar la efectividad del fosfonato de potasio para el control de *Phytophthora cinnamomi*, el fosfonato de potasio (del ácido fosfónico neutralizado con hidróxido de potasio) se roció a mano sobre la vegetación nativa en los sitios de campo en Anglesea, Victoria, concentraciones de fosfonato de potasio de 6 g/L controlaron el progreso de la enfermedad en plantas de *Xanthorrhoea australis* que mostraron las etapas iniciales de disminución de la infección. Las plantas que mostraron síntomas graves de enfermedad, incluido el follaje marrón, murieron independientemente del tratamiento con fosfonato de potasio, los análisis de laboratorio de aislados de *P. cinnamomi* en los sitios de campo mostraron una inhibición del crecimiento de hifas en concentraciones de fosfonato de potasio ≥ 1 g/L. Cuando se usa en concentraciones apropiadas, el fosfonato de potasio tiene el potencial de controlar *P. cinnamomi*.

Yáñez et al. (2017) indica que los fosfitos son compuestos eficaces para el control de protozoarios, oomycetes, hongos, bacterias y nematodos fitoparásitos, pero es menos eficaz comparado con los fungicidas convencionales sintetizados. Para resolver los problemas fitopatológicos están en relación con: organismo problema, planta hospedante e ion unido al fosfito, por su eficiente translocación en tejido vegetal, se pueden suministrar al follaje, tallos, raíces o frutos, siendo los mecanismos de acción que compromete los efectos profilácticos de los fosfitos son diversos e incluyen la estimulación de los mecanismos de defensa bioquímica y estructural en las plantas.

Lovatt y Mikkelsen, (2006) demostró que las respuestas bioquímicas, así como el crecimiento normal de las plantas, se restauraron después de la aplicación de fosfito de potasio, también señalaron que la aplicación foliar de fosfito en la agricultura mejora el cuajado y el rendimiento del fruto del palto.

Opazo (2000) evaluando la respuesta de árboles afectados por *P. cinnamomi* con la aplicación de fosfito potásico como inyección o pintura al tronco utilizaron 45 árboles de palto variedad Hass de 10 años de edad, en tres niveles de decaimiento causado por *P. cinnamomi* (enfermo, regular y sano), todos recibieron dos aplicaciones de fosfito potásico al 18% como inyección al tronco (20 ml por metro lineal de diámetro de canopia), 5 fueron tratados con el mismo producto aplicado como pintura al tronco y los 5 restantes no recibieron aplicación alguna.

Opazo (2000) demostró que los resultados de los árboles enfermos inyectados tuvieron el mayor incremento en el número de brotes dentro de su nivel, a su vez, quedó en evidencia que la aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no mejoró la densidad de brotes de los árboles enfermos y regulares tratados, el producto inyectado logró recuperar completamente la calidad y densidad de raíces de árboles regulares y parcialmente la de árboles enfermos, mientras que la aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no mostró ventajas respecto a los árboles que no fueron sometidos a ninguna aplicación.

Velandia et al. (2012) durante su estudio mencionan que la aplicación de fosfito (5 m L^{-1}) alternada con una de fungicida (2 g L^{-1}), los resultados fueron altamente significativos en el control de la incidencia y severidad de *P. cinamomi* destructor y diferencias significativas en el peso de los bulbos de primera (28,1 y 27,9 t ha⁻¹) y peso total de bulbos (55,5 y 52,1 t ha⁻¹), representando en relación al testigo, un incremento de 200 y 196% en el peso de los bulbos de primera y de 55 y 45,7% en el peso total de bulbos, respectivamente. La conclusión fue que con el fosfito de potasio se reduce la aplicación de fungicidas y ello es una alternativa viable para el manejo ecológico de *P. cinamomi* destructor en la producción de cebolla de bulbo.

2.2 Bases teóricas

2.2.1. Origen del palto

Es importante conocer el origen del palto que fue en México de donde se amplifica a las Antillas y la parte norte de América del sur, y existente en el Perú precolombino que fue llamado con el nombre de palta. (Huachaca, 2012).

2.2.2 Aspectos botánicos

2.2.2.1 Taxonomía

Purihuamán (2014) señala la siguiente clasificación botánica:

Reino: Plantae
División: Spermatophyta
Subdivisión: Angiosperma
Clase: Dicotyledoneae
Subclase: Dipetala
Orden: Ranales
Familia: Lauraceae
Subfamilia: Lauroideae
Tribu: Persea
Género: Persea
Especie: americana

2.2.2.2 Variedad Hass

Menciona Luis (2015):

El palto de variedad Hass fue desarrollada en California por Rudolph G. Hass, es actualmente la variedad más cultivado y comercial en el mundo, debido a su alto nivel de productividad y excelente calidad de pulpa, pudiendo permanecer la fruta un tiempo prolongado en la planta, sin sufrir cambios en su calidad, la cáscara gruesa le permite tolerar bastante bien el transporte a largas distancias, sin embargo, en algunos lugares se informa de su alternancia en producción de un año para el otro.

En el Perú la producción, de la palta Hass se ha incrementado años tras año, respecto al año 2000 la producción en el 2012 ha crecido en 156%, siendo las principales zonas productoras de palta los departamentos: Lima, La Libertad, Junín e Ica (Guillén, 2016).

2.2.2.3 Morfología

Luis (2015) menciona que la fruta es de excelente calidad, su pulpa carece de fibras y puede llegar a tener la madurez de 20 a 22 % de aceite; la cosecha se inicia cuando el contenido de aceite es de 11 a 12 %, asimismo señala que aunque el exterior de la cáscara no ha cambiado de coloración, la fruta puede seguir en la planta, luego de iniciada la cosecha hasta 6-8 meses sin perder sus buenas características.

2.2.2.4 La raíz

Las raíces son superficiales se caracterizan por tener bajo contenido de pelos radiculares y la absorción de agua y nutrientes se realiza en los ápices radiculares o puntas de las raíces y esto causa la susceptibilidad que posee el árbol al exceso de humedad que induce a las asfixias y ataques de hongos (Scribd, 2014 citado por Purihuamán, 2014).

2.2.2.5 La tallo

Purihuaman (2014) Señala que el tallo es leñoso posee un crecimiento vegetativo y de aproximadamente de 20 a 25 m de altura y en un diámetro de 1.5 metros cuando tiene una edad de 50 años, las ramas son abundantes, generalmente delgadas y frágiles, esto hace que se rompa al momento de la carga de fruta y viento fuertes.

2.2.2.6 Hoja

Alcaraz (2009) señala “Las hojas en estado juvenil son enteras, pubescentes y rojizas adoptando posteriormente una forma coriácea, lisa y de tonalidad verde oscuro”.

2.2.2.7 Inflorescencia

“Las inflorescencias son indeterminadas, que continúan con el crecimiento vegetativo del árbol, determinadas, que terminan en una yema floral que no continuará el crecimiento vegetativo y los primordios florales se encuentran en yemas terminales, apareciendo en primavera-verano” (Davenport, 1982 citado por Alcaraz, 2009).

2.2.2.8 Flor

Según Alcaraz, (2009):

Las flores son hermafroditas, actinomorfas, y aparecen agrupadas en panículas axilares o terminales; son flores pequeñas de color verde amarillento y pubescente, el cáliz está compuesto por seis tépalos unidos en la base, cada flor consta de un perigonio con dos verticilos trímeros, 12 estambres insertos debajo o alrededor del ovario, de los cuales sólo 9 son funcionales, repartidos en 4 verticilos con tres miembros por verticilo que se dividen en exteriores (sin nectarios) e interiores. Asimismo las flores presentan un pistilo único con un ovario súpero, unilocular que contiene un único óvulo y el estigma es lobulado y el estilo es delgado (Bergh, 1969 citado por Alcaraz, 2009).

2.2.2.9 Fruto

Según Huachaca (2012):

Los frutos de la palta son de forma oval piriforme, tamaño mediano (200 a 300 gr.), excelente calidad, cambia del verde al púrpura conforme madura, la semilla es de tamaño pequeño, forma esférica y adherida a la pulpa, el fruto puede mantenerse en el árbol durante un buen tiempo después de la madurez, sin perder su calidad; por último el árbol de palto es muy sensible al frío y de elevada productividad.

2.2.3 Periodo vegetativo

El palto tiene un largo periodo de crecimiento en el total del ciclo anual, el cual puede ser de 8 a 10 meses, algunos tipos de palto en condiciones ambientales favorables crecen interrumpidamente, es decir que no tiene un periodo de reposo y está en constante actividad vegetativa (Purihuamán, 2014).

Según Purihuamán (2014):

La fenología del palto varía de un lugar a otro en cuanto al inicio y duración de las etapas fenológicas, iniciándose con la floración, la etapa fenológica de floración del palto en nuestro país inicia en el mes de mayo y culmina en el mes de octubre con una duración de 140 días, en el norte del Perú se da entre los meses de octubre y mayo, acelerando su crecimiento entre los meses de verano. La etapa de Brotación inicia desde junio hasta la quincena de abril, para la etapa de la floración inicia la quincena de mayo y termina en octubre, la caída de frutos consta entre los meses de agosto y enero, el crecimiento de las raíces inicia desde la quincena de agosto hasta la quincena de abril.

2.2.3.1 Floración

Hernandez (2011) indica que por lo general el desarrollo de las inflorescencias del aguacate ocurre en las ramas de madera de un año de edad, aunque en los brotes del mismo año también. De ahí la importancia del cuidado de las podas en cuidar o mantener las ramas secundarias ya que es donde se encuentran las fructíferas, eliminando las ramas chupones. Se han determinado 5 estados fenológicos para la floración: A, B, C, D, y E.

2.2.3.2 Fructificación

Al culminar la floración se produce la fecundación y las primeras divisiones celulares que le siguen; en este momento el fruto alcanza el estado fenológico del cuajado, de aquí en adelante comienza el desarrollo del fruto, el cual termina con la madurez del mismo. Larios et al (2007) citado por Hernández (2011) menciona que el fruto pasa por tres etapas distintas de desarrollo: a) multiplicación celular b) aumento de volumen celular c) maduración.

2.2.4 Características climáticas

Las excelentes condiciones ecológicas que posee la costa, sierra y selva ha permitido al palto fructificar y eso hace que sea considerado actualmente como uno de los frutales de mayor importancia, y así se viene incrementando a través de los años áreas de cultivos de esta planta, que es considerado como uno de los cultivos con características económicas de importancia generando un gran entusiasmo por parte de los fruticulturas de la zona, que lo vean como un cultivo de exportación (Campos, 2015).

“Una radiación intensa ocasiona el quemado de la superficie del frutos, causa daño en plantas con deficiencias nutricionales de potasio, exceso de humedad perjudica a la planta por la proliferación de patógenos en ramas, tallos, hojas, inflorescencias y frutos”. (Huachaca, 2012).

Según Huachaca (2012) con respecto al clima hay que tener en cuenta cuatro variables:

Temperatura, luminosidad, humedad y vientos, asimismo, las variedades de la raza mexicana son los más tolerantes a bajas temperaturas del invierno en cambio la temperatura mínima crítica para el cuajado de frutos en la variedad “Fuerte” está alrededor de 13.5 °C, las zonas productoras de paltas poseen temperaturas promedio anuales entre 15 °C y 25 °C, las temperaturas altas, que bordean los 40 °C, acompañadas con vientos calurosos resulta adversa para el cuajado de frutos, el palto requiere de una adecuada luminosidad para lograr una apropiada diferenciación floral y para estimular la actividad de los agentes polinizadores.

Campos (2015) Es importante mencionar que la temperatura optima es de 20 a 25°C con dichas temperatura presenta una buena fecundación y cuajado.

Asimismo menciona Campos (2015) en cuanto al viento, este factor importante para el crecimiento de los paltos en sus primeros años si los vientos son fuerte puede producir doblamiento, problemas en la conducción, deformación estructural, sombreadamiento y muerte de yemas. Como también hay que tener en cuenta que el viento produce un aumento en la demanda hídrica de las plantas.

Campos (2015). Indica “que el agua hay que saber la cantidad de recurso hídrico que cuenta para el establecimiento del palto. Es importante considerar los requerimientos hídricos de la especie en plena producción fluctúan entre 8 000 a 10 000 m³/ hectárea”.

2.2.5 Características Edáficas

Huachaca (2012) indica:

Una de las características para la producción de palta es el suelo, para eso hay que tener en cuenta tres factores: Humedad excesiva del suelo, salinidad, y exceso de material calcáreo. Este frutal tiene exigencias con respecto al suelo y agua tales condiciones son: suelos sueltos, franco arenoso y de pH entre 5,5 y 7,5; el contenido de sal no debe ser superior a los 3 mmhos/cm, a 25 °C y la concentración total de sólidos en el disueltos en el agua no debe superar las 850 ppm; el sodio no debe superar los 3 meq/l; los cloruros deben encontrarse en cantidades menores a 107 ppm ó 3 meq/l y la concentración total de boro, debería ser menor de 0,7 ppm.

Las condiciones del suelo es un factor muy importante para una buena producción del palto. Campos (2015) menciona:

Que las condiciones del suelo, es factor determinante para la mejora de cantidad y calidad de producción, el principal soporte del sistema radicular y el que brinda nutrientes al Palto, la evaluación de los suelos para este cultivo, debe ser en torno a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, en los análisis de suelos se puede conocer el contenido de Materia Orgánica, el pH, la textura del suelo, contenido de calcio, magnesio, potasio, fósforo y otros elementos que son básicos para la nutrición del palto, el suelo donde se establecerá un huerto de paltos debe tener a lo menos 1 m de profundidad en suelo plano; 70 cm para el desarrollo del sistema radical y al menos 30 cm para drenaje, ya que el sistema de radical del palto es superficial (80 % de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo).

Bancayan y Delgado (2016). Recomienda “suelos profundos, franco arenoso, textura liviana, los suelos arcillosos con buen drenaje son los ideales, para mejorar los suelos con deficiente estructura, se cultiva el palto con camellones con 80 cm, de altura y riego tecnificado”.

Para un normal desarrollo del palto es importante tener en cuenta la capacidad de retención de la Humedad. Según Hernández (2011):

Un suelo demasiado cremoso o granulado, al ser poco retenido, ocasionaría daños por sequedad; en cambio, un suelo limoso demasiado coloide, al producir encharcamientos, puede ser un buen medio para el desarrollo de enfermedades criptogámicas y causa de asfixia de las raíces, al evitar la aireación del suelo, para conseguir un buen drenaje que elimine los encharcamientos, debe procurarse que la capa freática sea profunda, al menos 75cm del nivel del suelo, estos suelos deben recibir durante todo el año una precipitación acuosa de 900mm por lo menos, la cual, de no conseguirse, debe ser sustituido por los riegos.

2.2.6 *Phytophthora cinnamomi* Rands (tristeza del palto)

“*Phytophthora cinnamomi* pertenece a la clase Oomicete, orden Peronosporales, familia Pitiaceae y al género *Phytophthora* y a la especie *cinnamomi*” (Opazo, 2000).

Eskalen (2017) señala que “*Phytophthora cinnamomi* es agente causal de la pudrición de la raíz del palto, siendo una limitante en la producción de palto. En todas las variedades de palto, este patógeno ataca las raíces absorbentes que ocasiona la muerte del árbol”.

Se ha demostrado que el fosfito en las raíces inhibe directamente la *Phytophthora*, y además estimula los mecanismos de defensa en las plantas, esta estimulación da una respuesta de defensa y es probablemente mucho más importante, ya que el fosfito en sí se diluye cuando llega a todas las raíces absorbentes (Eskalen, 2017).

Es un hongo habitual del suelo en muchas partes del mundo y tiene un amplio rango de hospederos (Opazo, 2000). En el cultivo del palto una de las principales patologías asociadas a la enfermedad son la pudrición de raicillas, causando progresivo decaimiento, hojas cloróticas, escaso vigor vegetativo, defoliación y muerte de ramas, la producción de fruta se reduce, tanto en calidad como en cantidad (Cervera et al., 2007).

Factores nutricionales y ambientales como temperatura, humedad, pH, aireación y luz son muy importantes en el desarrollo de esta enfermedad mencionada (Opazo, 2000).

Debido a la muerte progresiva de raíces absorbentes, es común advertir que el suelo ocupado por árboles enfermos se encuentra siempre húmedo, pues la planta es incapaz de captar el agua de riego aportada y, por lo tanto, se producen anegamientos que provocan asfixia al árbol y acentúan aún más las condiciones favorables al patógeno (Opazo, 2000). Asimismo, la excesiva fertilización nitrogenada, incrementa la sensibilidad de las plantas al ataque de *Phytophthora*, debido a que los tejidos son más suculentos y ofrecen una menor resistencia física a la entrada del patógeno (Opazo, 2000). Siendo el control; la prevención de la enfermedad comienza en el vivero, con la producción y distribución de plantas sanas y continúa con la no diseminación del patógeno en plantaciones ya establecidas, tomando siempre en consideración las condiciones que predisponen a un ataque de *Phytophthora* (Opazo, 2000).

Es común que en fruticultura se estén llevando a cabo constantemente programas de investigación tendientes a desarrollar nuevas variedades y portainjertos, persiguiendo satisfacer los gustos y preferencias del mercado y mejorar algunos aspectos involucrados con la producción, tales como aumentar los rendimientos, incorporar resistencia al frío o resistencia a plagas y enfermedades (Opazo, 2000).

2.2.6.1 Clasificación taxonómica

Según AGRIOS, (1991) la clasificación de *Phytophthora cinnamomi* es:

Reino: Fungi

Phylum: Oomycota

Clase: Oomycetes

Orden: Pythiales

Familia: Pythiaceae

Género: *Phytophthora*

Familia: *cinnamomi* Rands

2.2.6.2 Características morfológicas y ciclo de vida

Las especies de *Phytophthora* tienen estructuras especializadas que mejoran su dispersión, supervivencia e infección, estos incluyen esporas de natación móvil, esporangios caducos y esporas en reposo (Hunter, 2018). Los viveros y huertos utilizan el manejo integrado para controlar las enfermedades de *Phytophthora*, incluidas las prácticas culturales, el control biológico, las plantas hospedadoras resistentes y el control químico, por lo que el uso de fungicidas es un método de control muy efectivo; sin embargo, las especies de *Phytophthora* pueden desarrollar resistencia a los fungicidas después de una exposición prolongada (Hunter, 2018).

2.2.6.3 Síntomas y signos

Los primeros signos de la enfermedad se observan en la copa de los árboles, las hojas son pequeñas, de color verde pálido, a menudo marchitas con puntas marrones y caen fácilmente, los brotes desaparecen de las puntas y, finalmente, el árbol se reduce a un marco desnudo de ramas moribundas (Eskalen, 2017). Las pequeñas raíces absorbentes de los árboles enfermos pueden estar ausentes en las etapas avanzadas de declinación, cuando están presentes, suelen ser negros, quebradizos y en descomposición, en cambio los árboles sanos tienen una gran cantidad de raíces absorbentes de color blanco cremoso, si los síntomas de pudrición de la raíz son evidentes (es decir, la caída de la hoja y las raíces alimentadoras de color ligeramente frágil y marrón chocolate), la inyección de tronco es el método más eficaz para introducir el fosfito en el árbol (Eskalen, 2017).

La enfermedad ocasiona un decaimiento progresivo del árbol, que presenta un aspecto de marchitez, las hojas son más pequeñas y de un color verde pálido, la copa del árbol se va defoliando, las ramas se secan completamente en un estado avanzado de la enfermedad, en tanto la fructificación va decayendo, aunque a veces se puede producir una fructificación excesiva, con muchos frutos de tamaño pequeño que no llegan a producir (Gallo et al., 1978). Se sabe que este patógeno infecta la planta a través de las raíces absorbentes, lo que conduce a la muerte de la rama y finalmente a la mortalidad de los árboles, si bien se sabe que diferentes patrones de palto tienen diversos grados de susceptibilidad a la pudrición de la raíz de *Phytophthora*, se ha realizado poca investigación sobre la interacción palto-*Phytophthora* (Engelbrecht y Van den Berg, 2013).

2.2.6.4 Condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad

Las condiciones que favorecen el desarrollo de la enfermedad es cuando hay mucha humedad en el suelo que rápidamente desarrolla el hongo, es por eso hay que tener en cuenta el tipo de suelo, drenaje, temperatura y el pH.

Gallo et al. (1978) recomienda que los suelos tengan buen drenaje interno, para reducir daños producidos por *Phytophthora*, la temperatura del suelo para el desarrollo del hongo se sitúa entre 21 y 30° C, por encima de 33° C. y por debajo de 9-12° C. El pH óptimo del suelo para el desarrollo de la enfermedad es de 6.5.

2.2.6.5 Ciclo de la Enfermedad

Para un buen control oportuno y eficaz de la enfermedad es necesario conocer la descripción del ciclo de la enfermedad, incluso ayuda a predecir su ocurrencia y efecto negativo sobre el cultivo.

Según Hunter (2018) en el palto, el ciclo de infección por la *Phytophthora* comienza cuando el patógeno se adhiere al huésped y luego lo infecta, el patógeno se propaga por todo el tejido de la planta huésped mientras obtiene nutrientes para sobrevivir y continuar la reproducción, las esporas se producen dentro del tejido del huésped y se liberan en el medio ambiente, lo que inicia el ciclo de la enfermedad nuevamente.

Las clamidiosporas y las oosporas funcionan como esporas en reposo, son importantes para la supervivencia y la dispersión. Se forman dentro del material vegetal infectado, incluyendo raíces, tallos, ramitas y hojas, y se liberan al medio ambiente a medida que el tejido se desintegra (Hunter, 2018).

Phytophthora generalmente se introduce en un área a través del transporte de esporas en reposo en el suelo, los esporangios no caducos o solo parcialmente ácidos no pueden propagarse a grandes distancias en el aire húmedo y se producen principalmente por la lluvia de salpicaduras de las zoosporas diseminadas (Hunter, 2018).

2.2.7 Control de *Phytophthora cinnamomi*

Según Cervera et al. (2007):

Una de las estrategias más efectivas del control de la enfermedad es el uso de un manejo integrado de recursos que combine medidas preventivas como riego eficiente, uso de portainjertos resistentes, control biológico y productos químicos, dentro de los cuales la utilización de fosetil de aluminio, ácido fosforoso neutralizado con hidróxido de potasio y metalixilos son las alternativas de control más utilizadas. El uso de aplicación de fosfitos por vía foliar, es reciente, por lo tanto, el objetivo de este estudio es determinar los efectos de los fosfitos en el desarrollo de *P. cinnamomi*.

2.2.7.1 Control Químico

Panimboza (2017) menciona que el control químico se debe ejecutar desde la floración, si las condiciones son adecuadas para el desarrollo del hongo (follaje mojado y temperatura mayores a 15 °C), teniendo en cuenta que hay que limitarse a los pocos fungicidas registrados para la fruta.

2.2.8 Fosfitos

El fosfito de potasio ha sido considerado como un inductor de la Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) (Daniel et al., 2005). El fosfito inhibe la producción de zoosporas y el crecimiento de *P. cinnamomi* (Wong et., 2009). El fosfito contiene un oxígeno (O) menos que el fosfato, lo que hace que su química y comportamiento sean muy diferentes, el fosfito es más soluble que el fosfato, lo que hace que la absorción de las hojas y la raíz sea más eficiente, por lo que las altas concentraciones pueden ser tóxicas para las plantas, además el fosfito también tiene efectos únicos sobre el metabolismo de las plantas, cuando es suministrado a través del suelo o la piel se convierte lentamente en fosfato, por lo que las aplicaciones de suelo y foliares se hacen a tasas relativamente bajas para prevenir problemas de nutrición, para algunas especies de plantas, el fosfito puede ofrecer algunos beneficios únicos que no se ven con las aplicaciones de fosfato (Lovatt y Milkelsen, 2006).

Según Lovatt y Milkelsen (2006) el interés en el fosfito resurgió cuando se demostró que un producto comercial (sal de fosfonato de aluminio, llamado fosetil-Al) se movía de las hojas a las raíces en el floema en forma de fosfito y proporciona control para algunas enfermedades de la raíz y se ha demostrado que el fosfito en las raíces inhibe directamente los hongos *Phytophthora* y también estimula los mecanismos de defensa del patógeno en las plantas.

Según Velandia et al. (2012) los fosfitos son fuente importante de nutrientes para los cultivos, son compuestos resultantes de la reacción del ácido fosforoso con iones de metales alcalinos como el K, Ca, Mg y Na, los fosfitos de potasio monobásico (KHPO_3) y dibásico (K_2HPO_3) se caracterizan por ser más solubles en agua y móviles en la planta, tanto en sentido ascendente como descendente, que los fosfatos (PO_4).

2.2.8.1 Usos beneficiosos de fosfitos en la agricultura moderna

A principios de la década de 1930, se llegó a la conclusión de que las plantas no podían usar fosfitos como fuente de P después de 40 años, el fosfito ha vuelto al mercado como un fungicida eficaz contra el Oomycota de especies de *Phytophthora* y *Pythium*, recientemente, los fosfitos y han capturado el mercado como fungicidas contra la *Phytophthora* y otras enfermedades fúngicas, proporcionando un fuerte efecto protector al activar los mecanismos de defensa en las plantas (Achary et al., 2017).

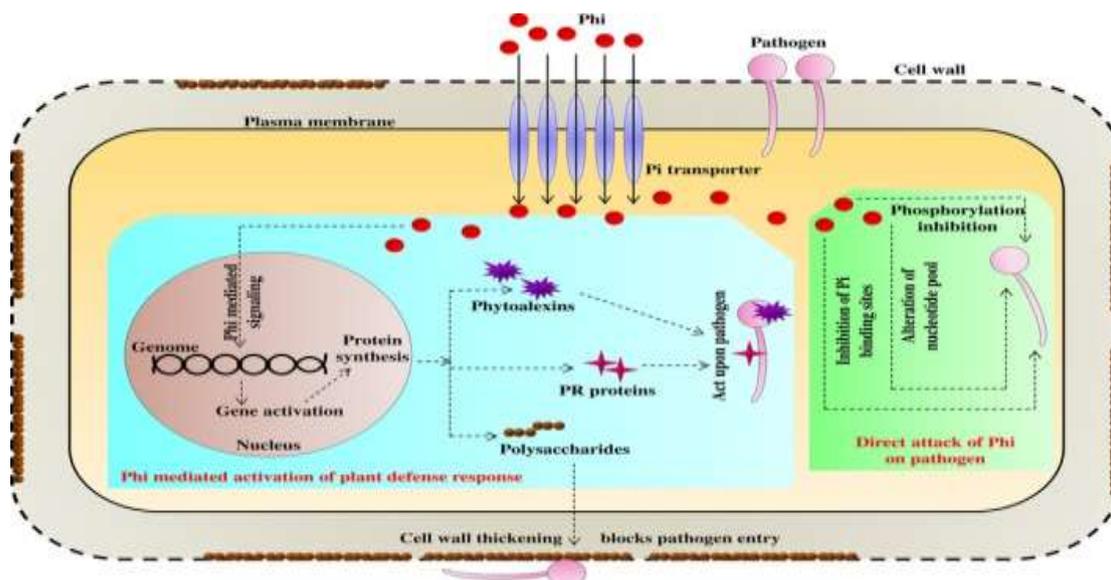


Figura 1. Comportamiento del fosfito como respuesta de inductor de resistencia en la entrada del hongo (Achary et al., 2017).

Compuesto de fosfito inducido por un mecanismo de defensa en una célula vegetal, el fosfito inhibe la fosforilación, compite por los sitios de unión a fosfato en las enzimas de fosforilación y causa la alteración de la agrupación de nucleótidos en el patógeno que resulta en la interrupción del metabolismo y la inhibición del crecimiento, además, induce la expresión de moléculas defensivas, como fitoalexinas y proteínas relacionadas con patógenos (PR) para bloquear directamente el patógeno, siendo estas moléculas las que envían señales de alarma sistémica a las células vecinas no infectadas e inducen mecanismos de respuesta defensiva que incluyen la modificación del pozo de la célula mediante la deposición de polisacáridos (Achary et al., 2017).

2.2.8.2 Modo de acción

Según Yáñez et al. (2017) Los mecanismos de acción involucrados en los efectos profilácticos de los fosfitos incluyen acción directa e indirecta. (p.87).

Acción directa

“Los fosfitos adicionados al medio de cultivo para organismos fitopatógenos, originaron que disminuyera el crecimiento del micelio, el número de estructuras generadoras de esporas, la cantidad de esporas producidas y su germinación” (Yáñez et al., 2017).

Acción indirecta

“La acción indirecta del ión fosfito incluye la estimulación de los mecanismos de defensa estructural y bioquímica en las plantas” (Yáñez et al., 2017).

2.2.8.3 Eficacia del fosfito

“Los niveles de eficacia de los fosfitos en el control de organismos fitoparásitos varían dependiendo de: ión unido al fosfito, método de aplicación, organismo patógeno y planta hospedante” (Yáñez et al., 2017).

2.3 Definiciones conceptuales

Clamidosporas

Una clamidospora es un tipo de espora de paredes gruesas de varias clases de los hongos. Es una etapa del ciclo vital del organismo que sobrevive en condiciones desfavorables, tales como estaciones secas o cálidas.

Defoliación

Es la caída o pérdida de las hojas de un árbol. Quitar las hojas es defoliarlo. La defoliación debe ser algo natural y no realizado por el hombre.

Fenología

Comprende el estudio y la observación de los estadios de desarrollo reproductor y vegetativo de plantas en relación con los parámetros ambientales.

Fitoalexinas

Las fitoalexinas son compuestos antimicrobianos que se acumulan en algunas plantas en altas concentraciones, después de infecciones bacterianas o fúngicas y ayudan a limitar la dispersión del patógeno.

Fitoparásitos

Cualquier organismo que durante toda su vida o una parte de su ciclo biológico, se alimenta a expensas de vegetales o los daña de alguna forma.

Fosfito

Los fosfitos son las sales o los ésteres del ácido fosforoso (H_3PO_3). El ion fosfito (HPO_3^{-2}) es un ion poliatómico con un átomo de fósforo. Tiene geometría piramidal.

Inductor de resistencia

Son sustancias biológicas o químicas que se utilizan para que las plantas puedan expresar sus propios mecanismos de defensas tanto físicos como químicos (fitoalexinas), para contrarrestar el ataque de factores bióticos (plagas) entre ellas las fitopatológicas, insectiles, malezas, etc.; y factores abióticos como exceso de humedad, condiciones extremas de déficit hídrico etc.

Oomycetes

Es un grupo de protistas filamentosos superficialmente parecidos a hongos. El nombre significa "hongos huevo" y se refiere al oogonio, estructura grande y esférica que contiene los gametos femeninos. El grupo engloba especies tanto saprófitas como parásitas, muy vinculadas al medio acuoso.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Ho: No existe diferencias en la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral

Ha: Al menos la aplicación de fosfito tuvo efecto como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.

2.4.2. Hipótesis específico

Ho: No existe diferencias en los productos en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass en Huaral.

Ha: Al menos uno de los productos en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto variedad Hass en Huaral.

Ho: No existe efecto de la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.

Ha: La aplicación de fosfitos tiene efecto en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño metodológico

3.1.1 Tipo

El tipo de investigación es aplicada porque se busca la aplicación de los conocimientos, y busca dar una solución al problema planteado.

3.1.2 Nivel

De acuerdo a la naturaleza de la investigación es nivel explicativa porque busca determinar las causas que influyen en el control de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto y correlacional el cual consiste en medir el grado de relación de los tratamientos en estudio.

3.1.3 Diseño

El tipo de investigación es experimental porque se busca medir el efecto de los fosfitos como inductor de resistencia y cómo influyen en el control de *Phytophthora cinnamomi* Rands en palto.

3.1.4 Enfoque

La presente investigación se considera de enfoque cuantitativo, por el registro de valores de una variable y utiliza la estadística inferencial.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

El ensayo se realizará en un área de 340m², que se encuentra ubicado en el predio de Cruz de los Reyes, provincia de Huaral, Departamento de Lima.

3.2.2 Muestra

La muestra fue de 3 árboles de palto de la variedad Hass ubicadas en cada unidad experimental el cual mide 72m² con 9 árboles, el palto Hass injertados sobre patrón franco (mexicola), situados a una distancia de 4 x 2.

3.2.3 Dimensiones del campo experimental

Del área total:

-Largo	: 29 m
-Ancho	: 50 m
-Largo del bloque	: 7 m
-Ancho del bloque	: 48 m
-Área neta del experimento	: 1450 m ²
-Número de bloques	: 3
-Número de tratamientos por bloque	: 4

De la unidad experimental (UE)

-Largo de la UE	: 6 m
-Ancho de la UE.	: 12 m
-Área de la UE	: 72 m ²
-Número de surcos de la UE	: 3

Densidad de siembra

-Distancia entre surcos	: 4 m
-Distanciamiento entre árbol	: 2 m

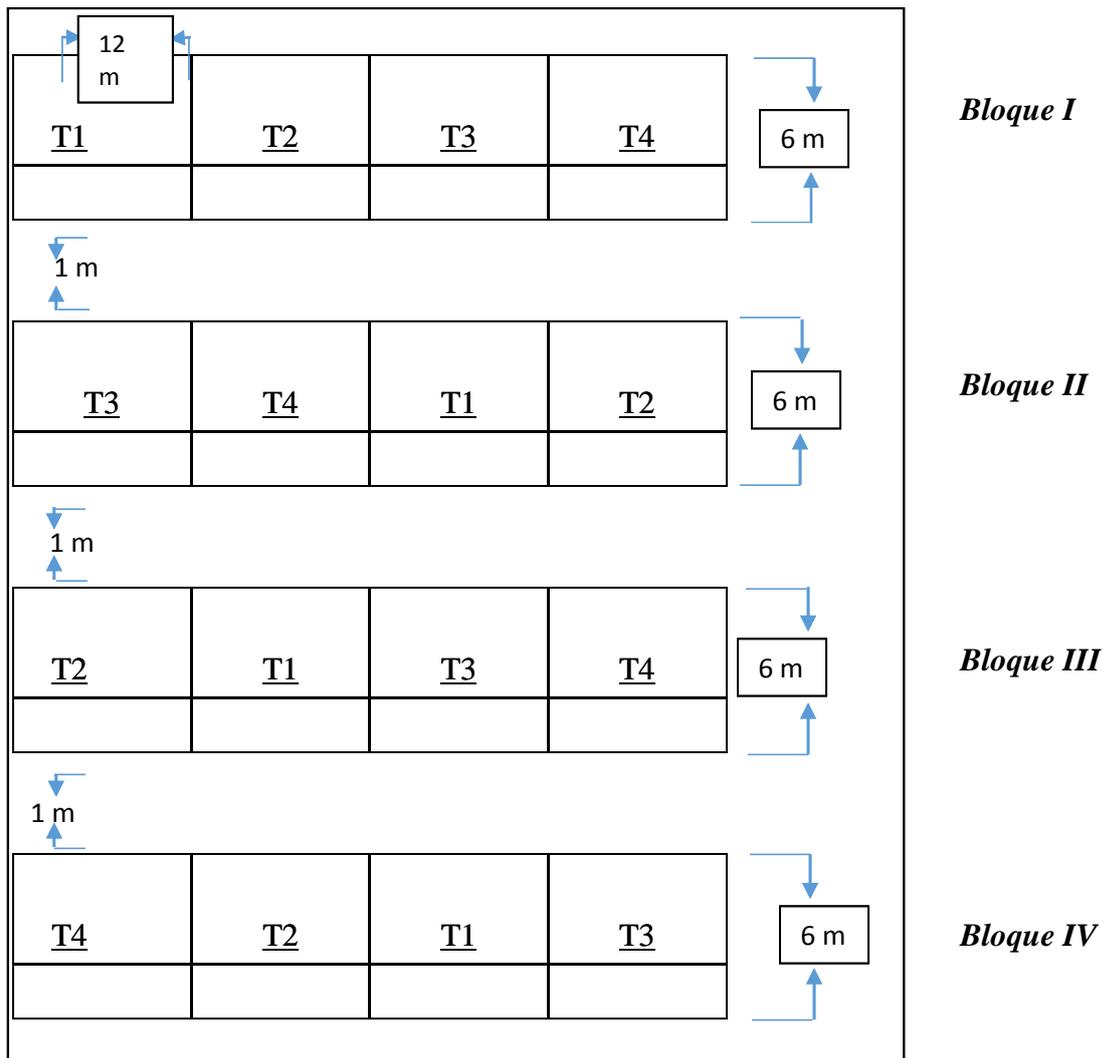


Figura 2. Croquis de la distribución espacial de los tratamientos

3.3 Operacionalidad de las variables

En el presente trabajo de investigación se evaluará los siguientes factores:

Variables independientes

1. Producto de la aplicación: La aplicación del producto en base de fosfito será de acuerdo al uso recomendado por los asesores agrícolas con experiencia en palto.

T1 = Plántulas Testigo inoculadas con *P. cinnamomi*;

T2 = Fosfito de calcio [P₂O₅ 16% + CaO 5% (Codaphos Ca)] a una dosis de 0,3%.

T3 = Fosfito de magnesio [P₂O₅ 40% + MgO 10% (Codaphos Mg)] a una dosis de 0,2%.

T4 = Fosfito de potasio [P₂O₅ 420g/L + K₂O 280g/L (Foscrop® PK)] a una dosis de 0,3%.

Método de aplicación: La aplicación será en dresch.

Variables dependientes (Y):

Y1: Peso fresco de las raíces.

Y2: Peso seco de las raíces.

Y3: Porcentaje de daño de la raíz.

Y4: Severidad de los síntomas

Y5: Incidencia de la enfermedad (%)

Y6: Rendimiento en (t/ha).

3.3 Operacionalización de variables e indicadores

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de variables

Variable	Operacionalización Conceptual	Dimensiones	Indicadores
V. Independiente (X) Producto en base de fosfito	El producto en base de fosfito inducirá resistencia en el control de <i>P. cinamomi</i> .	X1: Producto en base de fosfito	X1: Plántulas Testigo inoculadas con <i>P. cinnamomi</i> ; X2: Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%. X3: Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%. X4: Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%.
V. Dependiente (Y) Eficiencia productiva del palto	Eficiencia productiva se produce cuando se usa los recursos de manera eficiente , logrando un buen rendimiento.	Y ₁ : Evaluación del desarrollo de la enfermedad. Y ₂ : Rendimiento	- Peso fresco de las raíces. - Peso seco de las raíces. - Porcentaje de daño de la raíz. - Severidad de los síntomas - Incidencia de la enfermedad (%) - Rendimiento en (t/ha).

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear

a) Fase de laboratorio:

Aislamiento de *P. cinnamomi*

En el laboratorio se realizó el siguiente procedimiento indicado Madigan et al., (2004) citado por Luis (2015):

- Primeramente las muestras de las raíces se lavaron con agua, luego fueron secadas al aire y luego fueron desinfectadas superficialmente con alcohol (70 %) por 30 segundos y después en hipoclorito de sodio (0,05 %).
- seguidamente se realiza el lavado con agua destilada estéril tres veces, durante 3 minutos cada uno. De las muestras que fueron desinfectadas se cortaron trozos pequeños (0.5 cc) y luego se sembró en medio selectivo para *Phytophthora sp.*, Agar Potato Dextrose (PDA) acidificado con ácido tartárico al 14 % (14 mL/L). Las cajas de Petri sembradas se incubaron a 28 °C por 15 días.

Identificación del hongo fitopatógeno

Para la identificación del hongo se realizó el siguiente procedimiento según Ho (1992) citado por Mamani (2017):

- Se observa la estructura del esporangios e identifica *P. cinnamomi*. En las rodajas de micelio crecido en agar Jugo V8 que se introdujo en placas Petri conteniendo solución suelo al 1 %.

Multiplicación del inóculo para la fase de campo

- Se extrajo una solución de conidios de una placa purificada de *Phytophthora cinnamomi* con 3 días de esporulado, seguidamente se colocó a granos (con cáscara) sin impurezas, luego se lavó los granos con abundante agua de caño y luego se cocinará por un espacio de 90 minutos (1 Kg de grano: 2,7 L agua), seguido se eliminará el agua y los granos se dejarán secar sobre papel bond a temperatura de ambiente por espacio de 2 horas. Aproximadamente 3 días después de guardados el inóculo en placas petri desinfectadas se emplearán en la fase de campo (Mamani, 2017).

b) Fase de campo:

Inoculación del patógeno

- Se realizó la inoculación del micelio que fue esterilizado a 121 °C, 15 lb.pulg-2 por 30 minutos por dos veces consecutivas.
- La dosis que se usara del inóculo será de 2,5 g de trigo con desarrollo micelial/kg de suelo. La humedad del sustrato fue mantenida con riego periódico para favorecer el desarrollo del patógeno.
- Para obtener una buena infección por *Phytophthora*, se realizó inundaciones durante tres días y ausencia de riego durante cuatro días.
- Cuando el patógeno haya crecido en las bolsas de trigo, se colocó a razón de 2,5g de trigo con inóculo por cada kilo de sustrato.
- Luego se colocaron los granos de trigo a 3cm de profundidad alrededor y sobre todo cerca al cuello de planta.
- Finalmente se procedió con la inoculación en cada uno de los tratamientos a excepción del testigo no inoculado.

Aplicación de los tratamientos

- Los productos químicos serán aplicados al follaje (asperjadora manual) y al suelo (vía “drench”). De acuerdo a los tratamientos y dosis en estudio.

c) Fase de Evaluación del desarrollo de la enfermedad

Severidad de ataque por *Phytophthora cinnamomi* en palto

Escala de severidad según Castaño-Zapata (1989) citado por Leal (2014). La tabla se muestra a continuación.

Tabla 2***Escala de severidad***

Escala	Descripción
1	Plantas sanas o base del tallo sano, hasta el 1% de las raíces afectadas
3	Base del tallo ligeramente necrosado, alrededor del 5% de las raíces afectadas
5	Base del tallo necrosado, alrededor del 10% de las raíces afectadas
7	El tercio inferior del tallo necrosado, alrededor del 25% de las raíces afectadas, observándose, además, una marcada reducción del sistema radical
9	Tallo totalmente necrosado, alrededor del 50% o más de las raíces afectadas, ocasionando una reducción severa en el número y longitud de las raíces.

Fuente: Castaño-Zapata (1989) citado por Leal (2014)

Incidencia de la enfermedad (%)

El porcentaje de plantas afectadas por la pudrición radical, se realizó el cálculo relacionando el número de plántulas afectadas con el número total de plántulas de palto de cada tratamiento será expresado en porcentaje (%). Leal (2014)

$$\% \text{Incidencia} = \left(\frac{\# \text{ de plantas con marchitez}}{\# \text{ de plantas totales}} \right) \times 100$$

Porcentaje del daño a la raíz

Para la evaluación de este parámetro se procedió a asignar una escala al sistema radicular dañado en términos porcentuales (%) (Gómez, 2014).

Tabla 3.***Porcentaje del daño a la raíz***

Escala	Porcentaje de raíces enfermas	Clasificación
1	0-19%	Buena
2	20-39%	Regular a Buena
3	40-59%	Regular
4	60-79%	Regular a mala
5	80-100%	Mala

Fuente. Gómez (2014)

Porcentaje de eficacia de control

Para determinar este parámetro se usa la siguiente fórmula:

$$EC = \frac{T_a - T_o}{T_a} 100$$

Dónde:

EC = Eficiencia control

Ta = Testigo sin aplicación

To = Tratamiento aplicado

d) Fase de evaluación de parámetros agronómicos del cultivo de palto variedad Hass

Con el fin de conocer el efecto del uso de fosfitos como inductor de defensa de *P. cinnamomi* en el cultivo de palto cv. Hass, se tomarán las medidas directas de acuerdo a las tres categorías del fruto de fresa y la presencia del patógeno y el rendimiento.

Peso fresco y seco de raíces

- Se efectuara el pesaje de las raíces de la planta se realizara en una balanza electrónica y así obtener el porcentaje de materia seca,
- Para el secado se llevó a la estufa a una temperatura de 70 °C por 48 horas así obtener el peso en seco.

Rendimiento

La evaluación se realizó el mismo día de cosecha, recolectando frutos con el color típico de la variedad para su respectiva cosecha (madurez cosechable). La evaluación se realizará en cada uno de los tratamientos y sus respectivas repeticiones colocando una caja en la parte inicial de cada parcela. Se realizarán dos revisiones por cada parcela. La segunda para aquellos frutos que no lograron ser cosechados.

3.4.2 Descripción de los instrumentos

Registro de evaluaciones de campo por bloque y tratamiento de las evaluaciones de biométricas en el campo.

- **Instrumentos usados en la investigación:**
 - Cuaderno de registro de evaluaciones de campo.

- **Materiales de campo e insumos usados en la investigación:**
 - Yeso
 - Fincha.
 - Letreros.
 - Urea
 - Nitrato de amonio
 - Fosfato diamónico
 - Cloruro de potasio
 - Quelatos ELDTA
 - Fungicidas
 - Enmiendas orgánicas
 - Calcio y Boro
 - Árboles de variedad Hass
 - Cuaderno de campo

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

Se utilizará el diseño de bloques completamente al azar DBCA el cual constará de 5 tratamientos y 4 repeticiones. Para la comparación de medias se realizará mediante la prueba de Tukey al nivel de $\alpha=0.05$. Se usó el programa Statistical Analysis System, SAS y Microsoft Excel.

El Modelo aditivo lineal será:

$$Y_{ijk} = U + T_i + B_j + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor observado debido a la variación de los tratamientos y bloques.

U = Media general.

T_i = Efecto de tratamientos.

B_j = Efecto de bloques.

E_{ij} = Efecto del error.

Tabla 4

Análisis de varianza

FUENTE DE VARIABILIDAD	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIG.
BLOQUE	3	SC_B	$SC_B/3$	CM_B/CM_E	
TRATAMIENTO	4	SC_T	$SC_T/3$	CM_T/CM_E	
ERROR	12	$SC_{T_0} - (SC_B + SC_T)$	$SCE/12$		
TOTAL	15	SC_{T_0}			

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Peso fresco de la raíz en palto variedad Hass

En la tabla 5, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al grado peso fresco de la raíz en palto variedad Hass donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 7,4% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 5

Análisis de varianza para el peso fresco de la raíz en palto variedad Hass

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloques	3	67,38	22,46	0,9	0,4691	NS
Tratamientos	4	21426,93	5356,73	214,9	<,0001	**
Error	12	299,12	24,93			
Total	19	21793,43				

C.V. = 7,4%

NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T5 (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control) tiene mayor peso fresco de la raíz en palto variedad Hass, con 109,4 g, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%) con 83,9 g y T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%) con 75,1 g respectivamente, seguido del tratamiento T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%) con 57,4 g y el tratamiento que presentó el promedio más bajo de peso fresco de la raíz fue el T4 (Testigo sin inocular) con un promedio de 11,1 g (Véase en la Tabla 6 y Figura 3).

Tabla 6**Comparación de medias para el peso fresco de la raíz en palto variedad Hass**

Tratamientos	Promedios (g)
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	109,4 A
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%.	83,9 B
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%.	75,1 B
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%	57,4 C
T4: Testigo sin inocular	11,1 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

4.2 Peso seco de la raíz en palto variedad Hass

En la tabla 7, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al peso seco de la raíz en palto variedad Hass, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 9,6% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 7**Análisis de varianza para el peso seco de la raíz en palto variedad Hass**

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	42,84	14,28	2,55	0,4691	NS
Tratamiento	4	2174,02	543,50	97,1	<,0001	**
Error	12	67,17	5,59			
Total	19	2284,03				

C.V. = 9.6%

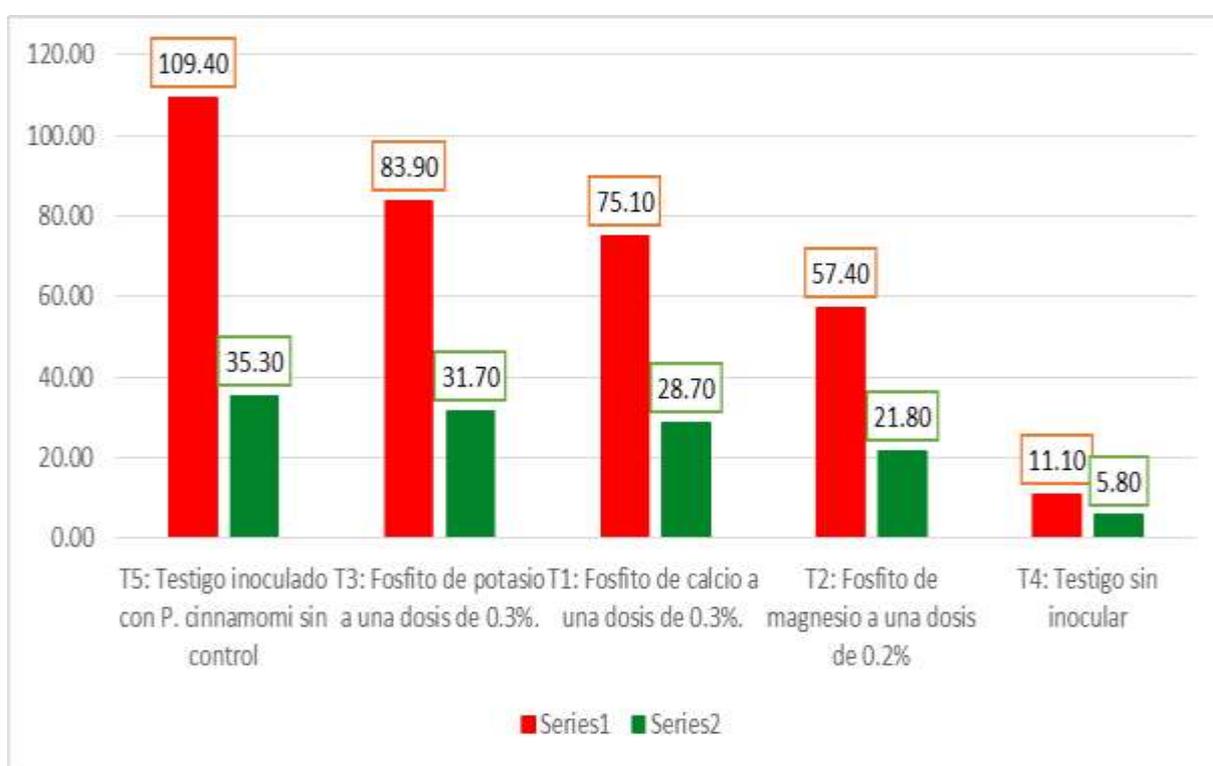
NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) quien presento el mayor peso seco de la raíz de palto con 35,3 g superior numéricamente al tratamiento T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%) con 31,7 g, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de T5 (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control) con 28,7 g seguido del tratamiento T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%) con 21,8 g y el tratamiento que presento el promedio más bajo de peso fresco de la raíz fue el T4 (Testigo sin inocular) con un promedio de 5,8 g (Véase en la Tabla 8 y Figura 3).

Tabla 8**Comparación de medias para el peso seco de la raíz en palto variedad Hass**

Tratamientos	Promedios (g)
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%.	35,3 A
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%.	31,7 AB
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	28,7 B
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	21,8 C
T4: Testigo sin inocular	5,8 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

**Figura 3. Peso fresco y seco de la raíz en palto variedad Hass**

4.3 Porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass

En la tabla 9, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 16,4% valor medio que indica que los datos son confiables.

Tabla 9***Análisis de varianza para el porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass***

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	0,15	0,05	0,29	0,8348	NS
Tratamiento	4	36,70	9,18	52,43	<,0001	**
Error	12	2,10	0,18			
Total	19	38,95				

C.V. = 16,4%

NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T5 (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control) tiene mayor porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass con un grado de 5 clasificada como mala calidad de la raíz, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido de los tratamientos T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%) con un grado de 2,8 junto al T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%) con 2,3 clasificada como regular a buena calidad de la raíz, seguido por los tratamientos que obtuvieron promedios similares entre sí y fueron los que presentaron el menor porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass, siendo el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) con 1,8 clasificada como regular a buena calidad de la raíz y el T4 (Testigo sin inocular) con un promedio de 1 (Véase en la Tabla 10 y Figura 4).

Tabla 10***Comparación de medias para el porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass***

Tratamientos	Promedios (grado)
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	5,0 A
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%	2,8 B
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%.	2,3 BC
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%.	1,8 CD
T4: Testigo sin inocular	1,0 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

4.4 Porcentaje de incidencia de *Phytophthora cinnamomi* en palto variedad Hass

En la tabla 11, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi* en palto variedad Hass, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 12,5% valor que indica que los datos son confiables.

Tabla 11

*Análisis de varianza para el porcentaje de incidencia de *Phytophthora cinnamomi* en palto variedad Hass*

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	85,31	26,56	1,19	0,347	NS
Tratamiento	4	23570,20	5490,45	248,56	<,0001	**
Error	12	289,45	23,10			
Total	19	23103,65				

C.V. = 12,5%

NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T5 (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control) tiene mayor porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi*, con 100% de incidencia, estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Seguido de los tratamientos T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%) con 38% de incidencia junto al tratamiento T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%) con 30% de incidencia y el tratamiento que presentó el promedio más bajo del porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi*, fue el T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%) con un promedio de 23% (Véase en la Tabla 12 y Figura 4).

Tabla 12

Comparación de medias para el porcentaje de incidencia de *Phytophthora cinnamomi* en palto variedad Hass

Tratamientos	Promedios (%)
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	100 A
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%	38 B
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%.	30 BC
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%.	23 C
T4: Testigo sin inocular	0 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

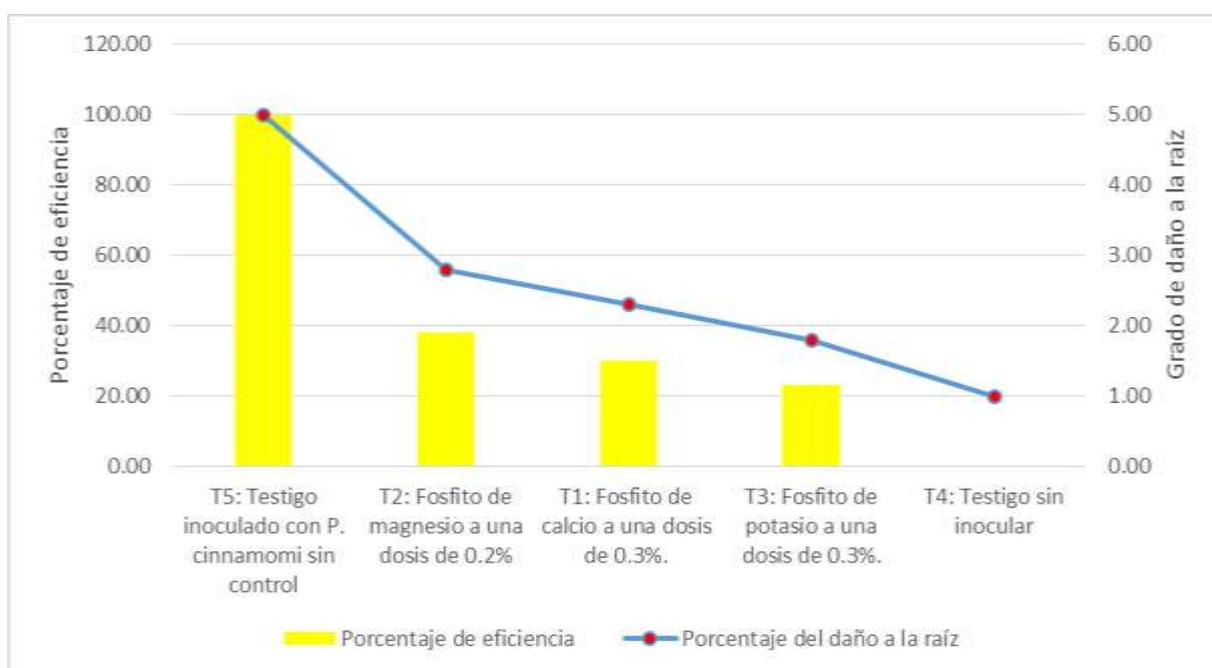


Figura 4. Porcentaje de daño a la raíz y porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi* en palto.

4.5 Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* en palto

En la tabla 13, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto a la eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* en palto variedad Hass, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 7,7% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 13***Análisis de varianza para la eficacia de los fosfitos aplicados en palto variedad Hass***

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	80,00	26,67	26,67	0,3565	NS
Tratamiento	4	22370,00	5592,50	5592,5	<,0001	**
Error	12	270,00	22,50			
Total	19	22720,00				

C.V. = 7,7%

NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) quien presento el mayor eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* con 78% superior numéricamente al tratamiento T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%) con 70%, estadísticamente superior a los demás tratamientos, y el tratamiento que presento el promedio más bajo de eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* del tratamiento T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%) con 63% (Véase en la Tabla 14 y Figura 5).

Tabla 14***Comparación de medias para la eficacia de los fosfitos aplicados en palto variedad Hass***

Tratamientos	Promedios (%)
T4: Testigo sin inocular	100 A
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	78 B
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	70 BC
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	63 C
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	0 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

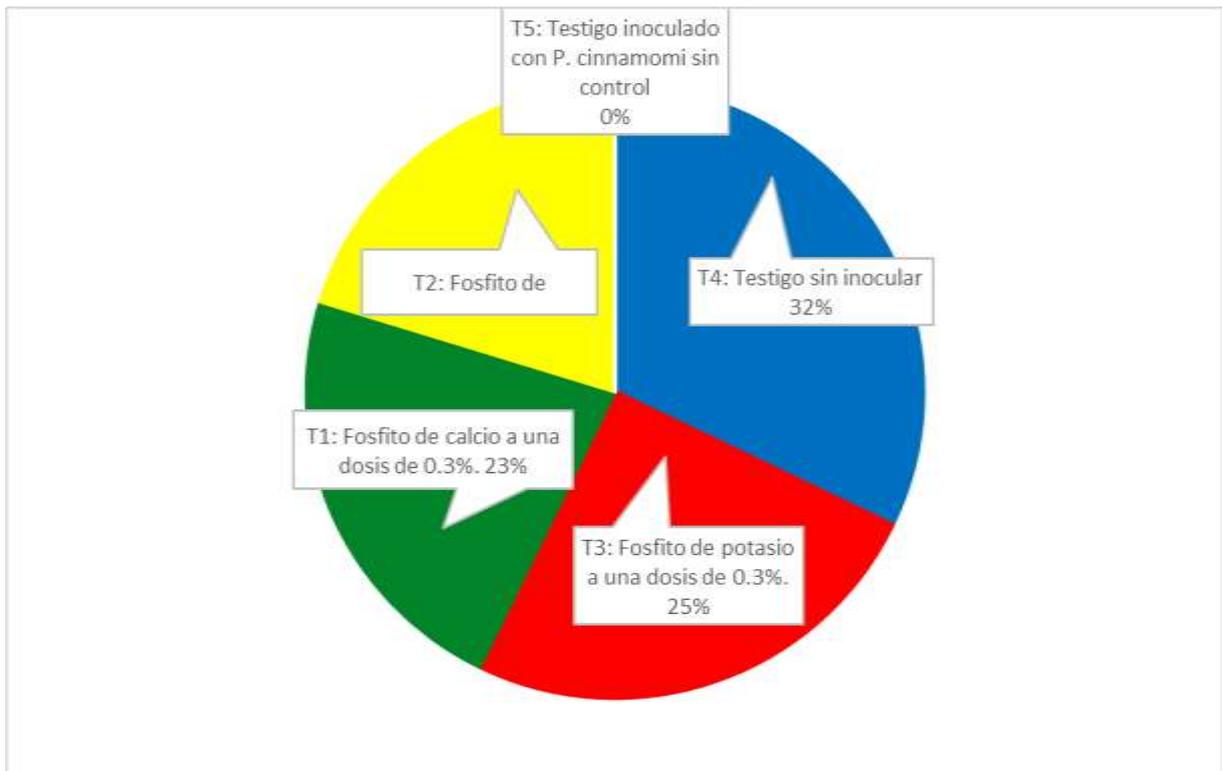


Figura 5. Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* en palto variedad Hass.

4.6 Rendimiento de palto variedad Hass

En la tabla 15, se muestra los resultados del análisis de varianza con respecto al rendimiento de palto variedad Hass, donde se observa que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0,01$), mientras que para bloques no hubo diferencia significativa. El coeficiente de variabilidad fue de 8,5% valor bajo que indica que los datos son confiables.

Tabla 15

Análisis de varianza para el rendimiento de palto variedad Hass

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F	P	Significación
Bloque	3	1,47	0,49	0,3	0,8264	NS
Tratamiento	4	642,99	160,75	97,42	<,0001	**
Error	12	19,80	1,65			
Total	19	664,26				

C.V. = 8,5%

NS, *, **: no significativo y significativo a $p < 0,05$ y $0,01$, respectivamente.

Los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidades, muestran que el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) quien presento el mayor rendimiento de palto variedad Hass, con 21,1 ton/ha, superior numéricamente al tratamiento T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%) con 18.6 ton/ha, estadísticamente superior a los demás tratamientos, seguido por el tratamiento T5 (Testigo inoculado con *P. cinnamomi* sin control) con 15,9 ton/ha, similar estadísticamente al tratamiento de T2 (Fosfito de magnesio a una dosis de 0,2%) con 15,1 ton/ha y quien presento el promedio más bajo de rendimiento de palto fue el tratamiento T4 (Testigo sin inocular) con 4.6 ton/ha (Véase en la Tabla 16 y Figura 6).

Tabla 16

Comparación de medias para el rendimiento de palto variedad Hass

Tratamientos	Promedios (ton/ha)
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	21,1 A
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	18,6 AB
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	15,9 BC
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	15,1 C
T4: Testigo sin inocular	4,6 D

El promedio con la misma letra no es significativamente diferente según Tukey al 5%.

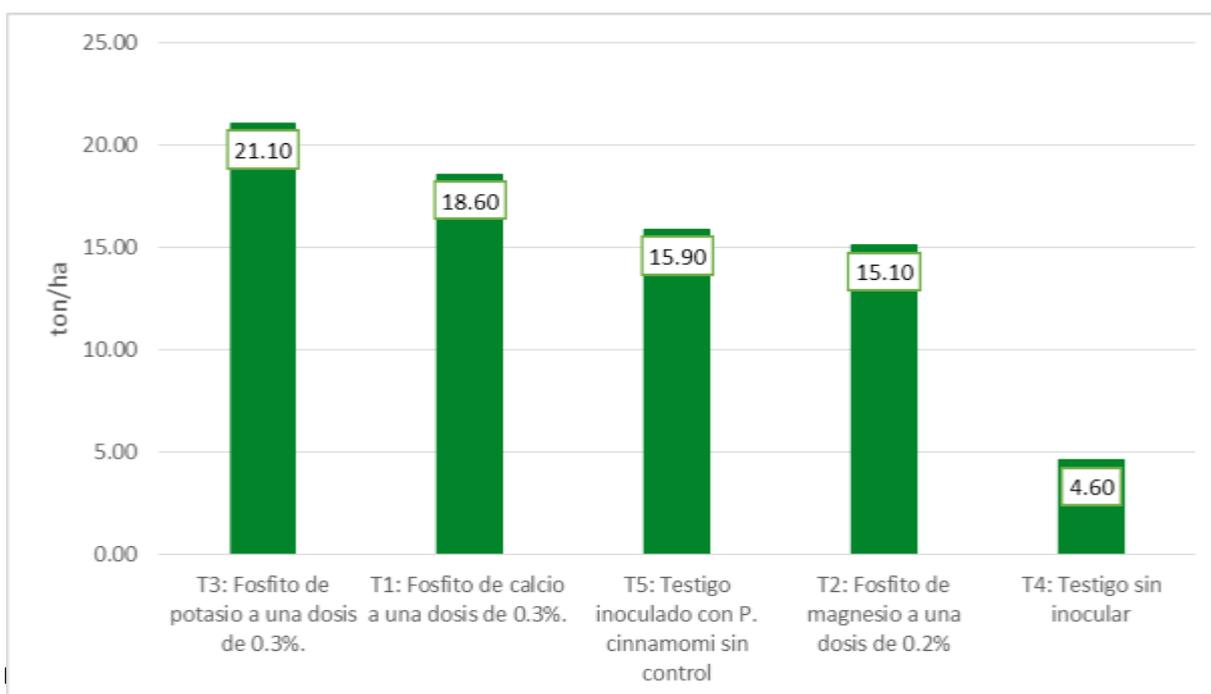


Figura 6. Rendimiento de palto variedad Hass

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Discusión

Los resultados del presente estudio indican que el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha) obtuvo mayor peso fresco de la raíz del palto variedad Hass con 83,9 g planta⁻¹, quiere decir que la aplicación de fosfito de potasio permite mantener y recuperar el volumen y peso de la raíz una vez atacada por *P. cinnamomi*, permitiendo así que el sistema radicular continúe con su metabolismo normal y sus proceso de acumulación y absorción de nutrientes, asimismo, le sigue el tratamiento T1 (fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha) con 75,1 g planta⁻¹, el cual debido al calcio que permite proteger a las células del ataque de hongos además de la actividad antagónica del fosfito, permite que el sistema radicular se recupere después del ataque de *Phytophthora cinnamomi* asimismo, el T3 (fosfito de potasio a una dosis de 0.3%/ha) reportó mayor peso seco (35,3 g planta⁻¹), debido a la combinación de fosfito como inductor de resistencia y el potasio como recuperador enzimático, seguido del tratamiento con fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha (31,7 g planta⁻¹). Con respecto al porcentaje del daño a la raíz el T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) presento menos daño con una escala de 1,8 clasificada como regular a buena calidad de raíz, superior numéricamente al fosfito de calcio a una dosis de 0,3% (2,3 clasificada como regular a buena calidad de la raíz).

Los resultados obtenidos son semejantes a lo indicado Faber y Downer (2007) quienes en su investigación sobre la evaluación de productos de fosfito disponibles comercialmente para el control de *P. cinnamomi*, demuestra que los pesos de raíz fresca y seca fueron más altos para los árboles no inoculados (94.3 g y 95.7 g) y más bajos para los controles inoculados (16,7 y 58,4 g), para los tratamientos con fosfitos se obtuvo 56.5 g en el primer ensayo y 81,6 g para el segundo, para el peso seco de las raíces, los árboles no inoculados presentaron promedios de 13,7 g y 15,9 g y más bajos para los controles inoculados (3,6 y 9,7 g), para los tratamientos con fosfitos se obtuvo 8,6 g en el primer ensayo y 11 g para el segundo ensayo. Para la aplicación de fosfito presento 65,7 g de peso fresco y 10,5 g de peso seco de la raíz.

Con respecto al porcentaje de incidencia de *P. cinnamomi*, el tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha) obtuvo menor incidencia con 23%, el cual indica que la aplicación de los fosfitos detiene el ataque *P. cinnamomi* y recupera el sistema radicular, por lo que se muestra una reducción de la incidencia de la enfermedad. En cuanto a la eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* el fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha presentó la mayor eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* con 78% superior numéricamente al T1 (Fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha) con 70% de eficacia. Es decir los fosfitos de potasio permite detener el crecimiento y desarrollo de *P. cinnamomi* además permite inhibirlo y por otro lado el potasio como nutriente permite recuperar y salir del estrés por causa del oomiceto (*P. cinnamomi*) a través de su actividad enzimática que posee el potasio, por lo que fue superior al fosfito más calcio, ya que este tratamiento solo recupera e inhibe la actividad del oomiceto sin embargo, el calcio solo protege a las células y sirve como nutriente el potasio es un activador enzimático (Salisbury y Ross, 1994).

Asimismo, T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%/ha) presentó el mayor rendimiento de palto variedad Hass, con 21,1 ton/ha, superior numéricamente al tratamiento con fosfito de calcio a una dosis de 0,3%/ha, quien obtuvo 18,6 ton/ha, es decir la combinación de fosfito más potasio tienen mayor capacidad antagónica del oomiceto además el potasio de ser activador enzimático, como nutriente permite translocar fotoasimilados durante el desarrollo del fruto permitiendo mayor rendimiento por plantas (Taiz y Zeiger, 2006).

Resultados similares lo presenta Violeta (2015) quien en su evaluación sobre tres dosis de fosfito potásico en el control de *Phytophthora* spp., reporta que el porcentaje de incidencia se observa menor valor con el tratamiento 5 (fosfito potásico al 30% más fungicida) con un 38% y la más alta es el tratamiento 4 (testigo sin control) con 54%. Esto se debe a la combinación del Fosfito Potásico como un estimulador de defensa en las plantas y como un agente fungicida, lo que se realiza con esta mezcla con un fungicida curativo-preventivo, es reforzar el control del incremento de la incidencia de la enfermedad, manteniendo el estado de severidad e incidencia de la planta.

Asimismo, Violeta (2015) corrobora que las altas concentraciones de Fosfito Potásico muestran un factor muy importante y es el de la estimulación e inducción de mecanismos de defensas en los árboles lo que hace que el árbol sea más resistente al ataque de la enfermedad, esto se debe a su efecto de fertilizante foliar y fungicida. La incidencia del ataque del hongo se incrementa con las altas precipitaciones pluviales presentes en el área, ya que hay mayor movilización de zoosporas en el suelo, el proceso de estrés hídrico en los árboles, provoca que la translocación de fosfito potásico, que estimula la formación de hormonas de defensa sea mínima.

Además, Violeta (2015) menciona que el fosfito potásico es un compuesto relativamente sencillo, es un fertilizante, con características de fungicida; productos como estos han ayudado al control de la incidencia de ataque de *Phytophthora* spp. Actúa como un estimulante en la vía metabólica secundaria (del ácido Shikímico) estimulando la actividad de la enzima Fenilalanina Amonio Liasa, jugando un rol importante en la planta, dándole una característica de resistencia a enfermedades, además el fosfito potásico no solo funciona como un fertilizante, que ayuda a los árboles a la estimulación de las defensas del árbol obteniendo tolerancia a enfermedades, así mismo saber que este producto cumple una función de fungicida.

Por tanto Violeta (2015) confirma que las aplicaciones de fosfito potásico han ayudado a la sobrevivencia limitando el avance de grado de severidad de la enfermedad, sin embargo en la mayoría el ciclo de enfermedad se ha interrumpido y se ha detenido el grado de avance de la enfermedad permitiendo la posibilidad de la recuperación de los árboles y así mismo la recuperación de la producción.

El fosfito análogo de fosfato se usa ampliamente para controlar enfermedades de plantas causadas por patógenos de oomicetos, como los del género *Phytophthora*. El fosfito inhibe la producción de zoosporas y el crecimiento de *P. cinnamomi* (Wong et al., 20009).

Asimismo, Van der Merwe y Kotzé (1994) muestran que 7 días después de la inyección con fosfito coloniza la raíz y reduce al 76% (control del 24% en la colonización de la raíz) debido a la acción del fosfito. 14 días después de la inyección, la colonización de la raíz se redujo al 13% (control del 87% en la colonización de la raíz).

Resultados se asemejan a lo reportado por Van der Merwe y Kotzé (1994) quienes investigando el uso de fosfito de potasio contra *P. cinnamomi* en palto, demostraron que la colonización de las puntas de las raíces por *P. cinnamomi* después de la inoculación permanece alta en las raíces de control debido a la ausencia de fosfito en las raíces. Se logró un control del 87% de la colonización de la raíz con una presencia de fosfito de 9.8 ppm en las puntas de la raíz 14 días después de la inyección con fosfito. Por medio del SEM (microscopía electrónica de barrido) muestra que está claro que las zoosporas de *P. cinnamomi* enquistaron, germinaron y formaron apresorios en las raíces de los árboles tratados con fosfito. Esto indica que, si el fosfito se exuda de las raíces, no está en cantidades lo suficientemente altas como para inhibir la formación de quistes, la germinación del quiste y la formación del apresorios.

Es corroborado por Gentile et al. (2009) quienes evaluando el fosfito de potasio sobre el ataque de *P. cinnamomi*, demostraron que al aplicar a plantas de castaño de 4 años de edad, ya sea en forma foliar o mediante inyección de xilema para controlar el desarrollo de la enfermedad de la de *P. cinnamomi*. La pulverización foliar reduce la expresión de los síntomas en 90% en 30 días, y luego inhibió la colonización del oomiceto, por lo que la aplicación como preventivo, seguido de tres aplicaciones curativos de fosfito de potasio reduciendo (en un 87-90%) y luego detuvo la colonización del oomiceto.

Asimismo, Eshraghi et al. (2011) mediante estudio mostraron que el fosfito induce algunos aspectos de la respuesta de defensa, como la expresión de genes de defensa. Por lo que en el tamaño de la lesión en las plantas tratadas con fosfito.

Resultados son confirmados por McComb et al. (2008) quienes evaluando el potencial del fosfito de potasio en el control de *P. cinnamomi* en palto, reportaron que el fosfito prepara a la planta para una respuesta rápida e intensa a la infección que implica una mayor activación de un rango de respuestas de defensa. La competencia reducida dio como resultado plantas más grandes que pudieron haber sido más capaces de aumentar la defensa contra la infección por *P. cinnamomi*. La fuerza de la solución de nutrientes también se redujo a la mitad, y esta reducción en la concentración de nutrientes pudo haber estimulado el crecimiento de las raíces antes de la inoculación.

5.2 Conclusiones

El tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha) fue el más eficaz de los fosfitos aplicados para controlar la *P. cinnamomi* con 78% de eficacia en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.

El fosfito de potasio a una dosis de 0.3%/ha reportó mayor peso seco (35,3 g planta⁻¹) similar al tratamiento con fosfito de calcio a una dosis de 0,3% (31,7 g planta⁻¹). Asimismo, presentó menor incidencia (23%) de *P. cinnamomi* y menor porcentaje del daño a la raíz con una escala de 1,8 clasificada como regular a buena calidad de la raíz en palto variedad Hass en Huaral.

El tratamiento T3 (Fosfito de potasio a una dosis de 0,3%) quien presentó el mayor rendimiento con 21,2 ton/ha de palto variedad Hass en Huaral.

5.3 Recomendaciones

- Se recomienda usar el fosfito de potasio a una dosis de 0,3%/ha para el control de *P. cinnamomi* en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.
- Se recomienda investigar sobre el fosfito de potasio y el fosfito de calcio sobre *P. cinnamomi* en palto en otras zonas productoras de palto.
- Se recomienda promocionar el uso de fosfitos en el control de hongos fitopatógenos como parte del manejo integrado en diferentes frutales.

CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aberton, M.J., Wilson, B.A., and Cahill, D.M. (1999). The use of potassium phosphonate to control *Phytophthora cinnamomi* in native vegetation at Anglesea, Victoria. *Australasian Plant Pathology* 28(1), 225–234.
- Achary, V., Ram, B., Manna, M., Datta, D., Bhatt, A., Reddy, M. and Pawan, K. (2017). Phosphite: a novel P fertilizer for weed management and pathogen control. *Plant Biotechnol J.* 15(12): 1493–1508
- Alcaraz, M. (2009). *Biología Reproductiva en aguacate (Persea americana Mill.). Implicaciones para la optimización del cuajado* (tesis doctoral). Universidad de Málaga. Málaga, España.
- Ali Z, Smith I, Guest, D.I. (1998) Potassium phosphonate controls root rot of *Xanthorrhoea australis* and *X. minor* caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Australasian Plant Pathology* 28, 120–125.
- Bancayan, L., y Delgado, J. (2016). *Estudio de pre - factibilidad para la producción de palta Hass (Persea americana Mill) en la región Lambayeque con fines de exportación* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.
- Cervera, M., Cautín, R., y Jeria, G. (2007). Evaluación del fosfito cálcico, potásico y magnésico en el control de *Phytophthora cinnamomi* en paltos (*Persea americana Mill*) CV. Hass plantados en contenedor. *Actas VI Congreso Mundial del aguacate*. Simposio llevado a cabo en el *VI World Avocado Congress*, de Viña Del Mar, Chile.

- Campos, H. (2015). *Influencia de los sustratos orgánicos en el mejoramiento de la germinación de las semillas y crecimiento inicial de las plántulas del palto (Persea americana) variedad mexicana, bajo las condiciones de los campos agrícolas de la Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán Y Valle Año 2013* (tesis de pregrado). Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú. 107p.
- Daniel, R., and Guest. D. (2005). Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora* challenged *Arabidopsis thaliana*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 67(3-5), 194-201.
- Engelbrecht, J., and Van den Berg N. (2013). Expression of defence related genes against *Phytophthora cinnamomi* in five avocado rootstocks. *S. Afr. J. Sci.* 109(11/12)
- Eskalen, A. (2017). *Phytophthora Root Rot of Avocado and Management Strategies*. Better Growing. Recuperado de <https://ucanr.edu/sites/eskalenlab/files/292710.pdf>
- Eshraghi, L., Anderson, J., Aryamanesh, N., Shearera, B., McComba, J., Hardya, G., and O'Brien, P. (2011). Phosphite primed defence responses and enhanced expression of defence genes in *Arabidopsis thaliana* infected with *Phytophthora cinnamomi*. *Plant Pathology*, 60, 1086–1095.
- Faber, B., and Downer, J. (2007). Evaluation of commercially available phosphonate products for control of *Phytophthora cinnamomi*. *Actas VI Congreso Mundial del aguacate*. Simposio llevado a cabo en el VI World Avocado Congress, de Viña Del Mar, Chile.
- Gallo, L., Miralles, F., y Alvarez, F. (1978). *La podredumbre de las raíces del aguacate*. Madrid, España: Publicaciones de extensión agraria.
- Gentile, S., Valentino, D., and Tamietti, G. (2009). Control of ink disease by trunk injection of potassium phosphite. *Journal of Plant Pathology* 91(3), 565-571.

- Hardy, G.E.S., Barrett, S., and Shearer, B.L. (2001). The future of phosphite as a fungicide to control the soilborne plant pathogen *Phytophthora cinnamomi* in natural ecosystems. *Australians. Plant Pathology* 30, 133-139.
- Hernández, A. (2011). *Respuesta del cultivo del aguacate (Persea americana Mill.) a la biofertilización en Nuevo San Juan Parangaricutiro* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Huachaca, W. (2012). *Análisis de la situación actual de la producción de palto (Persea americana L.) en EL valle Pampas* (tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Centro del Perú, Huachaca, Huancayo, Perú.
- Hunter, S. (2018). *Determining the risk of phosphite tolerance in Phytophthora species in New Zealand and the United States: a case study on the implications of long-term use of phosphite to control Phytophthora cinnamomi in avocado (Persea americana)* (thesis Master). The University of Waikato. New Zealand.
- Leal, J.M., Castaño, J., and Bolaños, M.M. (2014). Manejo de la pudrición radical (*Phytophthora cinnamomi* rands) del aguacate (*Persea americana* Linneo). *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 17(1), 105-114.
- Luis, K. (2015). *Efecto de los factores fisicoquímicos y biológicos sobre phytophthora cinnamomi rands aislada de cultivos de palto (Persea americana Mill.) del distrito de Moquegua* (tesis de pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.
- Lovatt, C., y Milkelsen R. (2006). Phosphite fertilizers: What are they?. Can you use them?. What can they do?. *Better Crops With Plant Food* 90(4), 11-14.

- Opazo, M. (2000). *Evaluación de dos métodos de aplicación de fosfito potásico en la recuperación de paltos (Persea americana Mill) cv. hass decaídos por Phytophthora cinnamomi Rands* (tesis de pregrado). Universidad Católica De Valparaíso, Quillota, Chile.
- Purihuamán, J. (2014). *Fenología de Pesea americana Mill var. Hass en Chao, la Libertad en el quinto año de producción, campaña 2013-2014* (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Salisbury, F.B., y C.W. Ross. (1994). *Fisiología Vegetal*. México, México: Interamericana.
- SENASA, (2017). *La tristeza del palto y recomendaciones para su control*. Recuperado de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-la-tristeza-del-palto-y-recomendaciones-para-su-control/>
- Taiz, L. Y Zeiger, E. (2006). *Fisiología Vegetal*. Florida, EEUU: Universitat Jaume I.
- Toapanta, D., Morillo, L., y Viera, W. (2016). Diagnóstico molecular de *Phytophthora cinnamomi* asociado a la pudrición radicular en zonas productoras de aguacate en Ecuador. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, 18(2), 285-294.
- Van der Merwe, M., and Kotzé, JM. (1994). Fungicidal action of phosphite in avocado root tips on *phytophthora cinnamomi*. South African Avocado Growers'. *Association Yearbook 17*, 38-45
- Velandia, J., Viteri, S., Rubio, N. y Tovar. (2012). Efecto del Fosfito de Potasio en Combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el Control de Mildeo Velloso (*Peronospora destructor Berk*) en Cebolla de Bulbo (*Allium cepa L.*). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 65(1), 6317-6325.

- Violeta, N. (2015). *Evaluación de tres dosis de fosfito potásico (I.A.) en el control de Phytophthora spp. en plantación de macadamia (Macadamia integrifolia), en finca plantaciones Altamira, San Francisco Zapotitlán, Suchitepéquez* (tesis de pregrado). Universidad De San Carlos De Guatemala, Quetzaltenango, Guatemala.
- Wong, MH., McComb, J., Hardy, G. (2009). Phosphite induces expression of a putative proteophosphoglycan gene in *Phytophthora cinnamomi*. *Australasian Plant Pathology* 38(3): 235-241.
- Yáñez-Juárez M.G., López-Orona C.A., Ayala-Tafoya, F., Partida-Ruvalcaba, L., Velázquez-Alcaraz T.J., and MedinaLópez R. (2017). Phosphites as alternative for the management of phytopathological problems. *Revista Mexicana de Fitopatología* 36(1), 79-94.

ANEXOS

Tabla 17

Matriz de consistencia del “Uso de fosfito como inductor de resistencia a *Phytophthora cinnamomi* rands en palto variedad Hass en Huaral”

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	MÉTODO
<p>- ¿Qué efecto causará la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral?</p> <p>- ¿Cuál será el producto en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass en Huaral?</p> <p>- ¿Qué efecto tendrá la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral?</p>	<p>- Evaluar el efecto de la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral.</p> <p>- Evaluar el producto en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass en Huaral.</p> <p>- Evaluar el efecto de la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.</p>	<p>Ho: No existe diferencias en la aplicación de fosfito como inductor de resistencia a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral</p> <p>Ha: Al menos la aplicación de fosfito tuvo efecto como inductor de resistencia a <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass bajo las condiciones edafoclimáticas de Huaral</p> <p>Ho: No existe diferencias en los productos en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass en Huaral.</p> <p>Ha: Al menos uno de los productos en base de fosfito más eficiente en cuanto al peso fresco y seco de las raíces, así como el porcentaje de daño y la reducción de la incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto variedad Hass en Huaral.</p> <p>Ho: No existe efecto de la aplicación de fosfitos en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.</p> <p>Ha: La aplicación de fosfitos tiene efecto en el rendimiento y calidad del fruto de palta variedad Hass en Huaral.</p>	<p>Variables independientes (X). - Los factores a estudiar serán los siguientes:</p> <p>Tratamientos (T):</p> <p>T1 = Plántulas Testigo inoculadas con <i>P. cinnamomi</i>;</p> <p>T2 = Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.</p> <p>T3 = Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%.;</p> <p>T4 = Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.</p> <p>Variables dependientes (Y):</p> <p>Y1: Severidad de los síntomas</p> <p>Y2: Incidencia de la enfermedad (%)</p> <p>Y3: AUDPC</p> <p>Y4: Rendimiento en (t/ha).</p> <p>Y4: Rendimiento en (t/ha).</p>	<p>El tipo de investigación es experimental porque se busca medir el efecto de los fosfitos como inductor de resistencia y es explicativa porque busca determinar las causas que influyen en el control de <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands en palto.</p>	

Tabla 18*Peso fresco de la raíz en palto variedad Hass*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	77,4	70,2	76,3	76,2	300,1	75,03
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	68,7	50,3	54,2	56,3	229,5	57,38
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	80,2	92,8	82,2	80,3	335,5	83,88
T4: Testigo sin inocular	13,4	11,3	9,6	10,2	44,5	11,13
T5: Testigo inoculado con <i>P. cinnamomi</i> sin control	112,5	109,5	110,2	105,2	437,4	109,35
TOTAL	352,2	334,1	332,5	328,2	1347	67,35

Tabla 19*Peso seco de la raíz en palto variedad Hass*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	30,2	36,5	29,8	30,2	126,7	31,68
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	24,6	21,5	20,3	20,7	87,1	21,78
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	37,2	39,1	29,3	35,6	141,2	35,30
T4: Testigo sin inocular	5,3	6,8	4,1	6,9	23,1	5,78
T5: Testigo inoculado	30,2	28,4	29,6	26,5	114,7	28,68
TOTAL	127,5	132,3	113,1	119,9	492,8	24,64

Tabla 20*Porcentaje del daño a la raíz en palto variedad Hass*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	2	3	2	2	9	2,25
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	3	3	3	2	11	2,75
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	2	1	2	2	7	1,75
T4: Testigo sin inocular	1	1	1	1	4	1,00
T5: Testigo inoculado	5	5	5	5	20	5,00
TOTAL	13	13	13	12	51	2,55

Tabla 21*Porcentaje de incidencia de Phytophthora cinnamomi en palto variedad Hass*

Tratamientos	Bloques				Total	promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	30	30	20	40	120	30,00
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	40	30	40	40	150	37,50
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	30	20	20	20	90	22,50
T4: Testigo sin inocular	0	0	0	0	0	0,00
T5: Testigo inoculado	100	100	100	100	400	100,0
TOTAL	200	180	180	200	760	38,00

Tabla 22*Eficacia de los fosfitos aplicados para controlar la P. cinnamomi en palto*

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	70,0	70,0	80,0	60,0	280,0	70,0
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	60,0	70,0	60,0	60,0	250,0	62,5
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	70,0	80,0	80,0	80,0	310,0	77,5
T4: Testigo sin inocular	100,0	100,0	100,0	100,0	400,0	100,0
T5: Testigo inoculado	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	300,0	320,0	320,0	300,0	1240,0	62,0

Tabla 23***Rendimiento de palto variedad Hass (ton/ha)***

Tratamientos	Bloques				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
T1: Fosfito de calcio a una dosis de 0.3%.	20,4	18,3	17,4	18,4	74,5	18,63
T2: Fosfito de magnesio a una dosis de 0.2%	15,6	14,2	16,3	14,3	60,4	15,10
T3: Fosfito de potasio a una dosis de 0.3%.	22,4	21,5	19,6	21,0	84,5	21,13
T4: Testigo sin inocular	3,6	4,2	5,3	5,1	18,2	4,55
T5: Testigo inoculado	14,7	17,4	14,5	17,2	63,8	15,,95
TOTAL	76,7	75,6	73,1	76,0	301,4	15,07

Figura 7. Trabajos realizados en el campo de palto en Huaral









