



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional**

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



**EVALUACION DE ORIGINALIDAD**

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

**"EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICHODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERÚ, 2021"**

Presentado por:

**PILLPE VALENCIA CÉSAR ARTEMIO**

De la **MAESTRÍA EN AGRONOMÍA** mención **PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

**El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 0%.**

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 05 de setiembre de 2025.

**Atentamente**

  
UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"  
ESCUELA DE POSGRADO  
Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA  
DIRECTOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRIA: AGRONOMIA**

**Mención: Producción Agrícola**



Eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en Ica – Perú, 2021

**Línea de Investigación:** Ciencias Naturales

**PRESENTADA POR:**

Bach. CÉSAR ARTEMIO PILLPE VALENCIA

**GRADO A OBTENER: MAESTRO**

**ASESOR:**

Mag. ORLANDO RUBEN BALBIN CARDENAS

**Ica – Perú**

**2025**

## **Dedicatoria**

**A nuestro Creador Universal, fuente de la eterna luz de la sabiduría.**

A mis queridos padres:

**Teresa y Fortunato**

Por su amorosa comprensión y por su valioso apoyo y aliento en mi formación profesional.

A mi hermano **José**

Por sus consejos e invaluable apoyo en mi desarrollo como persona y profesional.

A mi esposa **Luz**

Por su gran comprensión, amor y apoyo moral.

A toda mi familia terrenal por su incondicional apoyo hacia mi persona.

**A todos ellos mi más sincero agradecimiento.**

**César Artemio Pillpe Valencia**

### **Agradecimiento**

- ♦ A Dios, por permitir la culminación exitosa del presente trabajo de investigación.
- ♦ A la Universidad Nacional “San Luís Gonzaga”, alma mater de mi formación profesional.
- ♦ A la Escuela de Posgrado Maestría en Agronomía – Producción Agrícola, en especial a cada uno de los docentes que me guiaron en mi formación de Posgrado.
- ♦ Al Mag. Orlando Rubén Balbín Cárdenas por su guía durante mis años académicos en la escuela de Posgrado y por su valioso apoyo y orientación en la ejecución de mi trabajo de investigación como actual asesor.
- ♦ A quien en vida fue el Dr. Carlos Alberto Cabrera Aparcana, primer asesor del presente trabajo de investigación quien me apoyo incondicionalmente hasta su triste partida.
- ♦ A la Dra. Silvia María Borjas Roa por su valioso apoyo en la elaboración del Proyecto de tesis del presente trabajo de investigación.
- ♦ A mis amigos, personal administrativo y demás personas que de una u otra forma me apoyaron en la culminación satisfactoria de mi trabajo de investigación de Posgrado.

**A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Situación Problemática.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	6
1.2.1. Problema General.....	7
1.2.2. Problemas Específicos.....	7
1.3 Justificación e importancia.....	7
1.4. Objetivos de la investigación.....	9
1.4.1. Objetivo General.....	9
1.4.2. Objetivos Específicos.....	9
1.5. Hipótesis de la investigación.....	9
1.5.1. Hipótesis General.....	9
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	9
1.6. Variables de la investigación.....	10
II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.1. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	14
2.2.1 Técnicas de recolección de datos.....	14
2.2.2 Instrumentos de recolección de datos.....	14
2.3. Tipo, Nivel y Diseño de investigación.....	35
2.3.1 Tipo de investigación.....	35
2.3.2 Nivel de investigación.....	35
2.3.3 Diseño de investigación.....	35
2.4. Población – Muestra.....	35
2.5. Metodología de la Investigación.....	35
III. RESULTADOS.....	39
3.1. Presentación e interpretación de los resultados.....	39
IV. DISCUSIÓN.....	56
4.1. Discusión de Resultados.....	56
V. CONCLUSIONES.....	61
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
VIII. ANEXOS.....	67

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>		<b>Págs.</b>
Tabla 1	Operacionalización de las variables	12
Tabla 2	Tratamiento Trichoderma empleando diferentes sustratos	15
Tabla 3	Contaminantes más comunes en laboratorio	29
Tabla 4	Parámetros establecidos de organismos de regular la calidad de Trichoderma	30
Tabla 5	Tratamientos en estudio	35
Tabla 6	Análisis físico mecánico del suelo 0.00 a 0.30 cm	39
Tabla 7	Análisis físico mecánico del suelo 0.30 a 0.60 cm	39
Tabla 8	Análisis químico del suelo de 0.00 a 0.30 cm	40
Tabla 9	Análisis químico del suelo de 0.30 a 0.60 cm	41
Tabla 10	Información meteorológica – mensual agosto 2022 a mayo 2023	43
Tabla 11	Calendario de riegos agosto 2022 a mayo 2023	44
Tabla 12	Análisis de varianza de peso fresco de las raíces	49
Tabla 13	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” de peso fresco de las raíces.	50
Tabla 14	Análisis de varianza de peso seco de las raíces	50
Tabla 15	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” de peso seco de las raíces.	51
Tabla 16	Análisis de varianza de daño de raíz (%)	51
Tabla 17	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” de daño de raíz (%)	52
Tabla 18	Análisis de varianza de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i>	52
Tabla 19	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” de incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i>	53
Tabla 20	Análisis de varianza de eficacia de Trichoderma sp, aplicado.	53
Tabla 21	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” DE eficacia de <i>Trichoderma sp</i> aplicado	54
Tabla 22	Análisis de varianza de rendimiento (tm/ha)	54
Tabla 23	Prueba de amplitudes significativas de “DUNCAN” de rendimiento (TM/ha)	55

<b>INDICE DE FIGURAS</b>	<b>Págs</b>
Figura 1: Foto Satelital de la ubicación del Fundo San Camilo.....	13
Figura 2: Ciclo de vida de <i>P. cinnamomi</i> . Rands. Proceso de infección (Abelleira y Cols 1996).....	20
Figura 3: Método masivo de producción <i>Trichoderma</i> sp. en bolsas.....	25
Figura 4: Proceso de colonización y esporulación en bandejas.....	27
Figura 5: Solución cosechadora en liquido.....	34
Figura 6: Colonización del <i>Trichoderma</i> sp en Placa Petri en laboratorio.....	48
Figura N° 7: Poda del frutal y realización del Analisis de Suelo.....	
Figura N° 8: Entrega de los productos y mezcla de los mismos para la aplicación Foliar en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Formulación en polvo con alta concentración de esporas.....	
Figura N° 9: Aplicación al suelo en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Formulación granulada sobre sustrato de arroz.....	
Figura N° 10: Aplicación foliar en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Solución líquida con concentración de $2.1 \times 10^9$ UFC/ml.....	

## RESUMEN

En el ensayo; el objetivo fue evaluar la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en Ica – Perú, efectuado en el Fundo “San Camilo” en la zona media del valle de Ica, distrito de Parcona. Los hallazgos demuestran que las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* (líquida, polvo y en arroz) presentan alta efectividad en el control de la etiología de *Phytophthora cinnamomi*, con diferencias significativas entre los tratamientos. La formulación en arroz mostró la mejor eficiencia en términos de disminución del daño de la raíz, el peso fresco y seco de las raíces, y la incidencia de la enfermedad. La formulación líquida de *Trichoderma sp.* evidenció su capacidad para reducir la presencia de *Phytophthora cinnamomi*, aunque no alcanzó la eficacia de la formulación en arroz. Los resultados respaldan el objetivo específico de evaluar la eficacia de la formulación líquida, mostrando que es una estrategia potencialmente positiva para el control de la enfermedad, aunque con un menor impacto comparado con la formulación en arroz. *Trichoderma viride* 0.5 kg/Ha (formulación en polvo) también mostró efectos positivos en la reducción de la enfermedad, aunque con un menor rendimiento que la formulación líquida y en arroz. La formulación en arroz de *Trichoderma sp.* se destacó como la opción más eficiente para reducir la infestación de *Phytophthora cinnamomi*, con la mayor reducción del daño en las raíces y una menor ocurrencia de la enfermedad.

Palabras claves:

Formulaciones, *Trichoderma sp.*, Control biológico, *Phytophthora cinnamomi*, cultivo de palto

## ABSTRACT

In the trial; the objective was to evaluate the efficacy of three formulations of *Trichoderma* sp. in the control of *Phytophthora cinnamomi* in the avocado crop in Ica - Peru, carried out in the Fundo "San Camilo" in the middle zone of the valley of Ica, district of Parcona. The findings demonstrate that the three formulations of *Trichoderma* sp. (liquid, powder and rice) present high effectiveness in the control of the etiology of *Phytophthora cinnamomi*, with significant differences among treatments. The formulation in rice showed the best efficiency in terms of decreasing root damage, root fresh and dry weight, and disease incidence. The liquid formulation of *Trichoderma* sp. evidenced its ability to reduce the presence of *Phytophthora cinnamomi*, although it did not reach the efficacy of the rice formulation. The results support the specific objective of evaluating the efficacy of the liquid formulation, showing that it is a potentially effective strategy for disease control, although with a lower impact compared to the rice formulation. *Trichoderma viride* 0.5 kg/Ha (powder formulation) also showed positive effects on disease control, although with a lower performance than the liquid and rice formulation. The rice formulation of *Trichoderma* sp. proved to be the most effective in reducing *Phytophthora cinnamomi* infestation, with the greatest reduction in root damage and lower disease incidence.

Key words:

Formulations, *Trichoderma* sp., Biological control, *Phytophthora cinnamomi*, avocado crop.

## INTRODUCCIÓN

Ica, se ha consolidado como una importante región agroexportadora, destacándose por una agricultura de plantaciones de alto valor comercial, entre ellos el palto (*Persea americana* M.), especialmente la variedad Hass. Sin embargo, la presencia de *Phytophthora cinnamomi*, un patógeno de suelo que causa la enfermedad de la pudrición de la raíz, representa una amenaza significativa para la productividad y calidad del cultivo.

El cultivo del palto, es actualmente uno de los frutales con mayor relevancia para las exportaciones agrícolas nacionales, destaca por su impacto económico y demanda internacional, sobre todo la variedad Hass y fuerte, la primera por su tolerancia a las exigencias del transporte y de exportación y la segunda por sus propiedades organolépticas aceptadas a nivel local y nacional.

Esta fruta es un alimento altamente nutritivo que se distingue por su elevada concentración de proteínas y la presencia de aceites insaturados, además de no contener colesterol. El aceite derivado de la palta es de fácil absorción por el organismo y contribuye a un equilibrio saludable entre las lipoproteínas, favoreciendo el incremento del colesterol beneficioso (HDL) y ayudando a reducir el impacto del colesterol perjudicial (LDL). Asimismo, su consumo aporta una variedad de minerales, vitaminas y energía, convirtiéndolo en un elemento valioso dentro de una dieta equilibrada y natural. [1].

El cultivo presenta una gran variedad de patrones (portainjertos), resistentes a los ataques de enfermedades, así como la tolerancia a las condiciones agroclimáticas adversas, las plantas injertadas brindan variedad y uniformidad en calidad, forma y tamaño del fruto. Sin embargo, el palto es susceptible al ataque de diversas plagas, entre los que tenemos a los microorganismos fitopatógenos siendo los de mayor importancia económica y social: *Phytophthora cinnamomi* que genera una baja en la productividad e incrementa el costo de producción desmejorando la calidad exportable del fruto. En el análisis de los aislamientos y su especificación morfológica, los resultados conseguidos en el ensayo han permitido identificar al patógeno *Phytophthora cinnamomi* Rands como el determinante de la enfermedad conocida como tristeza del palto en las variedades Hass y Fuerte. [2].

*P. cinnamomi* es una enfermedad con presencia global que se encuentra presente en todos los países donde se cultiva el palto. En el Perú, la enfermedad se ha detectado en todas las regiones productoras, causando pérdidas económicas significativas. El control de *P. cinnamomi* es un desafío, ya que el hongo es muy resistente a los fungicidas químicos. Recientemente, se ha intensificado la atención hacia el empleo de agentes biológicos para el control de esta enfermedad. Actualmente como medida de control estandarizada se emplea el control químico a base de la aplicación de aluminio trifosfato, Fosetil, Metalaxil, Silicato de Potasio, Propamocarb y Zineb;

haciendo que la frecuente aplicación de estos productos disminuya la fauna benéfica existente en el suelo. [3].

El manejo convencional de esta enfermedad, basado principalmente en agroquímicos, si bien ofrece control, genera preocupaciones ambientales y puede alterar el equilibrio microbiológico del suelo. Ante esta situación, la búsqueda de alternativas sostenibles es crucial.

*Trichoderma sp.* es un hongo ampliamente distribuido, reconocido por su adaptabilidad y la síntesis de múltiples metabolitos con aplicaciones en biotecnología y cuidado ambiental. Su relevancia se fundamenta en el potencial que posee para originar enzimas, sustancias volátiles y compuestos que estimulan el crecimiento vegetal. Este hongo es utilizado como un controlador biológico contra los patógenos de las plantas, lográndolo a través de la generación de compuestos secundarios y la disputa por los recursos, nutrientes y espacio, micoparasitismo y procesos de antibiosis.

Asimismo, distintas especies de *Trichoderma* han sido aprovechadas en técnicas de fermentación en medios sólidos y cultivos líquidos, contribuyendo a la degradación de materiales lignocelulósicos y a la producción de fuentes alternativas de energía, como el etanol. [4].

En consecuencia, la finalidad de esta investigación fue evaluar la efectividad de tres preparaciones distintas de *Trichoderma sp.* para controlar *Phytophthora cinnamomi*, bajo condiciones reales de campo, en plantaciones de palto variedad Hass en la región Ica, Perú, buscando identificar la formulación más prometedora para un manejo integrado y sostenible de esta limitante enfermedad.

*Trichoderma sp.* es un hongo benéfico que ha demostrado ser eficaz en la gestión de diversos agentes patógenos, incluyendo *P. cinnamomi*. Este hongo promueve una serie de compuestos antifúngicos que inhiben el crecimiento de los microorganismos causantes de enfermedades, así como enzimas que actúan sobre la pared celular fúngica, facilitando su degradación.

Al evaluar la eficacia de las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *P. cinnamomi* en el cultivo del palto, los hallazgos de esta investigación podrían tener implicaciones significativas para los productores de palto en la región Ica, proporcionando una estrategia potencialmente efectiva y sostenible para el control de *P. cinnamomi*. Además, los hallazgos podrían contribuir a la literatura científica existente sobre el uso de *Trichoderma sp.* en el control de patógenos de las plantas. Por tanto, el presente ensayo tuvo como fin determinar la opción más eficiente para mitigar el impacto de esta enfermedad y contribuir a la perdurabilidad de la producción agroexportadora de la región.

### **1.1. Situación Problemática.**

#### **a) Antecedentes internacionales**

Barboza et.al [5]. La región de Montes de María, considerada un importante productor de aguacate en el Caribe colombiano, ha enfrentado una reducción en su producción a causa de

la enfermedad conocida como tristeza del aguacate, atribuida al hongo *Phytophthora cinnamomi*. Aunque su control tradicional se basa en compuestos químicos, los efectos perjudiciales que inducen en los ecosistemas han estimulado la búsqueda de alternativas ecológicas. En esta línea, se propuso evaluar in vitro la capacidad antagonista de cepas nativas de *Trichoderma spp.* frente a *P. cinnamomi*, así como su identificación mediante métodos moleculares. Las muestras fueron tomadas de cultivos ubicados en los municipios de Chalán y Ovejas, utilizando trampas elaboradas con arroz precocido para obtener 30 cepas fúngicas; de ellas, 9 evidenciaron inhibición efectiva mediante micoparasitismo. Posteriormente, se identificaron como *T. harzianum* y *T. viride*, especies con amplio reconocimiento por ser eficaz en el control biológico de patógenos. Estos hallazgos iniciales respaldan su posible aplicación como sustitutos de agroquímicos en el manejo fitosanitario del aguacate, promoviendo un modelo agrícola más sostenible.

Carrera. [6]. En Ecuador, se desarrolló un estudio titulado “Aislamiento e identificación del Oomycete *Phytophthora cinnamomi*, causante de la pudrición radicular del aguacate, y evaluación de su antagonismo in vitro mediante *Trichoderma spp.*”. Esta investigación tuvo como finalidad aislar e identificar al patógeno responsable del daño del sistema radicular en *Persea americana.*, de acuerdo a los resultados de estudio in vitro se determinó lo siguiente:

- Las plantas de palto muestreadas presentaron la enfermedad ocasionada por fitopatógeno *P. cinnamomi* tipo A2.
- De las 4 cepas de *Trichoderma* empleadas, los resultados más sobresalientes se consiguieron con la especie de *Trichoderma viride*, presentando micoparasitismo elevado al ocupar toda la superficie del patógeno.
- Los tratamientos con *Trichoderma* aislada, *T. viride* y *T. harzianum*, su efecto de control fue más efectivos, de acuerdo a la información procesada.
- *T. viride*, *T. harzianum* y *Trichoderma* nativa tienen potencial como entomopatógenos de control de “Tristeza del aguacatero”.

Conrado et.al. [7]. Señalan que, *Trichoderma* es un hongo con una notable capacidad para adaptarse y colonizar distintos tipos de sustratos, incluso en condiciones ambientales difíciles. Su riqueza en enzimas hidrolíticas y su eficiente mecanismo de reparación celular le otorgan una ventaja para sobrevivir y desarrollarse en entornos hostiles. Por su acción sobre otros hongos, se ha consolidado como un factor esencial en el desarrollo de agentes de control biológico ampliamente utilizados en diversos sistemas de producción agrícola. Investigaciones recientes han evidenciado que *Trichoderma* no solo funciona como un agente contra patógenos, sino que también impulsa el crecimiento vegetal y la germinación de semillas. Al interactuar

con las plantas, activa respuestas defensivas que las ayudan a resistir tanto enfermedades como condiciones ambientales adversas.

Este fenómeno, conocido como "efecto Trichoderma", desencadena mecanismos de regulación genética que favorecen un desarrollo vegetal más eficiente, permitiendo que las plantas se adapten mejor a condiciones subóptimas y refuercen su capacidad de resistencia sistémica. Para maximizar su potencial en la agricultura, es crucial seleccionar las cepas más adecuadas y establecer condiciones óptimas para su aplicación. Además, su impacto puede transmitirse a generaciones futuras, lo que abre nuevas posibilidades para su inclusión en estrategias de producción de semillas y plántulas, promoviendo una agricultura más sostenible y eficiente.

Moya et.al. [8]. Los cultivos bajo condiciones protegidas en República Dominicana, suelen mostrar daños en el sistema radicular debido a la acción de hongos fitopatógenos de los géneros *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Pythium* y *Sclerotium*. Aunque su manejo convencional ha estado basado en productos agroquímicos, estudios recientes han resaltado el uso de *Trichoderma spp.* como alternativa biológica viable. En este contexto, la investigación se orientó a analizar la efectividad de cepas locales de *T. asperellum*, *T. longibrachiatum* y *T. harzianum* para reducir enfermedades fúngicas en ají cubanela (*Capsicum annuum* L., variedad 'Granada') cultivado en ambiente controlado. El trabajo experimental se llevó en la Estación Experimental Mata Larga del IDIAF, aplicando un diseño completamente aleatorizado con 18 cepas distintas. Si bien los resultados iniciales no mostraron diferencias significativas, en la etapa complementaria se evidenció una disminución estadísticamente relevante en la mortalidad de las plantas ( $p = 0.017$ ) al aplicar las cepas T19B, T22C, T25A y T28A frente a infecciones provocadas por *Phytophthora capsici*. Estos hallazgos respaldan el potencial de dichas cepas como agentes de biocontrol eficaces con los principios de una agricultura ambientalmente responsable y sostenible.

#### **b) Antecedentes nacionales**

Morales [9]. En Perú, se ha documentado que el hongo fitopatógeno *Phytophthora cinnamomi* es el principal responsable de la pudrición radicular en cultivos de palto. Se evaluó el potencial antagonista de cepas nativas de *Trichoderma spp.*, recolectadas en la rizósfera de plantaciones de palto ubicadas en el distrito de Quilmaná, Cañete. Para ello, se implementó un ensayo in vitro mediante la técnica de cultivo dual, con el objetivo de establecer el porcentaje de reducción en el crecimiento radial (PICR) del patógeno. De las cepas obtenidas, tres - denominadas P1.1, P4.9 y P5.3 - manifestaron los mayores niveles de inhibición, alcanzando valores de 53,86 %, 56,24 % y 60,49 %. Posteriormente, el análisis molecular reveló que las

cepas P4.9 y P1.1 comparten un 99,66 % y 100 % de similitud con *Trichoderma asperellum*, mientras que la cepa P5.3 presentó un 98,17 % de coincidencia con especies del género *Trichoderma*, según resultados del análisis BLAST.

Chaupis [10] En etapa de vivero, la pudrición radicular del palto representa uno de los principales desafíos sanitarios en la localidad evaluada, realizándose este estudio con el propósito de optimizar la conducción del sustrato y mitigar la ocurrencia de dicha enfermedad en condiciones controladas, específicamente en la comunidad de Bellavista, Huancavelica. Se aplicaron cinco tratamientos: T1 (formol más agua hervida), T2 (Thiabendazol), T3 (*Trichoderma spp.* combinado con gallinaza), T4 (Thiophanate Methyl 50 % junto a Thiram 30 % WP) y T5 como control sin intervención. Las variables observadas incluyeron porcentaje de emergencia, frecuencia de la enfermedad, longitud radicular y altura de planta. Los tratamientos T1 y T2 expusieron una reducción más significativa en la incidencia de pudrición radicular, alcanzando valores de 13,29 %, seguidos por T4 con 19,04 %, comparándolo con el testigo que registró una proporción de 38,05 %, evidenciando así su eficacia bajo condiciones de vivero.

Gutiérrez [11]. Se analiza el efecto de distintas concentraciones de *Trichoderma harzianum* en el control del fitopatógeno *Phytophthora cinnamomi* en plantas de palto (*Persea americana*) variedad Hass, cultivadas en el valle de Cañete. Los ensayos incluyeron un grupo de control sin aplicación de *Trichoderma* y tres dosis experimentales (1,5 mL, 3,5 mL y 5,5 mL de producto comercial por árbol). Los resultados mostraron que las aplicaciones de 3,5 mL y 5,5 mL lograron disminuir la incidencia de la enfermedad y mejorar el rendimiento del frutal. Se concluye que la dosis de 3,5 mL es la más eficiente, al combinar efectividad con menor costo.

Guevara. [12]. Esta investigación analizó el potencial antagonista de distintos géneros de *Trichoderma sp.* frente al hongo *Fusarium oxysporum* bajo condiciones controladas de laboratorio. Para ello, se recolectaron muestras de suelo en 21 parcelas cultivadas con palto, con el fin de aislar cepas nativas que pudieran mostrar actividad inhibitoria contra dicho fitopatógeno, seleccionando áreas con distintos niveles de afectación en las plantas. A partir de estas muestras, se realizaron aislamientos de ambos microorganismos utilizando diluciones y medios de cultivo enriquecidos con antibiótico.

En total, se identificaron 103 aislamientos de *Trichoderma spp.*, destacándose *T. aureoviride* y *T. atroviride* por su rápida esporulación y desarrollo. La interacción antagónica entre estos hongos se evaluó mediante ensayos de cultivo dual en diferentes formatos. Sin embargo, los resultados estadísticos sobre la germinación conidial de *Fusarium oxysporum* no reflejaron diferencias significativas al compararlas con otras especies de *Trichoderma*.

Se determinó que las especies *Trichoderma atroviride* y *T. aureoviride*, aisladas de suelos cultivados con palto pertenecientes a la empresa agroindustrial Camposol S.A.C., exhibieron actividad inhibitoria frente a cepas nativas de *Fusarium oxysporum*. Este resultado destaca su posible aplicación como componentes esenciales en el MOP o de las tácticas de control sostenible dentro de planes fitosanitarios.

### c) Antecedentes locales

En la revisión de antecedentes locales sobre la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto, no se encontraron investigaciones específicas en la región de Ica. No obstante, estudios nacionales e internacionales han abordado aspectos relacionados con el ensayo propuesto evidenciando su importancia en el campo del control biológico. Dado que esta problemática aún no ha sido documentada, el presente estudio busca generar información relevante, contribuyendo al conocimiento y aplicación de la eficacia de las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

## 1.2. Formulación del Problema.

El ensayo se centra en el impacto de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en la región de Ica, por ser un patógeno que causa enfermedades graves en diversas variedades de plantas, incluyendo el frutal Palto. Esta enfermedad puede resultar en pérdidas significativas de rendimiento y calidad, lo que a su vez puede tener un impacto económico negativo en los agricultores y en la industria del palto en general.

Mundialmente existen actualmente diversas especies fitopatógenas que atacan en el cultivo del palto tanto a nivel radicular como a nivel foliar, muchos de estos hongos parásitos inician su ataque desde las condiciones de vivero, siendo las más importantes por los graves perjuicios económicos que causan en la planta: *Phytophthora cinnamomi*; es promotora de enfermedades que causa la muerte de las plantas; su ataque se puede iniciar desde las condiciones de vivero, sobre todo los que se desarrollan en suelos o sustratos donde no se guarda la asepsia correspondiente.

Además, las estrategias actuales de control de *P. cinnamomi* pueden ser insuficientes o insostenibles a largo plazo. Por ejemplo, el uso de fungicidas químicos puede tener efectos ambientales negativos y el patógeno puede desarrollar resistencia a estos productos.

En consecuencia, resulta apremiante descubrir nuevas alternativas o métodos de control alternativos y sostenibles. En este contexto, el uso de *Trichoderma sp.*, un hongo beneficioso reconocido por su capacidad para controlar una variedad de patógenos de las plantas, surge

como una posible solución. Sin embargo, la eficacia de diversas formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *P. cinnamomi* en el palto aún no se ha estudiado a fondo.

Estas especies de hongos atacan en todas las zonas edafoclimáticas del Perú en donde se está desarrollando el cultivo del palto, por lo que es un gran reto fitosanitario por resolver.

“*Phytophthora cinnamomi* es un patógeno que causa daños significativos en el palto en la región de Ica, resultando en pérdidas de rendimiento y calidad y por ende mantener la inocuidad del fruto. A pesar de los esfuerzos para controlar este patógeno, las estrategias actuales pueden ser insuficientes, insostenibles o generar impactos adversos en el entorno. En consecuencia, se requiere explorar métodos de control alternativos y sostenibles. *Trichoderma sp.* es un hongo beneficioso popular por su capacidad para controlar un amplio espectro de microorganismos causantes de enfermedades de las plantas y podría ser una solución potencial. Sin embargo, no se ha investigado a fondo la eficacia de diversas formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *P. cinnamomi* en el cultivo del palto. Por lo tanto, el problema que esta tesis busca abordar es: ¿Cuál es la eficacia de tres formulaciones diferentes de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en Ica, Perú? Por lo tanto, esta tesis evalúa la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *P. cinnamomi* en el palto en Ica.

### **1.2.1. Problema General.**

**P.G.0.** ¿Cuál es la eficacia de las formulaciones líquida, en polvo y de su formulación en arroz de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

**P.E.1.** ¿Cuál es la eficacia de la formulación líquida de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto?

**P.E.2.** ¿Cuál es la eficacia de la formulación en polvo de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto?

**P.E.3.** ¿Cuál es la eficacia de la formulación en arroz de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto?

## **1.3 Justificación e importancia**

### **1.3.1. Justificación**

El palto (*Persea americana*), constituye una de las principales especies frutales de gran relevancia económica en la región Ica, destacándose como uno de los importantes productos de exportación debido a su alta demanda en mercados internacionales. No obstante, el proceso productivo se ve afectado, por problemas fitosanitarios, siendo

*Phytophthora cinnamomi* uno de los patógenos más agresivos, responsable de la enfermedad de la tristeza del palto, que afecta seriamente el desarrollo y rendimiento de los huertos.

Dado el impacto de esta enfermedad en la productividad del cultivo, el manejo fitosanitario en la región se ha basado mayormente en el uso de agroquímicos, lo que puede generar efectos adversos en el suelo, el medio ambiente y la sostenibilidad agrícola a largo plazo. A partir de este marco situacional, el uso de biocontroladores, como *Trichoderma sp.*, se presenta como una alternativa sostenible, promoviendo prácticas agrícolas que minimicen la utilización de productos químicos sin comprometer la eficiencia del control de enfermedades.

El ensayo tuvo como finalidad emplear formulaciones de *Trichoderma sp.* que permita lograr la inhibición del patógeno *Phytophthora cinnamomi* durante el manejo del palto, y en el estímulo del crecimiento vegetal.

Científico: El ensayo realizado permite verificar a *Trichoderma sp.* como hongo antagonista, contar con información científica de campo como la data de laboratorio e incentivar a los investigadores y a las empresas a nivel regional a mostrar interés por este hongo biocontrolador (*Trichoderma sp.*).

Social: En la investigación se plantea modificar el uso de formulaciones de *Trichoderma sp.*, como alternativa de control biológico reduciendo la aplicación de fungicidas químicos para el control de esta enfermedad así mismo, mantener un enfoque ambientalmente sostenible y preservar el bienestar del consumidor.

Económico: A través del desarrollo del ensayo y finalización, se propondrá el uso de *Trichoderma sp.* como hongo antagonista, considerado como un soporte principal para un nuevo enfoque agrícola y se consolide como una solución viable gracias a su eficiencia operativa y menor demanda de recursos económicos, en el control de los problemas causados por los microorganismos fitopatógenos del agroecosistema.

### **1.3.2 Importancia.**

La investigación de nuevas metodologías en la conducción de plagas y enfermedades representa un aspecto crucial para la agricultura nacional, debido a la necesidad de identificar estrategias innovadoras y eficaces del control de los hongos fitopatógenos que atacan al cultivo del palto, siendo la utilización de diversas formulaciones de *Trichoderma sp.* una opción válida, pero es necesario comprobar la dosis adecuada de su aplicación de cada una de ellas, dentro del enfoque de una agricultura orientada a la sostenibilidad.

La investigación busca evaluar la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en la supresión de *Phytophthora cinnamomi*, determinando su potencial como agente de biocontrol en el cultivo de palto en la región de Ica. Este estudio no solo contribuirá con información científica sobre el desempeño de estas formulaciones en condiciones locales, sino que también servirá como base para la implementación de estrategias fitosanitarias más sostenibles y económicamente viables para los productores agrícolas. El desarrollo de esta investigación es fundamental para optimizar la salud de los cultivos en la región, fortalecer el modelo de producción basado en el manejo biológico y contribuir al posicionamiento del palto peruano en mercados internacionales con certificaciones de producción sostenible.

#### **1.4. Objetivos de la investigación.**

##### **1.4.1. Objetivo General.**

**O.G.0.** Evaluar la eficacia de las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos.**

- **O.E.1.** Evaluar la eficacia de la formulación líquida de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.
- **O.E.2.** Evaluar la eficacia de la formulación en polvo de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto
- **O.E.3.** Evaluar la eficacia de la formulación en arroz de *Trichoderma sp.* en el control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

#### **1.5. Hipótesis de la investigación.**

##### **1.5.1. Hipótesis General.**

**H.G.0.** La aplicación de formulaciones; líquido, polvo y en arroz de *Trichoderma sp.* reduce el daño de la enfermedad causada por *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

##### **1.5.2. Hipótesis Específicas.**

- **H.E.1.** La aplicación de la formulación líquida de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.
- **H.E.2.** La aplicación de la formulación sólida de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.
- **H.E.3.** La aplicación de la formulación en arroz de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

## 1.6. Variables de la investigación

### a. Variable independiente (causa) (X1).

Formulaciones de *Trichoderma sp*

#### Indicadores

- Dosis.
- Momento de aplicación

### b. Variable dependiente (efecto) Y1

Control del grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi*

#### Indicadores

- Aumento de la producción del frutal.
- Mejora la calidad del fruto.

### c. Variable Intervinientes

Factores que pueden afectar significativamente la interacción entre *Trichoderma sp.* y *Phytophthora cinnamomi*. Factores como la temperatura, humedad relativa, pH del suelo y contenido de materia orgánica pueden influir en la actividad y efectividad de *Trichoderma* como agente de biocontrol.

#### Temperatura y humedad

*Trichoderma* requiere niveles óptimos de temperatura y humedad para su desarrollo y acción antagónica. Ica presenta un clima árido con baja humedad, lo que podría impactar la viabilidad del hongo en el suelo.

- En condiciones de déficit hídrico, la competencia por recursos entre *Trichoderma* y otros microorganismos pueden verse afectada, reduciendo su efectividad.

#### Interacción con otros microorganismos

- La presencia de otros hongos y bacterias en el suelo puede modificar la dinámica de competencia y afectar la actividad de *Trichoderma*.
- Es posible que existan microorganismos que inhiban su crecimiento o que favorezcan la proliferación de *Phytophthora cinnamomi*, lo que puede alterar los resultados esperados.

#### Aplicaciones Fitosanitarias

Si se aplican fungicidas convencionales por riego, pueden afectar la viabilidad de *Trichoderma sp.*, reduciendo su efectividad como biocontrolador.

#### Condiciones edáficas

Factores como el pH, salinidad y humedad del suelo pueden influir en la capacidad de establecimiento de *Trichoderma sp.* y su interacción con el patógeno.

#### **d. Operacionalización de las Variables.**

La variable independiente corresponde a las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* (líquido, polvo y arroz), diseñadas como agentes biológicos con capacidad para inhibir el progreso de *Phytophthora cinnamomi*, asimismo de favorecer el crecimiento del cultivo. Cada formulación fue considerada un tratamiento específico, aplicado bajo condiciones controladas con el propósito de evaluar su efectividad en la disminución de la presencia del agente patógeno.

Por otro lado, la variable dependiente se refiere al nivel de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en plantas susceptibles. Para su análisis, se establecieron categorías de afectación basadas en criterios definidos previamente, lo que permitió evaluar el impacto de las diferentes formulaciones de *Trichoderma sp.* en el manejo de la enfermedad.

Asimismo, se incorporaron indicadores específicos para cada variable. En el caso de la variable independiente, se distinguieron los efectos de las formulaciones en líquido, polvo y arroz. Respecto a la variable dependiente, se asignaron niveles de infestación que van del Grado 1 al 5, facilitando la comparación de la eficacia de los tratamientos utilizados.

Este enfoque garantiza una evaluación precisa del comportamiento de *Trichoderma sp.* en el control del patógeno, proporcionando datos relevantes para la optimización de su aplicación en el cultivo de palto.

**TABLA 1**  
**OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR
<b>V. I</b> <b>Tres</b> <b>Formulaciones de</b> <b><i>Trichoderma sp</i></b>	Formulaciones de <i>Trichoderma sp.</i> Preparados de Hongos antagonistas (que se oponen) que controlan hongos fitopatógenos. Además de bioestimular el crecimiento de los cultivos.	de Material alimenticio que permite el crecimiento de <i>Trichoderma</i> con diferentes formulaciones y que al aplicarlos son efectivos para el control de hongos patógenos.	Formulaciones de <i>Trichoderma sp.</i> En líquido, en polvo y en arroz	<b>Indicador 1</b> Formulación en líquido. <b>Indicador 2</b> Formulación en polvo <b>Indicador 3</b> Formulación en arroz
<b>V.D</b> <b>Control del grado</b> <b>de infestación de</b> <b><i>Phytophthora</i></b> <b><i>cinnamomi</i></b>	<i>Phytophthora cinnamomi</i> : Hongo que causa la tristeza del palto, limitando su desarrollo, reduciendo la calidad y producción de la fruta.	Se utilizará plantas con susceptibles al hongo <i>Phytophthora cinnamomi</i> para conocer los grados de infestación del patógeno.	Grado de control Manejo del Cultivo	<b>Indicador 1</b> Grado de infestación 1 Grado de infestación 2 Grado de infestación 3 Grado de infestación 4 Grado de infestación 5

**Fuente: Elaboración Propia**

## Ubicación del Lote donde se realizó el ensayo



**Figura N° 1: Foto Satelital de la ubicación del Fundo San Camilo**

Latitud: 14°04'19.50'' S

14° 4.322' S

Longitud: 75° 42'45.30'' O

75° 42.746' O

Elevación: 402 m.s.n.m.

## II. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. Técnicas e Instrumentos de Investigación

#### 2.2.1 Técnicas de recolección de datos.

Observación directa, evaluando la severidad y la manifestación de la enfermedad, se llevaron a cabo observaciones visuales periódicas de las plantas, registrando los síntomas según la escala definida. Se utilizaron formatos o fichas de registro para estandarizar la evaluación. Se aplicó la metodología de observación transeccional, lo que facilitó la recolección y evaluación de datos para su análisis posterior.

#### 2.2.2 Instrumentos de recolección de datos.

Se utilizó la ficha de registro, que es un formato predefinido para registrar las observaciones del grado de severidad y frecuencia de aparición de la enfermedad, así como otros síntomas relevantes. La Escala de severidad, es un sistema estandarizado para clasificar la intensidad de los síntomas de *Phytophthora cinnamomi*. Se utilizaron cartillas estandarizadas para la evaluación. Los datos obtenidos fueron procesados mediante herramientas estadísticas, permitiendo analizar los efectos de las aplicaciones realizadas. La información resultante se organizó y presentó en tablas y figuras, con el fin de facilitar su interpretación.

#### **Escala de Severidad General:**

**0%:** Sin síntomas. La planta no presenta ningún signo de infección.

**1-5%:** Síntomas leves. Se observan pequeños daños en el tejido, como decoloración o lesiones pequeñas.

**6-25%:** Síntomas moderados. Se nota un daño considerable en el tejido, con lesiones más extensas y decoloración más marcada.

**26-50%:** Síntomas graves. El daño es significativo, con grandes áreas afectadas y síntomas evidentes de marchitamiento o pudrición.

**51-100%:** Síntomas muy graves. La planta presenta daños extensos, con marchitamiento severo, pudrición o muerte de grandes partes de la planta.

#### 2.1.3. Técnicas de análisis e interpretación de resultados.

Los datos generados en campo para cada variable evaluada fueron analizados mediante el método estadístico de Análisis de Varianza (ANOVA). La recopilación de esta información se efectuó utilizando una cartilla específica para *Phytophthora cinnamomi* y otra destinada a los indicadores de rendimiento.

El procesamiento de los datos se efectuó mediante el uso de:

- Análisis de variancia (ANOVA): Para comprobar diferencias significativas entre tratamientos.
- Comparación de medias con prueba de Tukey: Identificación de diferencias estadísticamente significativas entre formulaciones de *Trichoderma sp.*
- Estadística descriptiva: Promedios, desviaciones estándar y coeficiente de variabilidad para cada variable evaluada.

El proceso de análisis de los datos cuantitativos comprendió diversas etapas:

- Registro inicial y verificación de los datos recolectados;
- Análisis y representación gráfica por cada variable del estudio;
- Revisión de la confiabilidad y eficacia de los instrumentos utilizados;
- Ejecución de análisis estadístico descriptivo para cada variable evaluada;
- Aplicación de análisis estadístico inferencial con base en las hipótesis formuladas;
- Desarrollo de análisis complementarios según requerimientos del estudio; y
- Sistematización y presentación de los resultados obtenidos.

## 2.2. Métodos y Procedimientos

### 2.2.1 Diseño Experimental

Se ejecutó conforme a lo establecido en el diseño experimental, definiéndose con claridad las variables a observar y los procedimientos con el fin de interpretar los datos recopilados en el transcurso del estudio. La validación o refutación de la hipótesis se realizó mediante análisis estadísticos, lo que permitió identificar las relaciones causa-efecto entre las variables evaluadas.

Se empleo un diseño completamente aleatorizado con 6 tratamientos (incluyendo testigo sin aplicación) y 3 repeticiones, sumando 18 unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en plantas de palto tratadas con una formulación específica.

**TABLA 2**

**TRATAMIENTO TRICHODERMA EMPLEANDO DIFERENTES SUSTRATOS**

TRATAMIENTO	PRODUCTO	FUENTE
<b>T<sub>1</sub> Tratamiento PS</b>	Producto en polvo con alta concentración de esporas.	Trichoderma en formulación polvo.
<b>T<sub>2</sub> Tratamiento WG</b>	Producto en sustrato de propagación (arroz)	Trichoderma en formulación granulada (arroz)
<b>T<sub>3</sub> Tratamiento L</b>	Solución líquida con concentración de 2.1 X 10 <sup>9</sup> UFC/ml	Trichoderma en formulación líquida.

### **2.2.2 Metodología de la aplicación de los tratamientos.**

Debe ser estandarizada y precisa para asegurar que cualquier diferencia observada entre los grupos sea atribuible a las formulaciones de *Trichoderma* y no a variaciones en la aplicación.

Cada tratamiento debe ser preparado bajo condiciones adecuadas para asegurar la correcta

#### **1. Dosificación y aplicación:**

- Tratamiento PS (Polvo con alta concentración de esporas): Diluir la cantidad necesaria en agua destilada para obtener una suspensión homogénea antes de aplicar.
- Tratamiento WG (Granulado en arroz): Hidratar previamente el sustrato de arroz con agua estéril para facilitar la liberación de esporas.
- Tratamiento L (Solución líquida): Agitar la solución para asegurar distribución homogénea de las esporas antes de la aplicación.

#### **2. Aplicación al suelo**

- Momento de aplicación: Se aplicaron los tratamientos en la etapa de crecimiento vegetativo, asegurando que la rizósfera tenga contacto directo con el biocontrolador.

Método de aplicación:

- Tratamiento PS (Polvo): Aplicación directa en la zona radicular o mediante riego localizado.
- Tratamiento WG (Granulado en arroz): Incorporación en el suelo cercano a la base del tronco.
- Tratamiento L (Solución líquida): Aplicación mediante riego drench, asegurando la absorción por las raíces.

### **3. Frecuencia y dosis de aplicación**

- Dosis recomendada: Se ajusto las aplicaciones de acuerdo a la ficha técnica.
- Frecuencia: Aplicaciones cada 30 días durante los primeros 3 meses para valorar la eficiencia del biocontrolador.
- Condiciones ambientales: Se realizaron las aplicaciones en horas de menor radiación (al final de la tarde) para evitar degradación del inoculante.

Evaluación post-aplicación

- Monitoreo de incidencia de enfermedad: Se registraron los síntomas de *Phytophthora cinnamomi*.
- Muestreo microbiológico: Se realizo un análisis de suelo para verificar la persistencia de *Trichoderma sp.* en la rizósfera.
- Parámetros de crecimiento: Observacionales, como el vigor de plantas tratadas.

## **Conducción del experimento**

La gestión agronómica del cultivo está a cargo de la Asociación de Agricultores, siguiendo las recomendaciones proporcionadas por su asesor técnico, en aspectos como fertilización, aplicación de pesticidas, riego y control de malezas. Todas las prácticas realizadas y sus respectivas evaluaciones fueron registradas de manera detallada

### **2.2.3. Consideraciones generales de la enfermedad en estudio.**

#### **2.2.3.1 Generalidades de Phytophthora**

Este organismo fúngico fue descubierto el año 1876, por el Dr. De Bary, hongo conocido como "destructor de plantas"; es del género del filo Pseudofungi de la clase Oomycetes; las diferentes especies de Phytophthora ocasionan diversas enfermedades en las plantas en sus diferentes etapas fenológicas de cultivo. [13]. Entre sus principales síntomas de ataque en las plantas se encuentran, pudrición de raíz, tubérculos, tallos cortos, etc., además de causar ahogamiento de la planta y en ocasiones puede llegar a destruir las yemas o los frutos esto en de acuerdo a la especie infectante. El hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands, pertenece al grupo IV, dentro de las especies de Phytophthora y causa La tristeza del palto [14].

#### **2.2.3.2 Taxonomía del hongo (*Phytophthora cinnamomi*)**

**Categorización biológica según criterios taxonómicos.** (Granados)

**División:** Mastigomycota

**Subdivisión:** Diplomastigomycotina

**Clase:** Phycomycete

**Subclase:** Oomycetes

**Orden:** Peronosporales

**Familia:** Pythiaceae

**Género:** Phytophthora

**Especie:** *Phytophthora cinnamomi*

#### **2.2.3.3 Morfología del patógeno**

Este patógeno vive en el suelo, en restos vegetales infectados. tiene gran capacidad de dispersión y resistencia en diferentes medios de supervivencia, sobreviviendo como clamidosporas o micelios latentes. En las plantas específicamente en la rizosfera se forma los esporangios los cuales se reproducen velozmente en poco tiempo.

Bajo condiciones propicias se activa la fase asexual, durante la cual los esporangios germinan y generan zoosporas con dos flagelos.

**Principales estructuras:**

a) **Micelio:** Hialino, con filamentos. cenocítico y algunas veces pseudoseptado, hifas con protuberancias adquiriendo un aspecto coraloide y bifurcado. [15].

b) **Clamidosporas:** Son globosas, presenta estructuras reproductivas asexuales se diferencian de las protuberancias o hinchazones hifales, por mostrar estructuras esféricas con paredes gruesas o delgadas.

c) **Esporangios:** de formas usualmente elipsoides (85\*35 um) a ovoides (60\*34 um), papilados y no son caducos. Se producen por proliferación intercalar y son redondeados en la base.

d) **Zoosporas:** En medio acuáticos se moviliza por medio de sus flagelos, ubicando su movilidad hacia las raíces para infectarlas, debido a los exudados de las plantas. Forma de riñón, biflageladas y de corta vida. Un número indefinido de zoosporas; depende de la especie, pueden liberarse de un esporangio. [15].

e) **Órganos sexuales:** *P. cinnamomi* es heterotálica y su sexualidad se da cuando los tipos compatibles A1 y A2 se aparean y se unen. [16].

**2.2.3.4 Ciclo biológico de *Phytophthora cinnamomi***

Este patógeno, tiene la facultad de cambia de diferentes formas, sobrevivir en el suelo y tejidos vegetales, su medio de transporte es el agua, en condiciones adversas se mantiene como clamidosporas latentes, cuando las condiciones son favorables para su reproducción, ejemplo: humedad excesiva, temperaturas favorables en el suelo 24 a 28 °C., estas clamidosporas comienzan a reproducirse generando los micelios (Hifas) y esporangios. Estos a su vez liberan las zoosporas que se introducen a la planta por la raíz y generan la infección, como dato importante las zoosporas se transportan con el agua por el suelo, es por ello que la enfermedad se desarrolla rápidamente en suelos húmedos, con gran capacidad de retención de agua en general.

El micelio se extiende a lo largo del sistema radicular, permitiendo la absorción de carbohidratos y nutrientes, lo que favorece la formación de estructuras reproductivas como esporangios y clamidosporas. Este proceso, además, ocasiona la descomposición de los tejidos radiculares, interfiriendo en

la captación de agua y nutrimentos por parte de la planta. Los primeros signos de ataque de esta enfermedad son marchitamiento, amarillamiento y sequedad del follaje y el oscurecimiento del color de la raíz y posteriormente culminar en la muerte del vegetal.

**i. Importancia de la enfermedad.**

Esta enfermedad *P. cinnamomi*, inicia sus infestaciones iniciales en la parte radicular de las plantas induciendo procesos de pudrición que culminan en la pérdida total de la planta afectada la cual se ve imposibilita en absorber el agua y nutriente que necesita para su desarrollo y producción, fue considerada de importancia por los años 1930 en Estados Unidos, California, debido a que las plantaciones de Palto comenzaron a sentir los efectos del ataque de esta enfermedad. [17].

Este patógeno ha causado grandes pérdidas en diferentes países que desarrollan este cultivo, es preciso señalar que el Perú no se evidencia registro de pérdidas económicas pero la enfermedad causada por este patógeno es considerada importante ya que incide en la merma de la producción y muerte de la plantación.

**ii. Síntomas de la enfermedad.**

No hay edad para que las plantas sean afectadas, los primeros síntomas de ataque se ven reflejados en el amarillamiento de las hojas y defoliación progresiva, emisión de pequeños brotes de forma acucharada y de color verde claro, marchitez, en cuanto a la parte subterránea de planta la raíz, toma un color marrón oscuro, con facilidad de quiebre, cuando la infección se encuentra entre los 30 a 40% de afectado las raíces se empieza a mostrar los primeros síntomas aéreos en la planta. [18].

**iii. Intensidad o grados de las Fito enfermedades**

La intensidad del año se evalúa de acuerdo con el área afectada y el área total del terreno cultivado.

**a. Incidencia:** Este se determina por evaluaciones de plantas al azar, el método empleado puede ser por división de cuadrantes o en Zig Zag, los resultados expresados en porcentaje (%), se obtiene de dividir las plantas enfermas entre el número total de plantas muestreadas por lote multiplicadas por cien. [19].

**b. Severidad:** La severidad del daño ocasionado por la enfermedad esta es expresada por grado de ataque de la misma, por lo general se consideran desde el grado 0 hasta el grado 5. [19].

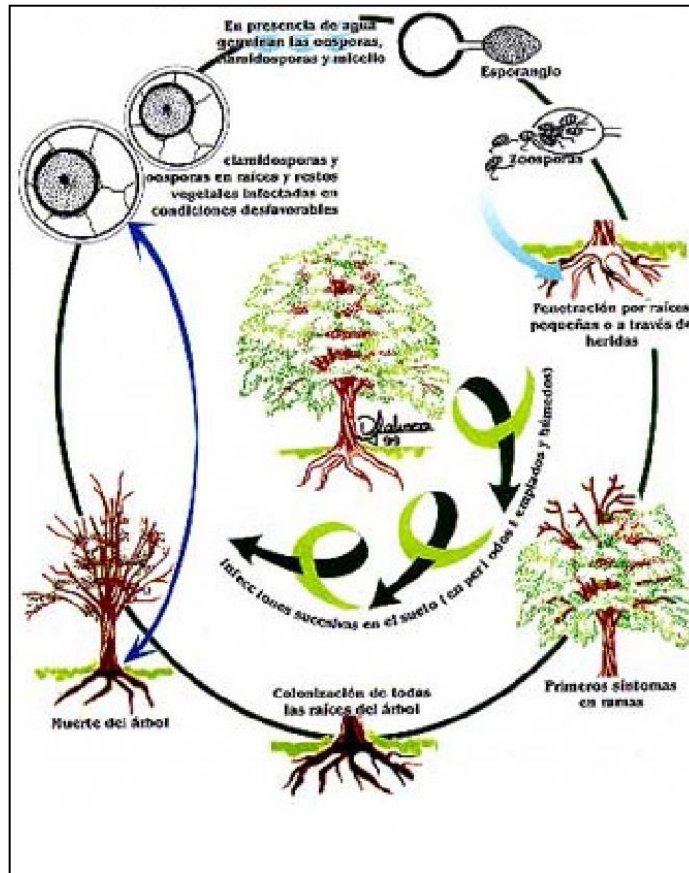


Figura N° 2: Ciclo de vida de *P. cinnamomi*. Rands.  
Proceso de infección (Abelleira y Cols 1996). [20]

#### 2.2.4 Consideraciones generales del Patógeno benéfico en estudio (*Trichoderma sp*)

El antagonista *Trichoderma sp.* es uno de los hongos más ampliamente estudiado por sus importantes y numerosos beneficios en la agricultura, es un organismo de estrategia de control biológico implementada ampliamente para el control de enfermedades fúngicas, utiliza como mecanismos de control, como el bloqueo de la actividad enzimática del organismo fitopatógeno que compite por espacio y nutrientes, secreta metabolitos substitutos con consecuencia antibiótico y la acometida directa a otro hongo o micro parasitismo. Es preciso señalar que este

entomopatógeno genera una protección adicional a la planta de posibles ataques de patógenos perjudiciales, esto a través de la inducción de sus sistemas de defensa. [21]. Este antagonista es un organismo heterótrofo que consigue sus nutrientes y energía de organismos descompuestos, tiene gran capacidad de adaptabilidad a las diferentes características de suelo y control de diferentes enfermedades que atacan a las plantas. [22].

#### **2.2.4.1 Clasificación taxonómica:**

El género *Trichoderma* pertenece a la siguiente jerarquía taxonómica: [23].

- **Super Reino:** Eucariota
- **Reino:** Fungi
- **Filum:** Ascomycota
- **Subfilum:** Pezizomycotina
- **Clase:** Sordariomycetes
- **Subclas:** Hypocreomycetidae
- **Orden:** Hypocreales
- **Familia:** Hypocreaceae
- **Género:** *Trichoderma sp*

#### **2.2.4.2 Morfología de *Trichoderma sp.***

*Trichoderma* se identifica por mostrar conidióforos hialinos, altamente ramificados y no dispuestos en verticilos, con fíalides que pueden disponerse de forma individual o agrupada. Sus conidios, del tipo fialospora, son unicelulares, ovoides y se agrupan en racimos terminales pequeños.

Este hongo suele reconocerse fácilmente debido a su rápido crecimiento y a la presencia de conidios parcial o completamente cubiertos de una tonalidad verde. Generalmente, se comporta como saprófito en suelos o madera en descomposición, aunque algunas especies han sido identificadas como micoparásitas. Presenta la capacidad de adaptación de crecimiento en condiciones adversas y producción de clamidosporas en sustratos naturales. [24].

#### **2.2.4.3 Ventajas de *Trichoderma sp.***

Este antagonista incentiva el desarrollo de pelos absorbentes y crecimiento de raíces, ayuda a la movilización de nutrientes y alta efectividad, se reproduce y ejerce control de patógenos que habitan en el suelo. Previene el ataque de diferentes enfermedades de raíz y el follaje. Preserva las semillas del ataque de

patógenos, el control de *Pythium sp.*, *Fusarium sp.* y *Rhizoctonia sp.* en la raíz y de *Botritis sp.* y *Mildiu sp.* en el follaje y evita el ataque de *Phytophthora sp.* Es una buena alternativa para la disminución del uso de insumos químicos y actúa como un eficiente agente biodegradador del suelo, favoreciendo la nutrición vegetal y optimizando la absorción hídrica.

Su grado de compatibilidad es amplia ejemplo: Micorrizas, Azotobacter, otros Biofertilizantes y con bioagentes controladores de plagas y enfermedades. Este antagonista descompone rápidamente la materia orgánica, excelente biofungicida, estimulador de crecimiento y ejerce una influencia beneficiosa sobre el crecimiento poblacional de microorganismos beneficiosos en el suelo, entre ellos hongos con actividad antagonica frente a agentes fitopatógenos. [25].

Adicionalmente este antagonista es incompatible con otros hongos debido a la facultad que tiene de ser mico parásito, originando compuestos enzimáticos tóxicos excretados al exterior, capaces de degradar y eliminar hongos fitopatógenos presentes en el suelo. [26].

#### **2.2.4.4 Mecanismos de acción de Trichoderma**

Este antagonista es muy usado tanto en prácticas agrícolas bajo esquemas convencionales, así como en modelos de producción orgánica y sus diferentes especies utilizados para control de enfermedades que atacan a los cultivos y su facilidad de ubicación, hacen que este entomopatógeno crezca rápidamente en diferentes tipos de sustratos.

Es importante precisar que este entomopatógeno tiene gran facilidad de desplazar al fitopatógeno por las siguientes razones: Compite directamente por nutrimentos y espacio y algunas especies de Trichoderma tiende a parasitar a los hongos fitopatógenos. [27].

#### **2.2.4.5 Aplicación de Trichoderma**

Es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Correlación planta hospedante - fitopatógeno susceptible – condiciones climáticas favorables (T° del suelo, H°, presencia de oxígeno, pH),
- Estado del suelo (estructura materia orgánica y nutrientes) y tiempo. [24].

#### **2.2.4.6 Tipos de sustratos de *Trichoderma***

En este sentido, para asegurar una síntesis celular adecuada y la generación de metabolitos cuando sea necesario, los sustratos destinados a la multiplicación de los microorganismos deben incorporar todos los nutrientes esenciales [28].

##### **a. Formulación líquida**

b. El sustrato es diluido en un gran volumen de agua siendo la concentración mayormente usada de 0.5 a 6%; depende de la densidad del sustrato y las dificultades ecológicas que pueda causar. [28].

##### **c. Formulación en polvo**

En esta presentación *Trichoderma sp.*, se encuentra disperso en el polvo mojado, que ya algunos laboratorios lo vienen comercializando en adecuadas concentraciones de este antagonista.

##### **d. Formulación en arroz**

Es el sustrato más empleado en la reproducción de este antagonista, su contenido de almidón (70%), proteína (7,3%), lisina (4.1), cenizas (bajo), vitaminas (insignificante), aceites (excelente), ácido linoléico (alto) grasa (comercial (<0,6%)), energía (alto), factores anti nutricionales (nulo).

De acuerdo a estas características anteriormente mencionadas, este medio de propagación del *Trichoderma sp.*, permite el crecimiento de micelios y producción de conidias. Otros medios de propagación, pero con bajo contenido nutricional para su propagación es la mezcla de pajilla de trigo, pero con excelentes para la producción de enzimas. [28].

#### **2.2.5 Propagación de *Trichoderma sp.*, en laboratorio.**

La propagación a gran escala de hongos antagonistas se efectúa mediante dos métodos: uno en bolsas plásticas destinadas a su comercialización directa, y otro en bandejas, orientado a la obtención de producto seco. En ambos casos, el proceso comprende dos etapas principales:

##### **a. Primera fase:**

###### **✓ Preparación del medio líquido**

La elaboración del sustrato líquido se realiza de manera estandarizada para su aplicación en ambos métodos de producción, ya sea en bolsas o en bandejas. Se emplea un medio a base de melaza y levadura de cerveza, destinado a la multiplicación masiva de hongos antagonistas. Este puede elaborarse en frascos Erlenmeyer, utilizando 650 ml de medio por recipiente de 1000 ml,

los cuales se cubren con papel aluminio y se esterilizan a 121 °C y 15 psi durante una hora.

En el caso de biofermentadores de 20 litros, se preparan 15 litros de este medio, también esterilizados en autoclave bajo las mismas condiciones. Para evitar que los filtros se humedezcan durante la esterilización, se cierran las mangueras con pinzas antes del proceso. Posteriormente, se lleva a cabo la introducción del inóculo seguida de su periodo de incubación en el sustrato líquido preparado.

✓ **En frascos Erlenmeyer:**

Una vez enfriados los medios líquidos, se trasladan a una cámara de flujo laminar, donde se adicionan 0.1 g de cloranfenicol o estreptomicina. Posteriormente, se selecciona una placa con esporulación completa, la cual se divide en cuatro secciones; cada sección se fragmenta en trozos pequeños que se inoculan en frascos que contienen el medio de cultivo.

Cada placa permite preparar hasta cuatro frascos. Los recipientes se cubren con papel aluminio y se sellan con cinta Parafilm, para luego ser incubados en un agitador orbital a 160 rpm durante tres días, a una temperatura controlada entre 24 y 27 °C.

✓ **En biofermentador:**

Una vez que el biofermentador se ha enfriado, se traslada a la cámara de flujo laminar, donde se adicionan 1 ml de ácido láctico y 1 g de antibiótico (cloranfenicol o sulfato de estreptomicina) por litro de medio. Posteriormente, se inocula con una suspensión de esporas obtenida de una placa completamente esporulada, preparada de manera análoga a la utilizada en frascos Erlenmeyer.

Tras la inoculación, se retiran las pinzas de cierre y se conecta un motor de pecera a una de las mangueras del filtro, permitiendo la agitación del contenido durante tres días, manteniéndose a una temperatura controlada entre 24 y 27 °C.

**b. Segunda fase**

**b.1 Método de producción en bolsas**



**Figura 3: Método masivo de producción *Trichoderma sp.* en bolsas.**

#### **b.1.1 Preparación del sustrato**

- En este procedimiento, la germinación, colonización y esporulación del hongo se llevan a cabo dentro de la misma bolsa. El procedimiento comprende las siguientes etapas:
- Se prepara agua destilada enriquecida con 2 gramos de urea por litro, destinada a hidratar el arroz.
- En bolsas de polipropileno de 11 × 16 pulgadas y 2 micras de espesor, se colocan 830 gramos de arroz y se añaden 200 ml del agua preparada; la bolsa se pliega dos veces y se engrapa en los extremos. Posteriormente, se agita y se distribuye homogéneamente la humedad entre los granos.
- Las bolsas se esterilizan en autoclave a 121 °C y 15 psi durante 45 minutos.
- Después de la esterilización, se agitan nuevamente —utilizando guantes térmicos— para evitar la compactación del sustrato, asegurando una distribución uniforme del inóculo y un desarrollo micelial homogéneo.

### **b.1.2 Inoculación del sustrato con el medio líquido en frascos Erlenmeyer.**

Al enfriarse, las bolsas con el sustrato se trasladan a la cámara de flujo laminar, donde se esteriliza su borde con algodón impregnado en alcohol. Luego, se procede a abrirlas con cuidado para inocularlas con 30 ml de caldo líquido agitado.

Posteriormente, las bolsas se cierran y se agitan suavemente para asegurar la distribución uniforme del inóculo sobre todos los granos de arroz. Con el contenido líquido de cada frasco se pueden inocular alrededor de 20 bolsas.

#### ✓ **En biofermentador**

La inoculación se efectúa mediante una jeringa multidosificadora, aplicando 30 ml del inóculo para las bolsas de cultivo y 50 ml en el caso de las bandejas.

#### ✓ **Incubación del sustrato**

- Una vez inoculadas las bolsas, estas se trasladan a la sala de incubación, mantenida a entre 24 a 27 °C, donde permanecen a oscuras durante los primeros tres días para ayudar al desarrollo del micelio.
- En el día dos, se agitan suavemente para mejorar la oxigenación del sustrato y luego se dejan incubar entre cinco y ocho días hasta alcanzar la esporulación completa.
- Con el objetivo de reducir la humedad al 30–35 %, las bolsas se abren por el centro para facilitar el secado del producto.
- Durante esta fase, se realiza una inspección diaria y se descartan aquellas bolsas que presenten crecimiento débil, desarrollo desigual o signos de contaminación.

### **b.2. Método de producción en bandejas**

Este procedimiento, ayuda a la germinación y el crecimiento vegetativo del hongo se llevan a cabo dentro de las bolsas, mientras que las etapas de colonización y esporulación se desarrollan posteriormente en bandejas.



Figura 4: Proceso de colonización y esporulación en bandejas.

**b.2.1 La preparación del medio líquido:** Se realizó siguiendo el mismo protocolo descrito previamente, empleando melaza y levadura de cerveza como base nutritiva, respetando las proporciones, condiciones de esterilización y volúmenes establecidos para asegurar la uniformidad del cultivo.

**b.2.2. Preparación del sustrato:** A base de arroz y se sigue el mismo protocolo previamente descrito, con la única variación en el volumen de agua utilizada para su hidratación. En esta variante, se emplean 500 ml de agua destilada por cada 950 gramos de arroz. El resto del procedimiento permanece sin modificaciones.

**b.2.3 Inoculación del sustrato:** Se realiza en las bolsas y se lleva a cabo mediante la adición de 50 ml del medio líquido por unidad, siguiendo el protocolo previamente establecido.

**b.2.4 Incubación en bandeja:** Las bolsas se incuban durante dos días a una temperatura controlada entre 24 y 26 °C. Transcurrido este periodo, se realiza una

selección del material, eligiendo únicamente aquellas bolsas que evidencian un desarrollo micelial vigoroso y están exentas de contaminación. Posteriormente, se procede a su transferencia a las bandejas para continuar con el proceso de esporulación.

**b.2.5 Pase del hongo a bandeja:** Con tijeras previamente desinfectadas Utilizando alcohol, se procede a cortar las bolsas por debajo de las grapas, transfiriendo posteriormente el sustrato fúngico colonizado a bandejas previamente desinfectadas. Dichas bandejas son sometidas a un proceso de limpieza, humedecidas con alcohol y expuestas a flameado mediante el uso de un mechero, con el fin de asegurar la asepsia.

- El arroz inoculado se distribuye de manera uniforme en las bandejas, promoviendo la colonización y posterior esporulación del hongo, manteniéndose en condiciones de incubación a 27 °C y 80 % de humedad relativa durante cinco días.
- Alternativamente, el hongo también puede disponerse sobre mantas plásticas limpias y desinfectadas con alcohol como superficie de desarrollo.

**b.3 Control de calidad:** Durante las etapas de producción masiva bajo condiciones controladas, es fundamental implementar controles de calidad rigurosos, los cuales incluyen la vigilancia constante de posibles contaminaciones a lo largo del procedimiento, así como la evaluación de la viabilidad y concentración de conidias por gramo de producto. Además, debe verificarse la virulencia del hongo obtenido, con el fin de garantizar su eficacia biocontroladora en condiciones de campo

**a. Control de contaminantes:** Uno de los factores determinantes en los procesos de producción a gran escala de hongos antagonistas es la prevención de contaminaciones. Se define como contaminante a cualquier microorganismo no esperado que prolifera en el medio de cultivo, comprometiendo la pureza del bioproductos. Estos organismos indeseables pueden encontrarse tanto en el entorno como en los materiales de laboratorio, y su aparición está directamente relacionada con el incumplimiento de las normas de asepsia. Incluso niveles mínimos de contaminación por géneros como *Aspergillus* o *Penicillium* spp. son considerados inadmisibles en el producto final, debido a su impacto negativo en la calidad y eficacia del biocontrolador.

**TABLA 3**  
**CONTAMINANTES MÁS COMUNES EN LABORATORIO**

<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>Bacterias</b>	Los contaminantes bacterianos más frecuentes corresponden a formas bacilares y cocos, aunque también se detectan frecuentemente levaduras.
<b>Fusarium</b>	Estos organismos pueden exhibir una amplia gama de pigmentaciones en los medios de cultivo, incluyendo tonalidades naranjas, rosadas, amarillas, cremas y violáceas. Además, se caracterizan por la producción de dos tipos de estructuras reproductivas: macroconidias y microconidias.
<b>Penicillium</b>	Organismos eucarióticos que se reproducen por medio de esporas y se nutren de materia orgánica.
<b>Aspergillus</b>	Se trata de un hongo filamentoso, hialino y de hábito saprofítico, clasificado dentro del filo Ascomycota.
<b>Protozoarios:</b>	Son microscópicos y pueden vivir libremente o como parásitos en otros organismos. Algunos protozoarios son móviles y heterótrofos, es decir, obtienen su alimento de otros organismos.
<b>Ácaros</b>	Pertenecientes a los géneros Tyrophagus y Tarsonemus, estos ácaros representan contaminantes habituales en entornos de laboratorio, ya que tienen la capacidad de invadir e infestar cultivos contenidos en tubos de ensayo, placas de Petri y bolsas utilizadas para la elaboración de biopreparados.

**Nota:** Para prevenir el desarrollo bacteriano en los medios de cultivo, se recomienda la adición de antibióticos como penicilina o cloranfenicol, así como la regulación del pH mediante la incorporación de ácido láctico. En situaciones donde la contaminación bacteriana es elevada, es aconsejable desinfectar el área de trabajo mediante fumigación con formalina o utilizar lámparas de luz ultravioleta, las cuales contribuyen a la eliminación de bacterias y hongos presentes en el ambiente. Asimismo, debe garantizarse la esterilización rigurosa de todo el material empleado en el proceso de producción.

### **b.3.2. Control de calidad del producto final**

El biopreparado, se considera de calidad, cuando cumple con una serie de parámetros establecidos por organismos reguladores competentes, los cuales velan por la eficacia, estabilidad y seguridad del producto.

Entre estos parámetros se incluyen la pureza microbiológica, la concentración mínima de unidades formadoras de colonias o conidias viables

por gramo, la ausencia de contaminantes, la virulencia del agente biocontrolador y la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

**TABLA 4**  
**PARÁMETROS ESTABLECIDOS DE ORGANISMOS DE REGULAR LA CALIDAD DE TRICHODERMA**

Organismos	Parámetros
<b>Conidias</b>	mayor o igual a 10 <sup>9</sup> conidias por gramo o mililitro
<b>Germinación o viabilidad</b>	mayor o igual al 95%
<b>Pureza</b>	100 %
<b>Bioensayos</b>	100%

#### **b.3.2.1 Recuento directo de conidias**

La estimación de la concentración de conidias del hongo antagonista por gramo del producto final se efectúa conforme a un protocolo específico establecido en el protocolo:

- De cada lote de 10 bolsas, se selecciona aleatoriamente una unidad, la cual se traslada a la cámara de flujo laminar. Allí se abre cuidadosamente para extraer 1 g del contenido, que se deposita en una bolsita estéril con 10 ml de una solución de Tween al 0,1 %, generando una dilución 1:100. La mezcla se agita enérgicamente durante un minuto para homogeneizar.
- Paralelamente, se repite el mismo procedimiento en un tubo de ensayo con 10 ml de solución de Tween al 0,1 %, agitado mediante vórtex durante un minuto.

A continuación, se procede a realizar una segunda dilución ( $10^{-2}$ ) extrayendo 1 ml de la dilución  $10^{-1}$  (obtenida previamente de la bolsita o del tubo) y adicionándolo a un tubo que contiene 9 ml de Tween al 0,1 %. Este procedimiento puede repetirse sucesivamente para obtener diluciones más diluidas si es necesario.

- Se recomienda agitar cada tubo durante 30 segundos utilizando un vortex para asegurar una adecuada homogeneización.

– Con ayuda de una pipeta Pasteur, se toma una alícuota de la última dilución y se carga la cámara de Neubauer por capilaridad. Posteriormente, se usa el microscopio para el conteo de las conidias presentes en el cuadrante central de la cámara. Se deben evaluar cinco campos de lectura (cinco cámaras) y calcular la concentración de conidias por mililitro utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{N}^\circ \text{ conidias/ml} = X \cdot 5 \cdot 10^4 \cdot \text{ID}$$

5 = N° cuadraditos contados en el cuadrante central

X = Promedio de conidias contadas

ID = Inversa de la dilución empleada

La cantidad de conidias presentes por gramo del producto final se calcula mediante la multiplicación del conteo promedio de conidias por mililitro — obtenido a través de la observación microscópica— por el volumen total utilizado para preparar la suspensión inicial (dilución  $10^0$ ) y dividiendo entre el peso de la muestra analizada. Un producto es considerado apto para aplicación en campo si presenta una concentración igual o superior a  $10^9$  conidias por gramo.

#### ✓ **Cámara de Neubauer**

Es un dispositivo de recuento celular diseñado para su uso con microscopios de contraste de fases. Se compone de un portaobjetos con una depresión central sobre la que se ha grabado una cuadrícula mediante diamante, conformada por un área total de  $3 \times 3$  mm, con líneas espaciadas cada 0.25 mm. Esta configuración define un área sombreada denominada L, equivalente a  $1 \text{ mm}^2$ .

La profundidad de la cámara —determinada por la distancia entre la cuadrícula grabada y el cubreobjetos colocado sobre ella— es de 0.1 mm, lo que da lugar a un volumen de  $0.1 \text{ mm}^3$  (equivalente a  $0.1 \mu\text{L}$  o  $0.0001 \text{ cm}^3$ ) por cuadrante, lo que permite realizar recuentos volumétricos precisos de esporas o conidias en suspensión.

#### ✓ **Cuadrante medio central**

El recuento de conidias se realiza en el cuadrante medio central de la cámara de Neubauer, evaluando cinco cuadrículas: las cuatro ubicadas en las esquinas y la central. En cada cuadrícula, se contabilizan todas las conidias contenidas completamente en su interior, así como aquellas que tocan las

líneas de borde superior e izquierdo. No se consideran las conidias que intersectan las líneas de borde inferior ni derecho, siguiendo los criterios estandarizados de conteo para evitar duplicaciones.

✓ **Porcentaje de germinación o viabilidad**

Este ensayo permite determinar el porcentaje de conidias viables del hongo antagonista, es decir, aquellas capaces de germinar tras un periodo de incubación en medio de cultivo específico. La metodología se detalla a continuación:

- Se toma un volumen de 0.2 ml de la última dilución y se inocula en placas de Petri que contienen medio PDA. Las placas se incuban por un tiempo de 15 horas.

- Transcurrido este tiempo, en condiciones de esterilidad dentro de la cámara de flujo laminar, se utiliza un asa estéril para cortar fragmentos de agar de aproximadamente 1 cm<sup>2</sup>, los cuales se colocan sobre portaobjetos. A cada fragmento se le adiciona una gota de azul de lactofenol, y se cubre con un cubreobjeto.

- De cada placa se preparan cinco muestras, que luego se observan al microscopio y se contabilizan las conidias que han germinado y las que no han germinado, registrando un mínimo de 200 conidias por muestra.

- Se calcula el promedio de conidias germinadas y no germinadas a partir de las cinco observaciones, y se determina el porcentaje de germinación utilizando la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Germinación} = \frac{a}{a + b} \cdot 100$$

a = número de conidias germinadas

b = número de conidias sin germinar

Se considera que la viabilidad del biopreparado es satisfactoria cuando el porcentaje de conidias germinadas alcanza o supera el 90 % del total evaluado bajo condiciones controladas.

✓ **Pureza**

Se realizan diluciones seriadas del producto hasta alcanzar una concentración de 10<sup>-11</sup>. De la última dilución obtenida, se siembran 0.2 ml en placas de Petri que contienen medio de cultivo SDA o PDA, distribuyéndose en tres réplicas

por dilución. Las placas se incuban durante cinco días a una temperatura controlada de  $25 \pm 2$  °C.

Posteriormente, se contabilizan las unidades formadoras de colonias (UFC) correspondientes tanto a microorganismos contaminantes como al hongo evaluado. Se calcula el promedio de UFC por tipo de organismo en las tres placas, y estos valores se multiplican por la inversa de la dilución y por el volumen sembrado, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Pureza} = \frac{\text{UFC he}}{\text{UFC t}} \cdot 100$$

UFC he = Unidades Formadoras de Colonias del hongo evaluado

UFC t = Unidades Formadoras de Colonias totales.

### 2.2.6 Preparación comercial en las diferentes presentaciones:

- a) **Presentación en arroz:** No se realiza ningún tratamiento, una vez cosechado el producto se uniformiza y se envía a campo.
- b) **Presentación en líquido:** Para completar la solución madre a 1 litro con solución cosechadora.

**Sol. Cosechadora= 20 ml de cosechado/500ml de agua destilada**

Al llevar la solución a 1litro esta baja la concentración que tenía  $2.64 \times 10^8$  conidias/ml, ahora es  $2.64 \times 10^8$  conidias/1000ml, es decir es una concentración de  $2.64 \times 10^5$  que es igual a 264,000.000 conidias.

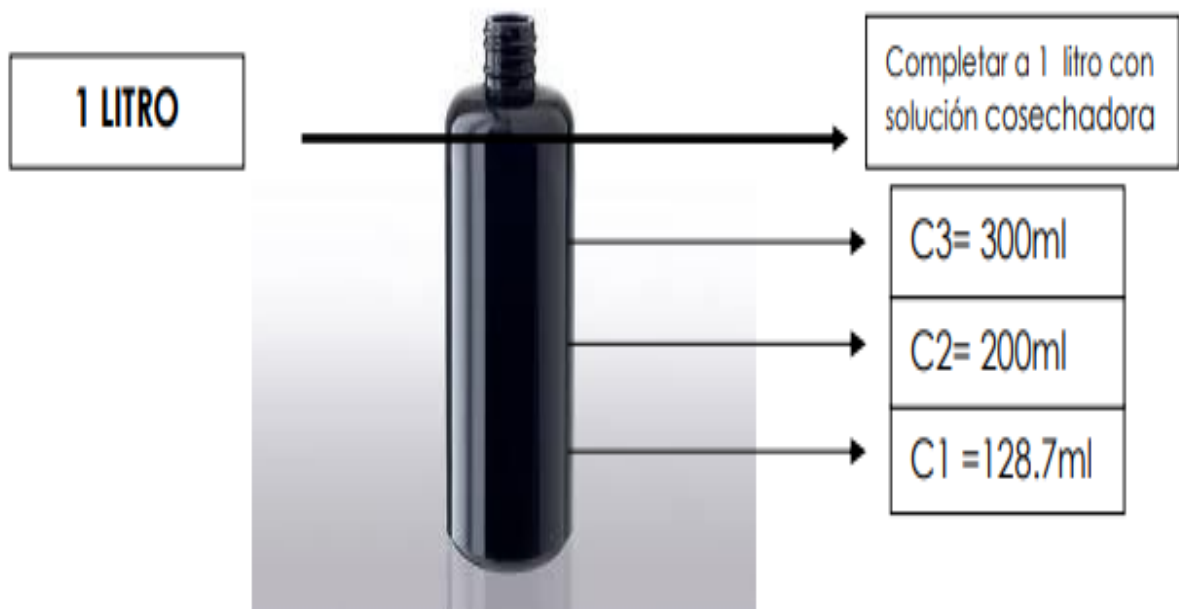


Figura 5: Solución cosechadora en liquido

**c. Presentación en Polvo:**

✓ **Secado del hongo antagonista**

Cundo el hongo ha completado su esporulación y cubre toda la superficie de la bandeja, se inicia la fase de secado, la cual se efectúa a baja temperatura durante un periodo de 5 a 6 días, con la finalidad de reducir la humedad del sustrato (arroz) hasta un 15 %. Este proceso se lleva a cabo en un área acondicionada, equipada con sistema de aire acondicionado, donde la temperatura se mantiene regulada entre 17 y 19 °C para preservar la viabilidad del bioproducto.

✓ **Extracción de conidias**

- La etapa de cosecha consiste en separar las conidias del hongo del sustrato de arroz, recolectándolas para su posterior formulación.
- Esta extracción puede llevarse a cabo mediante el uso de equipos mecánicos como el Mycoharvester, o bien de forma manual mediante tamizado y frotación, método utilizado comúnmente en la obtención de pequeñas cantidades para ensayos.
- Dado que las conidias son sensibles a la luz, la humedad y las temperaturas elevadas, es imprescindible conservarlas bajo refrigeración inmediatamente después de su recolección, a fin de preservar su viabilidad y efectividad.

✓ **Cosecha del hongo antagonista seco.**

Una vez concluido el proceso de secado, el material final se recolecta cuidadosamente, se envasa en bolsas y se procede a su sellado para su conservación y posterior distribución, bajo condiciones higiénicas controladas. El rendimiento de esporas por kilogramo varía según la especie cultivada, pudiendo alcanzar concentraciones del orden de  $1 \times 10^{13}$  a  $1 \times 10^{14}$  conidias/kg en el caso de *Trichoderma sp.*

Nota: Durante la cosecha es obligatorio el uso de indumentaria de bioseguridad, incluyendo mascarilla, guantes, lentes de protección y mameluco descartable o lavable, con el fin de evitar la contaminación del producto y proteger al personal.

✓ **Conservación o almacenamiento del hongo antagonista o producto final**

Este debe almacenarse a una temperatura controlada entre 18 y 19 °C, lo que permite preservar las características fisiológicas y la viabilidad del hongo

durante un período prolongado, asegurando así su efectividad como agente de biocontrol.

### 2.3. Tipo, Nivel y Diseño de investigación.

#### 2.3.1 Tipo de investigación

Científico Aplicado.

#### 2.3.2 Nivel de investigación

Explicativo – Correlacional.

#### 2.3.3 Diseño de investigación

El diseño del estudio es Experimental.

### 2.4. Población – Muestra.

#### 2.4.1. Población

Dado que se trata de un estudio de tipo experimental, se estableció una población de 500 plantas de palto por hectárea, a una distancia de 5 m × 4 m entre plantas y entre hileras, respectivamente.

#### 2.4.2. Muestra

Se tomaron 124 plantas de palto como muestras (número que representa el total 500 de plantas/Ha, con 95% de confiabilidad y 5% de margen de error).

### 2.5. Metodología de la Investigación

Es experimental y aplicada, ya que se evalúa la eficacia de diferentes formulaciones de *Trichoderma sp.* en un campo agrícola con el cultivo de Palto. Se utilizó un enfoque cuantitativo, determinando el grado de eficacia de las distintas alternativas de tratamiento evaluadas, se fundamentó en mediciones cuantificables y en el análisis estadístico de los datos obtenidos, lo que permitió establecer comparaciones objetivas y determinar su impacto en las variables de estudio

**TABLA 5**  
**TRATAMIENTOS EN ESTUDIO**

CLAVE		TRATAMIENTOS	
Nº	Literal	<i>Trichoderma viride</i> x tipo de formulación	Dosis/ha.
1	fo mo	Testigo (0.0)	0.0 L
2	fo m1	<i>Trichoderma viride</i> (Formulación en Polvo)	0.5kg
3	fo m2	<i>Trichoderma viride</i> (Formulación Liquida)	1.0 L
4	fo m3	<i>Trichoderma viride</i> (Formulación en Arroz)	1.0 L

## CARACTERISTICA DEL CAMPO EXPERIMENTAL

### Área Experimental

Largo.....	45.90m
Ancho.....	43.20 m
Área Total.....	1982.88m <sup>2</sup>
Área Neta.....	1658.88m <sup>2</sup>
Unidades Experimentales.....	16

### Parcelas

Largo.....	9.60m
Ancho.....	4.80m
Área de parcela .....	46.08m <sup>2</sup>
Área total de parcelas.....	1658.88 m <sup>2</sup>
Surcos por parcela .....	3
Distancia entre surcos .....	1.60 m
Distancia entre plantas .....	0.30 m

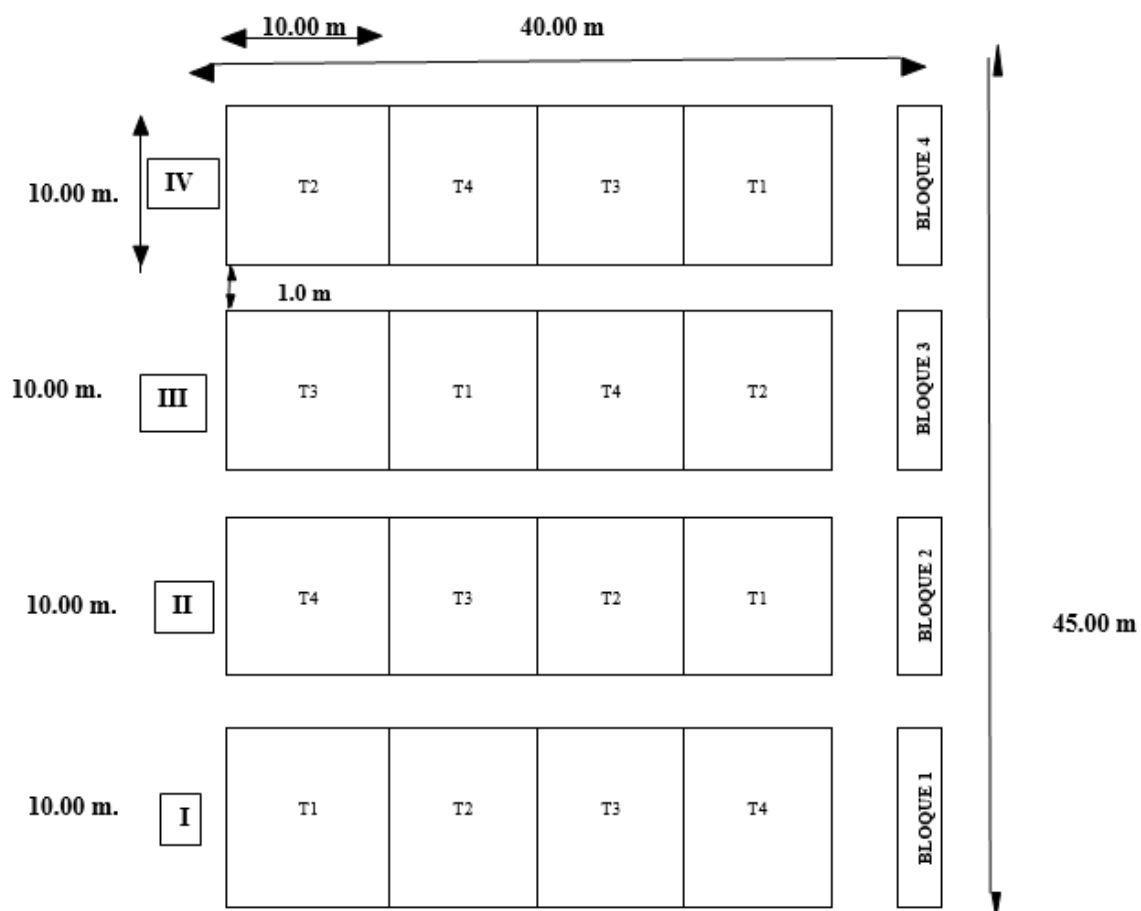
### Bloques o Repeticiones

Largo.....	43.20 m
Ancho.....	9.60m
Área de bloque.....	414.72 m <sup>2</sup>
Área total de bloques .....	1,658.88 m <sup>2</sup>
Número de Bloques .....	4

### Calles

Largo.....	43.20 m
Ancho .....	1.50 m
Área de calle .....	64.80 m <sup>2</sup>
Área de calles .....	324.00 m <sup>2</sup>

## CROQUIS EXPERIMENTAL



### 2.5.1. Tratamientos en estudio

Diseño Experimental

Diseño completamente aleatorizado (DCA) con 6 tratamientos (incluyendo un testigo sin aplicación) y 3 repeticiones, totalizando 18 unidades experimentales.

Unidades experimentales: Cada unidad consiste en una planta de palto tratada con una formulación específica de *Trichoderma sp.*

Tratamientos:

- T1 - Tratamiento PS: Formulación en polvo con alta concentración de esporas.
- T2 - Tratamiento WG: Formulación granulada sobre sustrato de arroz.
- T3 - Tratamiento L: Solución líquida con concentración de  $2.1 \times 10^9$  UFC/ml.
- T4 - Combinación PS + WG
- T5 - Combinación WG + L

- T6 - Testigo sin aplicación

### **Población y Muestra.**

La Población, son las Plantaciones comerciales de palto en Ica, Perú afectadas por *Phytophthora cinnamomi*.

Muestra: 18 plantas seleccionadas aleatoriamente dentro de un campo homogéneo con antecedentes de la enfermedad.

### **Procedimiento Experimental**

Aplicación de Tratamientos

- Momento de aplicación: Inicio de la etapa vegetativa.

### **Métodos:**

- Tratamiento PS: Aplicación directa al suelo o vía riego.

- Tratamiento WG: Incorporación en suelo cerca de las raíces.

- Tratamiento L: Aplicación mediante riego drench.

- Frecuencia: Aplicaciones cada 30 días durante 3 meses.

- Condiciones ambientales: Aplicaciones en horas de menor radiación solar.

### **Técnicas de Recolección de Datos**

- Incidencia y severidad de la enfermedad: Evaluación visual de síntomas en hojas y raíces.

- Parámetros agronómicos: Vigor de las plantas.

### **Técnicas de Análisis de Datos**

- Análisis de varianza (ANOVA): Comparación entre tratamientos.

- Prueba de Duncan/Tukey: Diferencias significativas entre tratamientos.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Presentación e interpretación de los resultados

##### 3.1.1. Análisis de suelo

Se realizó un muestreo del terreno experimental con el propósito de caracterizar sus propiedades físico-mecánicas y químicas. Las muestras de suelo se realizaron a dos profundidades: de 0.00 a 0.30 m y de 0.30 a 0.60 m, utilizando el método en forma de equis. Las submuestras recolectadas fueron homogenizadas cuidadosamente y fraccionadas hasta obtener aproximadamente 1 kg.

Posteriormente, la muestra final fue enviada al Laboratorio del Instituto Rural Valle Grande de Cañete, donde se realizaron los análisis respectivos. Los resultados obtenidos se detallan en las tablas correspondientes.

**TABLA 6**  
**ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO (0.0 – 0.30 m).**

<b>Componentes</b>	<b>Nivel (0.0-0.30 m)</b>	<b>Método usado)</b>
<b>Arena (%)</b>	53.41	Hidrómetro
<b>Limo (%)</b>	25.66	Hidrómetro
<b>Arcilla (%)</b>	20.93	Hidrómetro
<b>Clase textural</b>	<b>Franco Arcillo Arenosa</b>	Triángulo Textural

**TABLA 7**  
**ANÁLISIS FÍSICO-MECÁNICO DEL SUELO (0.30 – 0.60 m)**

<b>Componentes</b>	<b>Nivel (0.30 - 0.60 m)</b>	<b>Método usado)</b>
<b>Arena (%)</b>	55.40	Hidrómetro
<b>Limo (%)</b>	25.38	Hidrómetro
<b>Arcilla (%)</b>	19.22	Hidrómetro
<b>Clase textural</b>	<b>Franco Arenoso</b>	Triángulo Textural

Según el análisis físico mecánico realizados el primer nivel de 0.00 a 0.30 m. es textura Franco Arcillo Arenosa y el nivel de 0.30 m. a 0.60 m. es de textura Franco Arenoso. Tablas 6 y 7.

**TABLA 8**  
**ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO (0.0 – 0.30 m).**

<b>PARAMETROS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>METODO USADO</b>	<b>INTERPRETACION</b>
Carbonato de Calcio Total %	1.02	Gravimétrico	Muy bajo
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25°C	1.6	Electrométrico	Moderadamente Salino
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	8.49	Electrométrico	Moderadamente Alcalino
Fosforo Disponible ppm	7.0	Olsen	Bajo
Materia Orgánica %	0.76	Walkley y Black	Muy Bajo
Nitrógeno Total %	0.04	Kjeldahl	Bajo
Potasio Disponible ppm	201.4	Acetato de Amonio	Bajo
<b>Cationes Cambiables</b>		Extractante: Ac. Amonio	
Calcio mEq / 100 g	8.94	FAAS	Bajo
Magnesio mEq / 100 g	2.52	FAAS	Normal
Sodio mEq / 100 g	0.4	FAAS	Bajo
Potasio mEq / 100 g	0.5	FAAS	Bajo
C.I.C.E mEq / 100 g	12.36	Cálculo Matemático	Bajo
P.S.I %	3.24	Cálculo Matemático	Bajo/No Salino

**Fuente:** \* Guy Sela.

\*\*Rioja Molina A. (2002). *Apuntes de Fitotecnia General*, E.U.I.T.A., Ciudad Real.

\*\*\* Best management practices for saline and sodic turfgrass sites. Robert N. Carrow & Ronny R. Duncan

**TABLA 9**  
**ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO (0.30 – 0.60 m.).**

PARAMETROS	RESULTADO	METODO USADO	INTERPRETACION
Carbonato de Calcio Total %	9.60	Gravimétrico	Normal
Conductividad Eléctrica (E.S) a 25 °C	1.20	Electrométrico	Bajo
pH (1/1) a Temp = 19.8 °C	8.72	Electrométrico	Moderadamente Alcalino
Fosforo Disponible	5.62	Olsen	Bajo
Materia Orgánica %	0.66	Walkley y Black	Muy Bajo
Nitrógeno Total %	0.04	Kjeldahl	Muy Bajo
Potasio Disponible ppm	194.20	Acetato de Amonio	Bajo
<b>Cationes Cambiables</b>		<b>Extractante: Ac. Amoni</b>	
Calcio mEq / 100 g	7.83	FAAS	Bajo
Magnesio mEq / 100 g	2.51	FAAS	Normal
Sodio mEq / 100 g	0.42	FAAS	Bajo
Potasio mEq / 100 g	0.49	FAAS	Muy Bajo
C.I.C.E mEq / 100 g	11.25	Cálculo Matemático	Bajo
P.S.I %	3.71	Cálculo Matemático	Bajo/No Salino

Fuente: \* Guy Sela.

\*\*Rioja Molina A. (2002). *Apuntes de Fitotecnia General*, E.U.I.T.A., Ciudad Real.

\*\*\* *Best management practices for saline and sodic turfgrass sites*. Robert N. Carrow & Ronny R. Duncan

El análisis químico correspondiente al horizonte superficial del suelo (0.00–0.30 m), mostrado en la Tabla 8, revela un contenido total de carbonato de calcio de 1.02 %, clasificado como muy bajo. La conductividad eléctrica a 25 °C fue de 1.60 dS/m, lo que indica una salinidad moderada, mientras que el pH de 8.49 posiciona al suelo en el rango de moderadamente alcalino.

Respecto a los nutrientes disponibles, el fósforo presentó una concentración baja de 7.0 ppm, la materia orgánica fue muy baja con 0.76 %, y el nitrógeno total mostró también un nivel reducido de 0.04 %. El potasio disponible alcanzó los 201.4 ppm, considerado bajo.

En cuanto a los cationes intercambiables, el calcio se reportó en 8.94 mEq/100 g (bajo), el magnesio en 2.52 mEq/100 g (valor normal), y el sodio en 0.40 mEq/100 g (bajo). El potasio intercambiable presentó un valor bajo de 0.5 mEq/100 g.

Finalmente, el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) fue de 3.24 %, ubicándose dentro del rango de suelos bajos o no salinos.

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del horizonte superficial (0.00–0.30 m) fue de 12.36 mEq/100 g, valor considerado bajo, lo que refleja una limitada capacidad del suelo para retener e intercambiar nutrientes esenciales.

En cuanto al análisis químico del estrato subsuperficial (0.30–0.60 m), presentado en la Tabla 4, el contenido de carbonato de calcio total fue de 9.60 %, considerado dentro del rango normal.

La conductividad eléctrica (CE) a 25 °C alcanzó 1.20 dS/m, indicando una salinidad baja, y el pH de 8.72 sitúa al suelo como moderadamente alcalino. Los niveles de fósforo disponible (5.62 ppm) y nitrógeno total (0.04 %) fueron bajos, mientras que la materia orgánica resultó muy baja con 0.66 %. El potasio disponible fue de 194.20 ppm, clasificado también como bajo.

Respecto a los cationes intercambiables, el calcio se registró en 7.83 mEq/100 g (bajo), el magnesio en 2.51 mEq/100 g (normal), el sodio en 0.42 mEq/100 g (bajo) y el potasio intercambiable en 0.49 mEq/100 g (muy bajo).

El porcentaje de sodio intercambiable (PSI) fue de 3.71 %, clasificando al suelo como bajo/no salino. Finalmente, la CIC de este horizonte fue de 11.25 mEq/100 g, igualmente considerada baja, lo que reafirma la escasa capacidad del suelo para retener elementos nutritivos.

### **3.1.2. Datos meteorológicos:**

Proporcionados de la Estación MAP- SAN CAMILO

Longitud: 75° 42' 39.5" W

Latitud: 14° 04' 23.7" S

Altitud: 419 m.s.n.m.

Dpto.: Ica

Provincia: Ica

Distrito: Parcona

**TABLA 10**  
**INFORMACIÓN METEOROLÓGICA – MENSUAL AGOSTO 2022 A MAYO 2023**

Meses	Temperatura °C			Horas de Sol	Humedad relativa %
	Máxima X	Media X	Mínima X		
Agosto	26.9	17.1	9.5	251.1	75.2
Setiembre	26.9	17.3	9.5	218.9	74.5
Octubre	29.1	19.0	10.0	270.7	71.1
Noviembre	30.5	21.3	12.4	252.0	68.5
Diciembre	31.6	S/D	16.2	216.3	67.0
Enero	32.7	25.5	17.8	208.6	63.0
Febrero	33.6	26.7	19.9	129.7	65.1
Marzo	33.3	26.2	19.2	159.0	65.5
Abril	32.7	24.7	16.7	7.8	69.0
Mayo	27.8	20.7	13.6	6.2	77.0

**FUENTE: SENAMHI. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú**

N: Norte

S: Sur

NE: Norte Este

SE: Sur Este

NW: Norte Oeste

SW: Sur Oeste

Con respecto al clima, las temperaturas óptimas para el buen desarrollo del palto deben estar en temperaturas diurnas entre 20 °C y 25 °C, combinadas con temperaturas nocturnas cercanas a los 10 °C, favorecen una fecundación exitosa y una adecuada cuaja del fruto, condiciones fundamentales para el establecimiento productivo del frutal. Las temperaturas medias se ubicaron entre 17.1 °C y 19.0 °C, valores algo por debajo del umbral óptimo (20 °C–25 °C) para cuaja, pero aceptables para el inicio del brote y formación de follaje. Las temperaturas mínimas (9.5–10.0 °C) se acercan al umbral ideal para estimular una fecundación eficiente. Además, las horas de sol alcanzaron su pico en octubre (270.7 h), lo que favorece la actividad fotosintética. Con temperaturas medias en ascenso (hasta 25.5 °C en enero), se presentaron condiciones térmicas óptimas para la cuaja del fruto y fecundación. Las mínimas se elevaron (12.4–17.8 °C), alejándose del ideal nocturno, pero sin comprometer el proceso. La disminución progresiva de humedad relativa (de 68.5 % en noviembre a

63.0 % en enero) es favorable para evitar enfermedades durante la floración. Las temperaturas medias más altas del periodo se registraron en febrero (26.7 °C) y - marzo (26.2 °C), ligeramente por encima del rango óptimo, lo que puede acelerar la maduración si se controla el estrés térmico. Sin embargo, la reducción drástica de horas de sol (129.7 h y 159.0 h) podría afectar la acumulación de reservas. El descenso en temperatura media (24.7 °C en abril y 20.7 °C en mayo) junto con altos niveles de humedad (77 % en mayo) y horas de sol extremadamente bajas (7.8 h y 6.2 h) podrían afectar la sanidad del cultivo y retrasar la cosecha, incrementando el riesgo de enfermedades si no se toman medidas fitosanitarias adecuadas.

### 3.1.3. Análisis y disponibilidad de agua

El riego al cultivo de Palto fue a través del sistema de fertirrigación, se tiene 2 líneas de riegos, y con goteros espaciados cada 0.30 m., y con un caudal por gotero aproximado de 1.5L/h lo que hace un volumen de riego por hora de 20.00m<sup>3</sup>.

**TABLA 11**  
**CALENDARIO DE RIEGOS AGOSTO 2022 A MAYO 2023**

MES	VOLUMEN M <sup>3</sup> /HA/DÍA	VOLUMEN M <sup>3</sup> /HA/MES
Agosto	15.00	450.00
Setiembre	15.00	465.00
Octubre	20.00	620.00
Noviembre	20.00	600.00
Diciembre	25.00	620.00
Enero	25.00	755.00
Febrero	30.00	930.00
Marzo	30.00	930.00
Abril	30.00	930.00
Mayo	30.00	930.00
<b>volumen por</b>	<b>campaña/m<sup>3</sup></b>	<b>7,230.00 m<sup>3</sup>/ha</b>

En el cultivo de palto se utilizó un total de 7,230.00 m<sup>3</sup>/ha.

### 3.1.4 Fertilización

Labor realizada mediante el sistema de riego presurizado por goteo, por medio del fertirriego, usándose productos solubles y previamente filtrados para evitar el taponamiento de los goteros. La fórmula de fertilización fue de: N=100, P=100 y K=80 Mg= 9.2 kg y 11.2 kg de Ca que corresponde a las unidades de fertilizantes: N=100,

$P_2O_5=230$  y  $K_2O=96$  Kg/ha respectivamente, siendo las fuentes de fertilizantes las siguientes: Nitrato de Amonio, Ácido Fosfórico, Sulfato de Potasio soluble, Sulfomag y Nitrato de calcio.

### 3.1.5 Control Fitosanitario

El control fitosanitario es ejecutado por la asociación de agricultores conforme a los diagnósticos y recomendaciones emitidos por el encargado técnico y según las evaluaciones se pudo observar que las plagas que se presentaron en la realización del ensayo fueron:

Al inicio del desarrollo vegetativo en el mes de agosto, se presentó Arañita marrón (*Oligonychus punicae* Hirst), Mosca blanca (*Aleurodicus cocois*). el Bicho del cesto (*Oiketicus kirbyi*) si tuvo mayor presencia; y en poca población la Queresa (*Hemiberlesia lataniae* y *Fiorinia fioriniae*).

### 3.1.5. Cultivos y deshierbos

El deshierbo es decisivo para mantener el cultivo limpio, al eliminar las malas hierbas se ayuda y se evita la competencia por nutrientes, agua y luz solar, lo va a mejora la calidad y el rendimiento del frutal, ya que, las malas hierbas pueden afectar negativamente la calidad de los frutos. El deshierbo es esencial para obtener frutos de alta calidad. El manejo de malezas se llevó a cabo mediante deshierbe manual antes, durante el desarrollo y al finalizar la cosecha. En la campaña anterior se subsoló. Durante todo el ciclo fenológico del cultivo se llevaron a cabo seis labores de control manual de malezas.

Las malezas presentes fueron:

Nombre común	Nombre científico
Coquito	<i>Cyperun rotundus</i>
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L</i>
Gramma común o dulce	<i>Cynodon dactylon</i>
Papilla	<i>Pitraea cuneato-ovata Cav</i>

### Insectos Plaga y Ácaros en Palto (*Persea americana*):

#### a. Cochinillas y Queresas:

- *Protopulvinaria pyriformis* (Queresa acorazonada)
- *Abgrallaspis cyanophylli* (Queresa Hemiberlesia)
- *Fiorina fioriniae* (Queresa coma)

– Queresa blanda (sin identificación específica)

**b. Moscas blancas y negras:**

– *Aleurodicus cocois* (Mosca blanca gigante)

– *Paraleyrodes sp.* (Mosca blanca anidadora)

– *Aleurotrachelus sp.* (Mosca negra)

**c. Trips y chinches:**

- *Thrips tabaci* (Trips de campo abierto)

– *Heliothrips haemorrhoidalis* (Trips de los invernaderos)

– Chinche de la familia Miridae

**d. Ácaros:**

– *Tetranychus sp.* (Arañita roja)

– *Poliphagotarsonemus latus* (Ácaro hialino)

**e. Otros insectos:**

– *Argyrotaenia sphaleropa* (Enrollador de brotes)

– *Planococcus citri*, *Pseudococcus sp.* (Cochinilla harinosa)

– *Stenoma catenifer* (Polilla del palto)

– *Oiketicus kirbyi* (Bicho del cesto)

– *Pagiocerus frontalis* (Barrenador de la semilla)

– *Prodiplosis longifila* (Mosquilla de los brotes)

**Enfermedades del Palto:**

- *Phytophthora cinnamomi* (Pudrición radicular)

- *Lasiodiplodia theobromae* (Muerte regresiva o descendente de ramas)

- *Dothiorella sp.* (Antracnosis de ramas)

- *Botrytis cinerea* (Pudrición gris)

- Viroide del Sun Blotch

- Daños por acumulación de sales

- Presencia de algas y líquenes

- Daños fisiológicos por “manchas de sol”

- *Colletotrichum gloeosporioides* (Antracnosis de frutos)

**Grados de infestación:**

- **Leve:** La marchitez se manifiesta en algunas hojas y ramas, con hojas pequeñas y de color verde pálido.

- **Moderada:** La marchitez se extiende a más ramas y la planta muestra una pérdida de vigor, con hojas que se tornan marrones y marchitas.

- **Severa:** El árbol muestra una pérdida generalizada de follaje, con ramas secas y un deterioro significativo del tallo.
- **Muerte:** El árbol se marchita completamente y muere.

**Factores que influyen en el grado de infestación:**

- **Variación:** Algunas variedades de palto son más resistentes a la podredumbre radicular que otras.

**Condiciones ambientales:**

La alta humedad del suelo y temperaturas entre 15 y 23 grados son óptimas para el desarrollo de *Phytophthora cinnamomi*.

**Eficacia de las medidas de control:**

El uso de fungicidas, la mejora del drenaje del suelo y la eliminación de árboles infectados pueden ayudar a controlar la enfermedad.

**Prevención y control:**

- **Prevención:** Utilizar suelo bien drenado, evitar el exceso de agua y realizar inspecciones regulares en el cultivo para detectar signos tempranos de la enfermedad.
- **Control:** En caso de detección temprana, se pueden usar fungicidas para proteger las raíces y evitar la propagación de la enfermedad. En casos más severos, la eliminación de árboles infectados y la esterilización del suelo pueden ser necesarias.

### **3.2. Presentación e interpretación de los resultados**

Seguidamente, se detallan los hallazgos derivados del desarrollo de la presente investigación del estudio donde se determinó la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en Ica – Perú.

#### **3.2.1 Resultados de estudios en laboratorio:**

La inoculación de dos patógenos en laboratorio se hace con varias técnicas, todas buscando introducir los patógenos en un medio de cultivo o en un organismo que los pueda estudiar o reproducir. Una técnica común es el uso de un asa de laboratorio, que se emplea para mover los patógenos desde un cultivo primario a un nuevo medio o huésped.

<i>Imagen</i>	<i>Descripción</i>
---------------	--------------------



Los organismos inoculados, *Phytophthora cinnamomi* y *Trichoderma sp.*, se incuban en medio de cultivo específico, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, adecuadas para favorecer el crecimiento y la interacción entre ambos microorganismos.

En la imagen se aprecia el crecimiento del *Trichoderma sp* en más del 95% de la placa Petri del ensayo.

<i>Imagen</i>	<i>Descripción</i>
---------------	--------------------



En esta imagen se aprecia el avance de la colonización del *Trichoderma sp.*, sobre la *Phytophthora cinnamomi*.

<i>Imagen</i>	<i>Descripción</i>
---------------	--------------------



100% de colonización total del *Trichoderma sp*, a los 10 días de realizado el ensayo en laboratorio.

Figura 6: Colonización del *Trichoderma sp* en Placa Petri en laboratorio.

### 3.2.2 Análisis estadístico del experimento:

Se empleó un diseño completamente al azar (DCA), conformado por seis (06) tratamientos, incluido un testigo sin aplicación, con tres (03) repeticiones por tratamiento, totalizando 18 unidades experimentales.

Para cada variable evaluada se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), considerando como fuentes de variación el tratamiento y el error experimental. Se determinaron los respectivos grados de libertad, permitiendo contrastar estadísticamente las medias y establecer la significancia de los efectos observados.

Se compararon las medias entre tratamientos con la prueba de Duncan.

#### Importancia del análisis estadístico:

El análisis de varianza (ANOVA) permite determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados.

Ayuda a identificar los tratamientos que mejoran las variables evaluadas.

Cuantifica la variabilidad de los datos y la precisión de los resultados.

El análisis estadístico es una herramienta fundamental para interpretar los resultados del experimento y determinar la significancia de las diferencias entre los tratamientos.

TABLA 12

#### ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO FRESCO DE LAS RAÍCES

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	12606.93	4202.31	131.56	3.86	6.99	**	9.94159052
Repeticiones	3	51.13	17.04	0.53	3.86	6.99	NS	
Error	9	287.48	31.94					
Total	15	12945.54						

S= 5.65      Sx= 2.83       $\bar{X}G=$  56.85

\*\* Diferencias altamente significativamente

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para el peso fresco de la raíz muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 131.56, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86), evidenció diferencias estadísticamente significativas en las variables. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 0.53, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 9.94%, lo que refleja una moderada dispersión en los datos. El promedio general ( $\bar{X}G$ ) es de 56.85, con una

desviación estándar (S) de 5.65 y una desviación estándar de la media (Sx) de 2.83. Estos resultados indican que el peso fresco de la raíz se ve influenciado significativamente por los tratamientos aplicados.

**TABLA 13**  
**PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE PESO FRESCO DE LAS RAÍCES**

CLAVE	TRATAMIENTO	peso fresco de la raíz	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	83.9	a	1
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Liquida)	75.0	b	2
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	57.4	c	3
T4	testigo	11.1	d	4

**TABLA 14**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE PESO SECO DE LAS RAÍCES**

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	2092.61	697.54	132.39	3.86	6.99	**	9.71349872
Repeticiones	3	54.60	18.20	3.45	3.86	6.99	NS	
Error	9	47.42	5.27					
Total	15	2194.63						
S=	2.30	Sx=	1.15	$\bar{X}G=$	23.63			

\*\* Diferencias altamente significativamente

El análisis de varianza (ANVA) realizado para el peso seco de la raíz muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 132.39, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86), lo cual evidencia una variabilidad estadísticamente significativa entre los tratamientos evaluados. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 3.45, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 9.71%, lo que refleja una moderada dispersión en los datos. El promedio general ( $\bar{X}G$ ) es de 23.63, con una

desviación estándar (S) de 2.30 y una desviación estándar de la media (Sx) de 1.15. Estos resultados indican que el peso seco de la raíz se ve influenciado significativamente por los tratamientos aplicados.

**TABLA 15**

**PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE PESO SECO DE LAS RAÍCES**

CLAVE	TRATAMIENTO	peso seco de la raíz	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	35.3	a	1
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Liquida)	31.7	a	1
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	21.8	b	2
T4	Testigo	5.8	c	3

**TABLA 16**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE DAÑO DE RAÍZ (%)**

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	24.69	8.23	35.91	3.86	6.99	**	16.2966316
Repeticiones	3	0.19	0.06	0.27	3.86	6.99	NS	
Error	9	2.06	0.23					
Total	15	26.94						

S= 0.48 Sx= 0.24  $\bar{X}G=$  2.94

\*\* Diferencias altamente significativas

El análisis de varianza (ANVA) realizado para el daño de raíz (porcentaje) muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 35.91, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86), los efectos revelan diferencias estadísticamente significativas entre los efectos de los tratamientos aplicados. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 0.27, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 16.30%, lo que refleja una alta dispersión en los datos. El promedio general ( $\bar{X}VG$ ) es de 2.94, con una desviación estándar (S) de 0.48 y una desviación estándar de la media (Sx) de 0.24. Estos resultados indican que los tratamientos aplicados influyen

significativamente en el daño de raíz, mientras que las repeticiones no presentan variaciones relevantes.

**TABLA 17**  
**PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE DAÑO DE RAÍZ (%)**

CLAVE	TRATAMIENTO	daño de raíz (porcentaje)	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T4	Testigo	5.0	a	1
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	2.8	b	2
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Líquida)	2.3	b c	2
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	1.8	c	3

**TABLA 18**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE INCIDENCIA DE *Phytophthora cinnamomi***

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	15150.00	5050.00	181.80	3.86	6.99	**	11.0957111
Repeticiones	3	100.00	33.33	1.20	3.86	6.99	NS	
Error	9	250.00	27.78					
Total	15	15500.00						

$$S= 5.27 \quad Sx= 2.64 \quad \square G= 47.50$$

\*\* Diferencias altamente significativas

El análisis de varianza (ANVA) realizado para la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 181.80, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86), lo que demuestra que los tratamientos aplicados difieren de manera significativa en su efecto, según los análisis realizados. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 1.20, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 11.10%, lo que refleja una dispersión moderada en los datos. El promedio general ( $\bar{X}G$ ) es de 47.50, con una desviación estándar (S) de 5.27 y una desviación estándar de la media (Sx) de 2.64. Estos resultados indican que la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* se ve influenciada significativamente por los tratamientos aplicados.

**TABLA 19**

**PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE INCIDENCIA DE *Phytophthora cinnamomi***

CLAVE	TRATAMIENTO	Incidencia de <i>Phytophthora cinnamomi</i>	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T4	Testigo	100.0	a	1
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	37.5	b	2
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Liquida)	30.0	b c	2
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	22.5	c	3

**TABLA 20**

**ANÁLISIS DE VARIANZA DE EFICACIA DE *Trichoderma sp*, APLICADO**

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	15150.00	5050.00	181.80	3.86	6.99	**	10.0389767
Repeticiones	3	100.00	33.33	1.20	3.86	6.99	NS	
Error	9	250.00	27.78					
Total	15	15500.00						

S= 5.27      Sx= 2.64       $\bar{X}G=$  52.50

El análisis de varianza (ANVA) realizado para la eficacia *Trichoderma sp* aplicado muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 181.80, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86), indicando diferencias estadísticamente significativas entre los efectos de los tratamientos aplicados. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 1.20, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 10.04%, lo que refleja una dispersión moderada en los datos. El promedio general ( $\bar{X}G$ ) es de 52.50, con una desviación estándar (S) de 5.27 y una desviación estándar de la media (Sx) de 2.64. Estos resultados indican que la eficacia de *Trichoderma sp* aplicado se ve influenciada significativamente por los tratamientos.

**TABLA 21**  
**PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE eficacia de *Trichoderma sp***  
**APLICADO**

CLAVE	TRATAMIENTO	eficacia de <i>Trichoderma sp</i> aplicado	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	77.5	a	1
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Líquida)	70.0	b	2
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	62.5	b	2
T4	Testigo	0.0	c	3

**TABLA 22**  
**ANÁLISIS DE VARIANZA DE RENDIMIENTO (tm/ha)**

F. V	G. L	S.C	C.M	Fc	Fta		Signif.	CV
					0.05	0.01		
Tratamientos	3	89.64	29.88	17.11	3.86	6.99	**	7.46675239
Repeticiones	3	3.67	1.22	0.70	3.86	6.99	NS	
Error	9	15.72	1.75					
Total	15	109.02						

$$S= 1.32 \quad S_x= 0.66 \quad \bar{X}G= 17.70$$

El análisis de varianza (ANVA) realizado para el rendimiento (tn/ha) muestra que los tratamientos tienen un valor de Fc de 17.11, que es significativamente mayor que el valor F tabulado (3.86) evidenciando una variabilidad estadísticamente significativa entre las alternativas evaluadas. Por otro lado, las repeticiones presentan una Fc de 0.70, que no es significativa (NS), lo que sugiere que no hay diferencias relevantes entre las repeticiones. El coeficiente de variación (CV) es de 7.47%, lo que refleja una baja dispersión en los datos. El promedio general ( $\bar{X}G$ ) es de 17.70, con una desviación estándar (S) de 1.32 y una desviación estándar de la media (Sx) de 0.66. Estos resultados indican que el rendimiento por hectárea se ve influenciado significativamente por los tratamientos aplicados.

TABLA 23

PRUEBA DE AMPLITUDES SIGNIFICATIVAS DE “DUNCAN” DE RENDIMIENTO (TM/ha)

CLAVE	TRATAMIENTO	Rendimiento (tn/ha)	DUNCAN $\alpha=0.05$	O.M
T3	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación en Arroz)	21.1	a	1
T1	<i>Trichoderma viride</i> 1 litro/Ha (Formulación Líquida)	18.6	b	2
T4	Testigo	16.0	c	3
T2	<i>Trichoderma viride</i> 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo)	15.1	c	3

Los resultados obtenidos mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan ( $\alpha = 0.05$ ) evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T3 (*Trichoderma viride* 1 L/ha, formulación en arroz) obtuvo el mayor rendimiento con 21.1 t/ha y se ubicó en el grupo estadístico "a", destacándose como la alternativa más efectiva. Le siguió el tratamiento T1 (formulación líquida a 1 L/ha), con 18.6 t/ha, clasificado en el grupo "b", con un efecto significativamente inferior al T3 pero superior al resto. Finalmente, los tratamientos T4 (testigo) y T2 (formulación en polvo a 0.5 kg/ha) obtuvieron los menores rendimientos (16.0 t/ha y 15.1 t/ha respectivamente), sin diferencias estadísticas entre ellos, agrupándose ambos en la categoría "c".

Estos resultados indican que la formulación sólida en arroz aplicada a 1 L/ha (T3) fue significativamente más eficiente en promover el rendimiento del cultivo frente a las demás alternativas evaluadas.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1. Discusión de Resultados

Los hallazgos obtenidos permiten interpretar, a través del análisis de varianza, el comportamiento de las variables evaluadas en el ensayo. El análisis químico del suelo, la caracterización de las condiciones meteorológicas y el comportamiento de las variables experimentales, se muestran con el propósito de evaluar la eficacia de tres formulaciones de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de palto, durante una campaña agrícola desarrollada en Ica – Perú, 2022.

#### 4.1.1 Análisis físico mecánico y químico del suelo

Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el estrato de 0.00 a 0.30 cm y 0.30 a 0.60 cm (Tabla 6 y7) determinó que presenta una textura Franco Arcillo Arenosa y Franco Arenoso ScienceDirect. [29]. Este tipo de suelo se caracteriza por lograr un equilibrio adecuado entre las fracciones texturales —arena, limo y arcilla—, lo que le confiere propiedades agronómicas favorables, como una buena capacidad de retención de humedad sin comprometer el drenaje, facilitando así un desarrollo radicular óptimo.

#### Características de los Suelos

Suelos francos arcillo-arenosos y Franco Arenoso, se caracterizan por una textura equilibrada, presentan una adecuada capacidad para conservar la humedad, favorecer una estructura física consistente, permitir una ventilación apropiada en el perfil edáfico y mantener condiciones térmicas moderadas.

#### Análisis químico del suelo

El análisis realizado al horizonte de suelo de 0.00 a 0.30 m (Tabla 8), se identificó un contenido muy bajo de carbonato de calcio (0.39 %) y una conductividad eléctrica (CE) de 21.83 dS/m a 25 °C, clasificada como una condición de salinidad muy alta, lo cual puede limitar significativamente la absorción de agua por las raíces si no se implementan medidas de manejo adecuadas. El pH fue de 7.45, posicionando al suelo en un rango medianamente alcalino.

En cuanto a los nutrientes disponibles, el fósforo alcanzó 11.54 ppm (adecuado), mientras que la materia orgánica fue baja (0.90 %) y el nitrógeno total muy bajo (0.05 %). El potasio disponible presentó un valor alto de 342.40 ppm.

Respecto a los cationes intercambiables, el calcio se encontró en niveles bajos (8.32 mEq/100 g), el magnesio fue adecuado (1.86 mEq/100 g), el sodio se reportó como alto (1.42 mEq/100 g), y el potasio mostró un valor adecuado (0.71 mEq/100 g). La Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE) alcanzó 12.30 mEq/100 g, clasificada

como media, indicando una moderada capacidad del suelo para retener y suministrar nutrientes a las plantas. Finalmente, el Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) fue de 11.51 %, lo que lo ubica dentro del rango de suelos ligeramente salinos.

#### **4.1.2 Información meteorológica - mensual**

Cherlinka [30]. Con respecto al clima, señala que las temperaturas para el buen desarrollo del cultivo deben estar en; temperatura óptima entre los 20°C y 25°C, y el crecimiento se hace lento cuando la temperatura baja de los 18°C.

La Información fue proporcionada por la entidad estatal SENAMHI, se consideraron los registros correspondientes a las temperaturas máximas, promedio y mínimas, así como la velocidad del viento y el número de horas de sol, y humedad relativa, elementos climatológicos importantes.

Los datos son de la estación MAP- San Camilo, en la cual el promedio de la temperatura máxima fue de 33.6 °C, la media fue de 20.6 °C y la mínima mensual fue en noviembre con 12.80 °C, estando dentro de los rangos señalados por Sánchez.

Se evidencia una marcada oscilación estacional en las condiciones térmicas, con temperaturas máximas medias que varían entre los 26.9 °C en agosto y los 33.6 °C en febrero. Las mínimas, por su parte, fluctúan desde 9.5 °C (agosto–setiembre) hasta alcanzar 19.9 °C en febrero. Durante el verano (diciembre a marzo), las temperaturas superiores a 30 °C podrían inducir estrés térmico en el palto, afectando tanto el amarre del fruto como su desarrollo. Las bajas temperaturas invernales no representan un riesgo de heladas severas, manteniéndose dentro de umbrales tolerables para el cultivo.

En cuanto a la radiación solar, se observa una distribución de comportamiento bifásico, con un periodo de alta insolación entre agosto y noviembre. No obstante, a partir de abril se registra una caída significativa en las horas de sol, alcanzando sus valores mínimos en mayo (6.2 horas), lo que puede limitar los procesos fotosintéticos.

La humedad relativa presenta un patrón inverso a la temperatura y la radiación, con los valores más bajos durante el verano (63–67 %) y los más altos en los meses fríos (hasta 77 % en mayo). Esta combinación de escasa radiación y elevada humedad, especialmente en otoño e invierno, podría favorecer la aparición de enfermedades de origen fúngico, como *Phytophthora cinnamomi*, si no se implementan estrategias preventivas adecuadas. Estos datos son clave que el productor de palto pueda planificar las labores de manejo nutricional, riego, fitosanidad y cosecha.

#### **4.1.3 Discusión de Resultados de las variables en estudio**

El ANOVA, realizado para las diferentes variables ha mostrado resultados significativos en la mayoría de los tratamientos, no así en las repeticiones, que no muestran diferencias notables. Esto indica que los tratamientos aplicados tienen un impacto considerable sobre las variables evaluadas, lo cual está en línea con los objetivos de la investigación, que buscaban evaluar el efecto de diferentes formulaciones de *Trichoderma sp.* sobre la enfermedad *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de palto.

Para el análisis de peso fresco y seco de las raíces, Tabla 12 y 14, los resultados muestran diferencias significativas entre los tratamientos. En ambos casos, la formulación de arroz fue la más eficaz, mostrando el mayor rendimiento en cuanto a peso fresco y seco de las raíces, seguido de la formulación líquida y la formulación en polvo. Esto sugiere que el tipo de formulación influye de manera directa en el crecimiento de las raíces del palto y, por tanto, en la resistencia del cultivo a la enfermedad, ya que estas variables pueden correlacionarse con una mejor respuesta frente al ataque de *Phytophthora cinnamomi*.

En cuanto al daño de raíz (porcentaje), Tabla 16, el análisis de varianza revela que los tratamientos aplicados tienen un efecto significativo, con la formulación de arroz mostrando la menor cantidad de daño, seguida de las formulaciones líquida y en polvo. Esto es consistente con la hipótesis de que los tratamientos con *Trichoderma sp.* reducen el daño causado por *Phytophthora cinnamomi*, ya que una mayor eficacia en el control de la enfermedad se traduce en menores porcentajes de daño en las raíces.

El análisis de incidencia de *Phytophthora cinnamomi*, Tabla 18, también revela que los tratamientos tienen efectos significativos, donde la formulación de arroz mostró la menor incidencia de la enfermedad, lo que refuerza la idea de que este tratamiento es el más eficaz, Tabla 20, en la protección del cultivo. La incidencia más baja en este tratamiento está relacionada con la capacidad de *Trichoderma sp.* para competir con el patógeno y promover la salud del sistema radicular del palto.

Finalmente, en cuanto al rendimiento por hectárea, Tabla 22, los tratamientos con *Trichoderma sp.* también mostraron una mejora significativa. La formulación de arroz fue la que mostró el mayor rendimiento, lo que puede estar asociado con una mejor resistencia general del cultivo frente a la enfermedad y una mayor capacidad de recuperación de los efectos negativos del patógeno.

### **Hipótesis General**

- Hipótesis nula (H.G.0): La aplicación de formulaciones líquidas, en polvo y en arroz de *Trichoderma sp.* no reduce el daño de la enfermedad causada por *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

- Hipótesis alternativa (H.G.A): La aplicación de formulaciones líquidas, en polvo y en arroz de *Trichoderma sp.* reduce el daño de la enfermedad causada por *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto.

Los análisis de varianza sustentan la hipótesis general alternativa (H.G.A), al evidenciarse variaciones relevantes desde el punto de vista estadístico entre los tratamientos analizados, lo cual indica un efecto real atribuible a las formulaciones aplicadas en las variables analizadas. Los tratamientos con *Trichoderma sp.*, especialmente la formulación en arroz, mostraron efectos positivos en la reducción del daño causado por *Phytophthora cinnamomi*, lo que confirma la efectividad de estas formulaciones frente al patógeno.

En las investigaciones realizadas, son coincidentes con los del ensayo en la cual los tratamientos con *Trichoderma sp.*, especialmente la formulación en arroz, mostraron efectos positivos, señalando lo de Chávez-García. [31], quien analizó cómo influyen diferentes condiciones lumínicas en la generación de biomasa de *Trichoderma sp.* empleando técnicas de fermentación sólida y líquida, con sustratos basados en arroz y adición opcional de melaza. Los resultados más favorables se obtuvieron en fermentación sólida expuesta continuamente a la luz a 25 °C, alcanzando una alta concentración de conidios ( $45 \times 10^{18}$  conidios/mL), 96% de germinación y 92,1% de pureza. En contraste, el cultivo sumergido presentó una menor pureza (76,8%), aunque la germinación fue similar (91,2%).

También se resalta la investigación de Gastañadui. [32], quien señala que, la enfermedad de la raíz del palto provocada por *Phytophthora cinnamomi* constituye un desafío fitosanitario relevante en la zona del Proyecto Chavimochic. En esta investigación se analizaron cinco cepas de *Trichoderma* aplicadas a portainjertos Zutano cultivados en condiciones de invernadero. Si bien todos los aislamientos lograron establecerse en la rizosfera y suprimir el patógeno, *Trichoderma sp.* (Chav01) y *T. harzianum* (Chav02) sobresalieron al favorecer un mayor desarrollo radicular. Estos hallazgos indican que los aislados locales poseen un alto potencial como biocontroladores.

### **Hipótesis Específicas**

- Hipótesis Específica H.E.1: La aplicación de la formulación líquida de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el frutal.

La formulación líquida mostró una mejora significativa en comparación con el testigo, lo que apoya esta hipótesis. Sin embargo, no fue la más eficaz en

comparación con la formulación en arroz.

- Hipótesis Específica H.E.2: La aplicación de la formulación sólida de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de palto. Los resultados muestran que la formulación en polvo también tuvo un impacto positivo, aunque menor que la formulación líquida y en arroz, lo que apoya esta hipótesis, aunque de manera más moderada.

- Hipótesis Específica H.E.3: La aplicación de la formulación en arroz de *Trichoderma sp.* reduce el grado de infestación de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto. La formulación en arroz fue la más eficaz en todos los análisis realizados, lo que respalda fuertemente esta hipótesis. Este tratamiento demostró la mayor reducción en el daño de las raíces y en la incidencia de la enfermedad.

Podemos señalar las investigaciones realizadas por Viera, et.al. [33], analizaron diferentes tipos de formulaciones de *Trichoderma* y *Purpureocillium*, tomando en cuenta aspectos fundamentales como la viabilidad, concentración y nivel de pureza. Los resultados señalaron que las formulaciones sólidas deshidratadas basadas en *Trichoderma asperellum* mostraron una mayor estabilidad durante el periodo de almacenamiento, manteniendo su viabilidad biológica por más tiempo. En el caso de *Purpureocillium lilacinum*, se observó que las formulaciones en forma de polvo mojable sobresalieron por conservar adecuadamente su concentración y estabilidad con el paso del tiempo. Coincidiendo con el ensayo, en la que señalan que, las formulaciones con arroz es la que mejor se comportó.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1 Eficacia de los Tratamientos en el Control de *Phytophthora cinnamomi*: Los resultados obtenidos en este estudio demuestran que las tres formulaciones de *Trichoderma sp.* (líquida, en polvo y en arroz) son eficaces en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo de palto, ya que los tratamientos presentaron efectos distintos validados mediante el análisis estadístico aplicado. Entre ellos, la formulación basada en arroz destacó por su eficacia, mostrando los efectos más destacados en la mitigación del deterioro radicular, así como en el incremento del peso fresco y seco de las raíces, lo que indica un efecto efectivo en el desarrollo y sanidad del sistema radicular del cultivo y la incidencia de la enfermedad.
- 5.2 La formulación líquida de *Trichoderma sp.* resultó ser eficiente en la disminución de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi*, aunque no alcanzó la eficacia de la formulación en arroz. Estos resultados respaldan el objetivo específico de evaluar la eficacia de la formulación líquida, mostrando que puede ser una opción eficiente para mitigar la enfermedad, aunque con un menor impacto comparado con la formulación en arroz.
- 5.3 La *Trichoderma viride* 0.5 kg/Ha (Formulación en polvo) también mostró efectos positivos en el control de la enfermedad, aunque con un rendimiento inferior al de la formulación líquida y en arroz. A pesar de su menor eficacia, esta formulación presenta una alternativa viable para el control de *Phytophthora cinnamomi* en situaciones donde las otras formulaciones no estén disponibles o sean más costosas.
- 5.4 La formulación en arroz de *Trichoderma sp.* sobresalió como la alternativa con mayor eficacia en la disminución de la infestación de *Phytophthora cinnamomi*, con la mayor reducción del daño en las raíces y una menor incidencia de la enfermedad. Esto indica que el arroz como sustrato para *Trichoderma sp.* favorece su acción biológica, mostrando el mejor rendimiento entre los tratamientos evaluados, lo que cumple con el objetivo específico de evaluar su eficacia en el control de la enfermedad.
- 5.5 Las evidencias observadas también indican que las formulaciones de *Trichoderma sp.* ofrecen una alternativa sostenible y económica en comparación con métodos convencionales de control de *Phytophthora cinnamomi*. Dado que la formulación líquida y en polvo fueron efectivas, y la formulación en arroz demostró un control sobresaliente, estas opciones representan un avance hacia prácticas agrícolas más sostenibles y ecológicas en el cultivo del palto.

## VI. RECOMENDACIONES

Con el propósito de dar continuidad a las investigaciones desarrolladas, se recomienda llevar a cabo los siguientes estudios complementarios

- 6.1 Uso Preferente de la Formulación en Arroz: Dado que la formulación en arroz de *Trichoderma* sp. mostró la mayor eficacia en el control de *Phytophthora cinnamomi*, se recomienda su uso preferente en cultivos de palto afectados por esta enfermedad. Además, se sugiere investigar su aplicabilidad en otras condiciones agrícolas para evaluar su efectividad en diferentes tipos de suelos y climas.
- 6.2 Investigación de Alternativas de Aplicación de la Formulación Líquida: Aunque la formulación líquida demostró ser eficaz, su rendimiento fue inferior al de la formulación en arroz. Se recomienda realizar estudios adicionales para optimizar la aplicación de la formulación líquida, evaluando factores como la dosificación, momentos de aplicación y la técnica de dispersión para mejorar su eficiencia en el control de la enfermedad.
- 6.3 Monitoreo Continuo de la Incidencia de la Enfermedad: Se sugiere realizar un monitoreo continuo de la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto, especialmente en aquellas áreas donde se utilizaron las formulaciones de *Trichoderma* sp. para asegurar que el control de la enfermedad sea sostenible a largo plazo. Esto permitirá ajustar las estrategias de manejo y garantizar la salud del cultivo.
- 6.4 Estudios Económicos y de Costos de Implementación: Dado que las formulaciones de *Trichoderma* sp. presentan ventajas sobre los métodos convencionales de control, se recomienda efectuar el análisis económico detallado de los gastos asociados al proceso productivo, aplicación y los beneficios potenciales de cada formulación. Esto permitirá evaluar la viabilidad económica de estas alternativas en comparación con los fertilizantes y pesticidas convencionales, facilitando su adopción en la agricultura comercial.
- 6.5 Repetir el presente experimento bajo condiciones similares, con el propósito de validar o modificar los resultados conseguidos en esta investigación.
- 6.6 Desarrollar nuevos estudios incorporando productos alternativos que contribuyan a optimizar la calidad y el rendimiento del cultivo, así como a reducir los costos de producción mediante un manejo más eficiente y sostenible.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Agricultura y Riego- MINAGRI. (2015). Cultivo de Palto (*Persea americana*). 2015. [On Line] Disponible en: <https://www.agrorural.gob.pe/wp-content/uploads/transparencia/dab/material/ficha%20tecnica%20palto.pdf>
- [2] E. Guevara. Caracterización Morfológica de *Phytophthora cinnamomi* Rands como patógeno causante de la enfermedad de la tristeza del palto variedad Hass y Fuerte en el distrito de Moquegua. Para optar el Título Profesional de: Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional de Moquegua. Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. Moquegua – Perú 2018.
- [3] F. De Andraca. Etiología y control de la Tristeza del Palto causada por *Phytophthora cinnamomi*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. 1997.
- [4] D. Hernández-Melchor; R. Ferrera-Cerrato y A. Alarcón. Trichoderma: Importancia Agrícola, Biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial. Chil. j. agric. anim. sci. [online]. 2019, vol.35, n.1 [citado 2025-05-09], pp.98-112. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S071938902019000100098&lng=es&nrn=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071938902019000100098&lng=es&nrn=iso).ISSN 0719-3882. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>.
- [5] Barboza García, Pérez Cordero, Anaya Chamorro. “Especies nativas de Trichoderma aisladas de plantaciones de aguacate con actividad inhibitoria contra *Phytophthora cinnamomi*”, Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA, ISSN-e 1909-9959, ISSN 1692-3561, Vol. 20, N.º. 2 (Julio-diciembre), 2022, págs. 102-116. 2022.
- [6] N. Carrera. “Aislamiento e identificación del Oomycete *Phytophthora cinnamomi* causante de la pudrición de la raíz de aguacate y evaluación de actividad antagonica in vitro por medio de *Trichoderma spp.*”, 2016.
- [7] M. Conrado, S. Mazaró y J. Cesar da Silva. *Trichoderma* Su Uso en la Agricultura. Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria. Embrapa Soja. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento. Embrapa. Brasilia, DF. 2022.
- [8] J. Moya1, S. García, M. Morel, E. Avilés, P. Núñez y L. Matos. Efectividad de cepas nativas de *Trichoderma spp.* en el control de *Fusarium*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia* y *Pythium* en ají (*Capsicum annuum* L.) en ambiente protegido.
- [9] E. Morales T., M. Lino, E. Ortega, P. Castellanos. Evaluación de la capacidad antagonica in vitro de cepas de *Trichoderma spp* frente a *Phytophthora cinnamomi*, fitopatógeno de *Persea americana* (Palta). Facultad de Farmacia y Bioquímica. Ciencia e Investigación 2020 23(1):65-70 DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/ci.v23i1.18754> 2020.

- [10] V. Chaupis. Manejo de sustrato para el control de pudrición radicular en vivero para palto, en la Comunidad de Bellavista – Huancavelica. Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional del Centro del Perú. Facultad de Agronomía. El Mantaro – Jauja – Perú. 2019.
- [11] J. Gutiérrez. Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en palto var. Hass en el Valle de Cañete. Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Huacho – Perú. 2023.
- [12] G. Guevara. Efecto de *Trichoderma atroviride* y *Trichoderma aureoviride* nativas sobre *Fusarium spp.* aislado de campos de cultivo de palto de la empresa agroindustrial Camposol S.A.C. Tesis para optar el Título de Biólogo – Microbiólogo. Universidad Nacional de Trujillo. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Académico Profesional de Microbiología y Parasitología. Trujillo 2013.
- [13] De Bary, A. Investigaciones sobre la naturaleza del hongo de la patata, *Phytophthora infestans*. Diario de la Real Sociedad Agrícola. 12: 239–269. 1876.
- [14] E. Granados. Caracterización morfológica de *Phytophthora cinnamomi* Rands como patógeno causante de la enfermedad de la tristeza del palto variedad Hass y fuerte en el distrito de Moquegua. 2018.
- [15] C. Marulanda. Identificación de aislamientos de *Phytophthora* asociados al cultivo de aguacate en el sur occidente de Colombia. 2017.
- [16] P. Andrade, E. Molina, J. Isidro, E. Hernández, Y. Cortés, & L. Rivera. “Control biológico in vitro de *Phytophthora cinnamomi* con *Trichoderma spp.*” 2017.
- [17] G. Zentmyer. Origen y distribución de *Phytophthora cinnamomi*. Calif. Avocado Soc. Yearbook 69: 89-64. 1985.
- [18] J. Gómez. “Reacción a la pudrición radicular causada por *Phytophthora cinnamomi*. Rands en dos razas y dos cultivares de palto, Persea americana. Miller”. 2014.
- [19] M. Roncal. Incidencia y severidad de fitoenfermedades del Haba (*Vicia faba* L.) en la Provincia de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. 2017.
- [20] A. Abelleira y Cols. “*Armillaria mellea* (Vahl: Fries) Kummer” ficha N° 21; “*Cryphonectria parasitica* (Murrill) Barr. Chancro del Castaño”, ficha N° 36» y “*Phytophthora cinnamomi* (Rands) Tinta del Castaño”, ficha N° 58. Libro: Fichas de diagnóstico en laboratorio de organismos nocivos de los vegetales. Mapa-Madrid.

- [21] D. Hernández-Melchor, R. Ferrera-Cerrato & A. Alarcón. Trichoderma: Importancia Agrícola, Biotecnológica, y Sistemas de Fermentación para producir Biomasa y Enzimas de interés Industrial. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 35(1), 98-112. 2019. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000205>
- [22] H. Chiriboga, G. Gómez y K. Garcés. Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: *Trichoderma spp.* Para el control biológico de enfermedades. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2015.
- [23] L. Ortiz. Biodiversidad fúngica en el suelo del bosque protector Aguarongo, Provincia del Azuay-Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 2017.
- [24] M. Reátegui. "Control biológico de *Stemphylium solani* utilizando biotipos de *Trichoderma* en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* L), en sector Aucasoma - San Martín - Perú". 2015.
- [25] C. Ramírez. "Utilización de *Trichoderma Spp* y humus líquido (Trico-Humus) Como abono foliar en la fertilización de *Medicago sativa* (Alfalfa) y su efecto en los rendimientos productivos". Trabajo de Titulación. Previo a la obtención del título: Ingeniero Zootecnista. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Pecuarias. Carrera de Ingeniería Zootécnica. Riobamba – Ecuador. 2015.
- [26] M. Endara. "Reproducción del hongo *Trichoderma harzianum* (biofungicida) aprovechando desechos agroindustriales (residuos de papa, tamo de frejol, bagazo de caña)." Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Ibarra – Ecuador 2009.
- [27] M. Ezziyyani, C. Pérez, A. Sid Ahmed, M. Requena & M. Candela. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100 Espinardo, Murcia, España. 2003.
- [28] M. Chávez. Producción de *Trichoderma sp.* y evaluación de su efecto en cultivo de crisantemo (*Dendranthema grandiflora*). Pontificia Universidad Javeriana 2014.
- [29] A. Topalović, M. Knežević, B. Bajagić, L. Ivanović, I. Milašević, D. Đurović, B. Mugoša, A. Podolski-Renić y M. Pešić. ScienceDirect. Capítulo 20 - Uva (*Vitis vinifera* L.): beneficios para la salud y efectos de las condiciones de cultivo sobre los parámetros de calidad. 2020 , Páginas 385-401 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819541-3.00020-7> [On Line] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128195413000207>

- [30] V. Cherlinka. 2024-04-12. Cultivo De Aguacate: Información Para Una Buena Cosecha. EOS Data Analytics. [On Line] Disponible en: [aguacate/#:~:text=Cualquier%20plantaci%C3%B3n%20de%20C3%A1rboles%20del,e1%20crecimiento%20de%20las%20ra%C3%ADces.aguacate/#:~:text=Cualquier%20plantaci%C3%B3n%20de%20C3%A1rboles%20del,e1%20crecimiento%20de%20las%20ra%C3%ADces](#).
- [31] M. Chávez-García; J. Montaña-Lara; M. Martínez-Salgado; M. Mercado-Reyes; M. Rodríguez y B. Quevedo-Hidalgo. Efecto del sustrato y la exposición a la luz en la producción de una cepa de *Trichoderma sp.* Universitas Scientiarum, vol. 13, núm. 3, 2008, pp. 245-251 Pontificia Universidad Javeriana Bogotá, Colombia. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2008. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49913014003>
- [32] P. Gastañadui, R. Moreno, P. Quiroz-Delgado y W. Apaza-Tapia. Control de la pudrición de la raíz del palto causada por *Phytophthora cinnamomi* con diferentes cepas de *Trichoderma* en la Irrigación de Chavimochic. Peruvian Journal of Agronomy, 5(3), 78–86. Universidad Nacional Agraria La Molina <https://doi.org/10.21704/pja.v5i3.1846>
- [33] W. Viera, M. Noboa, J. Bermeo, F. Báez y T. Jackson. Parámetros de calidad de cuatro tipos de formulaciones a base de *Trichoderma asperellum* y *Purpureocillium lilacinum*. *Enfoque UTE, Universidad Tecnológica Equinoccial* vol. 9, núm. 4, pp. 145-153, 2018. DOI: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.348>

## **VIII. ANEXOS**

**8.1 Matriz de consistencia**

**8.2 Instrumentos de recolección de información**

**8.3 Otros**

**8.4 Fotos del Proceso**

## 8.1 Matriz de Consistencia

### “Eficacia de *Trichoderma sp.* en el control de *Phytophthora cinnamomi* en el cultivo del palto en Ica – Perú, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>P.G.0. ¿Cuál es la eficacia de las tres formulaciones de <i>Trichoderma sp.</i> en el control de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECÍFICO</b></p> <p>P.E.1. ¿Cuál es la eficacia de la formulación líquida de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto?</p> <p>P.E.2. ¿Cuál es la eficacia de la formulación en polvo de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto?</p> <p>P.E.3. ¿Cuál es la eficacia de la formulación en arroz de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>O.E.0. Evaluar la eficacia de las tres formulaciones de <i>Trichoderma sp.</i> en el control de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECIFICOS</b></p> <p>O.E.1. Evaluar la eficacia de la formulación líquida de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto</p> <p>O.E.2. Evaluar la eficacia de la formulación en polvo de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto</p> <p>O.E.3. Evaluar la eficacia de la formulación en arroz de <i>Trichoderma sp.</i> en el control del grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p><b>H.G.0.</b> La aplicación de formulaciones en líquido, en polvo y en arroz de <i>Trichoderma sp.</i> reduce el daño de la enfermedad causada por <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo del palto.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECÍFICA</b></p> <p>H.E.1. La aplicación de la formulación líquida de <i>Trichoderma sp.</i> reduce el grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo de palto.</p> <p>H.E.2 La aplicación de la formulación solida de <i>Trichoderma sp.</i> reduce el grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo de palto.</p> <p>H.E.3. La aplicación de la formulación en arroz de <i>Trichoderma sp.</i> reduce el grado de infestación de <i>Phytophthora cinnamomi</i> en el cultivo de palto.</p>	<p>V.I. Formulaciones de <i>Trichoderma sp.</i></p> <p><b>DIMENSION</b></p> <p>sustratos de <i>Trichoderma</i></p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p><b>Indicador 1</b></p> <p>Formulación en líquido.</p> <p><b>Indicador 2</b></p> <p>Formulación en polvo.</p> <p><b>Indicador 3</b></p> <p>Formulación en arroz.</p> <p>V.D. <i>Phytophthora cinnamomi</i> EN EL CULTIVO DEL PALTO</p> <p><b>DIMENSION</b></p> <p>Síntomas de <i>Phytophthora cinnamomi</i></p> <p><b>INDICADORES</b></p> <p>Grado de infestación 1</p> <p>Grado de infestación 2</p> <p>Grado de infestación 3</p> <p>Grado de infestación 4</p> <p>Grado de infestación 5</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGCION:</b></p> <p>- Aplicada</p> <p><b>NIVEL:</b></p> <p>- Explicativo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b></p> <p>- experimental</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math display="block">\begin{array}{ccccc} \text{GE: } &amp; 0_1 &amp; &amp; X &amp; 0_2 \\ &amp; \hline \text{GC: } &amp; 0_3 &amp; &amp; &amp; 0_4 \end{array}</math> </div> <p><b>POBLACIÓN :</b> 500 plantas de palto</p> <p><b>MUESTRA :</b> 124</p> <p><b>TRATAMIENTO ESTADÍSTICO:</b></p> <p>Estadística Descriptiva e Inferencial teniendo en cuenta los Programas de Minitab y Excel</p> <p><b>TECNICAS:</b></p> <p>- Observacional</p> <p><b>INSTRUMENTOS:</b></p> <p>Fichas de observación</p>

## 8.2 Instrumentos de recolección de información

### 1 PRESUPUESTO

Costo de producción por Hectárea de Palto				
MANTENIMIENTO				
Cultivo: Palto Variedad: Hass Lugar: Fundo San Camilo Área: 1 Ha	Grado de tecnología: Alta Sistema de riego: Goteo RENDIMIENTO: 12000 Kg. Fecha: 04 de julio del 2021			
<b>I.-COSTOS VARIABLES</b>				
<b>RUBROS</b>	<b>UNID.</b>	<b>CANT.</b>	<b>P. UNIT. S/</b>	<b>TOTAL S/</b>
<b>1.- MANO DE OBRA</b>				
<b>A: ABONAMIENTO</b>				
-Mulching	Jornal	2	45,00	90,00
-Carguío y distribución de abonos	Jornal	5	45,00	225,00
-Tapado de abonos	Jornal	2	45,00	90,00
<b>B.-LABORES CULTURALES</b>				
- Tomez y arreglo de acequias	Jornal	5	45,00	225,00
- Riego en 12 meses	Jornal	20	45,00	900,00
- Deshierbe	Jornal	10	45,00	450,00
- Control fitosanitario	Jornal	4	45,00	180,00
SUB TOTAL				<b>2160,00</b>
<b>2.-INSUMOS Y MATERIALES</b>				0,00
- Estiércol fermentado	TM.	10	100,00	1000,00
- Guano de isla	Sacos	20	50,00	1000,00
-Hongos Entomopatogenos	Kg.	9	13,00	117,00
-Trichoderma en arroz	Kg.	15	14,00	210,00
-Trichoderma en polvo	Kg.	3	150,00	450,00
-Trichoderma en liquido	Lt.	5	90,00	450,00
-Jabón agrícola	Lt.	2	30,00	60,00
-Calcio Boro Zinc Orgánico	Lt.	2	25,00	50,00
- Agua				50,00
SUB TOTAL				<b>3387,00</b>
<b>3.- Cosecha</b>				
-Corte del fruto	Jornal	4	45,00	180,00
-Selección	Jornal	2	45,00	90,00
-Traslado	Jornal	2	45,00	90,00
SUB TOTAL				<b>360,00</b>
<b>3.- TRANSPORTE Y FLETE</b>				
-Transporte de estiércol e Insumos				80,00
SUB TOTAL				<b>80,00</b>
TOTAL DE COSTOS VARIABLES				<b>5987,00</b>
<b>II.-COSTOS FIJOS</b>				
- Gastos generales 5%				299,35
TOTAL DE COSTOS FIJOS				<b>299,35</b>
<b>III.- COSTO TOTAL</b>				
TOTAL DE COSTOS VARIABLES				5987,00
TOTAL DE COSTOS FIJOS				299,35
TOTAL S/.				<b>6286,35</b>

**I. ANEXO**

**ANEXO N° 1. FICHA DE EVALUACIÓN DEL CULTIVO DEL PALTO (SEMANA N°....)**

<b>N° DE ÁRBOL</b>	<b>GRADO DE INFESTACIÓN CON PHYTHOPHTHORA CINNAMOMI</b>	<b>FORMULACIÓN Y DOSIS DE APLICACIÓN DE TRICHODERMA SP.</b>	<b>TAMAÑO DE COPA DEL ARBOL EN METROS</b>	<b>NÚMERO DE HOJAS POR RAMA</b>
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
08				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

ANEXO 2 Analisis de suelo



**VALLE GRANDE**  
Laboratorio de Química Agrícola

SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS  
PREDIO : TESISTA CESAR PILLPE VALENCIA  
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 770 - 015 - 2022  
LUGAR : ICA  
FECHA DE RECEP. : 16/07/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD  
MUESTRA : M1 - FUNDO SAN CAMILO - PALTO - HASS - 5 AÑOS - 0.30cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
Textura				
Arena	53.41	%		
Limo	25.66	%		
Arcilla	20.93	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARCILLO ARENOSA</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	36.11	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	1.02	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	1.60	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 18.8 °C	8.49		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	7.00	ppm	MES - 006	Clsen
Materia Orgánica	0.76	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	201.40	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extrahante: Ao. Amonio
Calcio	8.94	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.52	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.40	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.50	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.J	3.24	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	12.36	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
Sales Disueltas				
Cloruro	4.32	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	9.01	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	1.99	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	1.49	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	10.94	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	2.04	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	3.30	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.31	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.36	ppm (*)	ISO 9390, 1990	Colorimétrico

**NOTAS:**

E.S. : Extracto de Saturación.  
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
P.S.J : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
C.I.C.E. : Capacidad Intercambio Cationico Eléctrico.  
% : Masa / Masa.  
ppm : mg / Kg.  
ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
SM : Standar Método.  
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
ISO : International Organization for Standardization.  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

1. Este informe es válido como tal y no debe ser usado para fines de responsabilidad legal.  
2. Se asume la integridad de la muestra y la correcta identificación de la muestra. Oficina Agrícola

*[Firma]*

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacon  
JEFE DEL LABORATORIO



*[Firma]*

MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

Promotora de Obras Sociales y de Instrucción Popular  
Panamericana Sur Km. 144, San Vicens de Cañena, Umas - Perú  
Teléfono: (511) 581 2251 | Celular: 981 692 563  
Email: laboratorio@vallegrande.edu.pe | Web: www.vallegrande.edu.pe



SOLICITANTE : ORLANDO BALBIN CARDENAS  
PREDIO : TESISTA CESAR PILLPE VALENCIA  
MATRIZ : SUELO AGRICOLA

ANÁLISIS N° : 770-02S-2022

LUGAR : ICA

FECHA DE RECEP. : 16/07/2022

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO - SALINIDAD  
MUESTRA : M2 - FUNDO SAN CAMILO - PALTO - HASS - 5 AÑOS - 30.60cm

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO	TÉCNICA
<b>Textura</b>				
Arena	55.40	%		
Limo	25.38	%		
Arcilla	19.22	%	MES - 001	Bouyoucos
Clase Textural	<b>FRANCO ARENOSO</b>			
Porcentaje de Saturación de Agua	28.71	%	MES - 002	Gravimétrico
Carbonato de Calcio Total	9.60	%	MES - 003	Gravimétrico
Conductividad Eléctrica (E.S.) a 25 °C.	1.20	dS / m	MES - 004	Electrométrico
pH (1/1) a Temp = 19 °C	8.72		MES - 005	Electrométrico
Fósforo Disponible	5.62	ppm	MES - 006	Olsen
Materia Orgánica	0.66	%	MES - 007	Walkley y Black
Nitrógeno Total	0.04	%	MES - 008	Kjeldahl
Potasio Disponible	194.20	ppm	MES - 009	Acetato de Amonio
Cationes Cambiables				Extracción: Ao. Amonio
Calcio	7.83	mEq / 100 g	MES - 010	FAAS
Magnesio	2.51	mEq / 100 g	MES - 011	FAAS
Sodio	0.42	mEq / 100 g	MES - 012	FAAS
Potasio	0.49	mEq / 100 g	MES - 013	FAAS
P.S.I	3.71	%	MES - 015	Cálculo Matemático
C.I.C.E	11.25	mEq / 100 g	MES - 017	Cálculo Matemático
<b>Salas Disueltas</b>				
Cloruro	3.51	mEq / L	SM 4500 CL - B	Argentométrico
Sulfato	8.95	mEq / L	EPA 375.4	Turbidimétrico
Nitrato	0.75	mEq / L	MEA - 001	Colorimétrico
Carbonato	< 0.02	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Bicarbonato	0.90	mEq / L	SM 2320 B	Volumétrico
Calcio	7.47	mEq / L	EPA 215.1	FAAS
Magnesio	3.07	mEq / L	EPA 242.1	FAAS
Sodio	2.78	mEq / L	EPA 273.1	FAAS
Potasio	0.26	mEq / L	EPA 258.1	FAAS
Boro	0.08	ppm (*)	ISO 9390.1990	Colorimétrico

**NOTAS:**

E.S. : Extracto de Saturación.  
(1/1) : Relación Masa del Suelo / Volumen del Agua.  
P.S.I. : Porcentaje de Sodio Intercambiable.  
C.I.C.E. : Capacidad de Intercambio Catiónico Efectivo.  
% : Masa / Masa.  
ppm : mg / Kg.  
ppm(\*) : mg / L.

MES y MEA : Método Propio del Laboratorio.  
SM : Standard Method.  
EPA : Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.  
ISO : International Organization for Standardization.  
FAAS : Espectrometría de Absorción Atómica por Llama.

1. Este informe es válido como tal y no garantiza el cumplimiento de normas.  
2. Se asume la responsabilidad por los resultados obtenidos en el laboratorio de Química Agrícola.

MSc. Quím. Alexis Saucedo Chacon  
JEFE DEL LABORATORIO



MSc. Agr. Julio Castro Lazo  
DIRECTOR DEL LABORATORIO

ANEXO 3 Datos Meteorológicos

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

Estación MAP- SAN CAMILO

Latitud : 14° 04' 23.7" S Dpto. : Ica  
 Longitud : 75° 42' 39.5" W Provincia : Ica  
 Altitud : 419 msnm Distrito : Parcona

Parámetros : Humedad Relativa Media Mensual (%) Período: 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	60.3	63.1	62.0	64.8	70.9	77.6	78.0	75.2	74.5	71.1	68.5	67.0
2023	63.0	65.1	65.5	69.0	77.0	76.0						

mm=ln/m<sup>2</sup>

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: "PILLPE VALENCIA CESAR"

PROYECTO DE TESIS TITULADO:

" EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

# SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

**Latitud** : 14° 04' 23.7" S **Dpto.** : Ica  
**Longitud** : 75° 42' 39.5" W **Provincia** : Ica  
**Altitud** : 419 msnm **Distrito** : Parcona

**Parámetros** : Humedad Relativa Media Mensual (%) **Periodo:** 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	60.3	63.1	62.0	64.8	70.9	77.6	78.0	75.2	74.5	71.1	68.5	67.0
2023	63.0	65.1	65.5	69.0	77.0	76.0						

mm=lm/m<sup>2</sup>

### INFORMACIÓN PREPARADA PARA: "PILLPE VALENCIA CESAR"

#### PROYECTO DE TESIS TITULADO:

"EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

# SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

Latitud : 149 04' 23.7" S

Longitud : 759 42' 39.5" W

Altitud : 419 msnm

Dpto. : Ica

Provincia : Ica

Distrito : Parcona

Parámetros : Horas de Sol Media Mensual

Periodo: 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	246	157.5	191.6	260	251.6	201.4	217.4	251.1	218.9	270.7	252	216.3
2023	208.6	129.7	159	7.8	6.2	5.9						

mm=lm/m<sup>2</sup>

INFORMACIÓN PREPARADA PARA:

"PILLE VALENCIA CESAR"

PROYECTO DE TESIS TITULADO:

" EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



Formado digitalmente por ROSAS  
LUJAN Ricardo Antonio FAU  
2023/10/20 18:00:57  
Fecha: 24.10.2023 18:00:57 -05:00

Ica, 24 de octubre del 2023  
Parque Industrial MZ A lote 5-Ica  
Telef. 056-228902  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

**Latitud** : 14° 04' 23.7" S  
**Longitud** : 75° 42' 39.5" W  
**Altitud** : 419 msnm

**Dpto.** : Ica  
**Provincia** : Ica  
**Distrito** : Parcona

**Parámetros** : Temperatura Media Mensual (°C) **Periodo:** 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	26.0	25.3	S/D	22.6	19.9	17.0	16.4	17.1	17.3	19.0	21.3	S/D
2023	25.5	26.7	26.2	24.7	20.7	18.7						

mm=lm/m<sup>2</sup>

**INFORMACIÓN PREPARADA PARA:**

**"PILLPE VALENCIA CESAR"**

**PROYECTO DE TESIS TITULADO:**

**" EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".**



**Ica, 24 de octubre del 2023**  
**Parque Industrial MZ A lote 5-Ica**  
**Telef. 056-228902**  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

**VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL**



# SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

Latitud : 14° 04' 23.7" S Dpto. : Ica  
 Longitud : 75° 42' 39.5" W Provincia : Ica  
 Altitud : 419 msnm Distrito : Parcona

Parámetros : Temperatura Máxima Mensual (°C) Período: 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	32.8	32.6	32.9	32.3	29.9	26.3	25.6	26.9	26.9	29.1	30.5	31.6
2023	32.7	33.6	33.3	32.7	27.8	25.6						

mm=lm/m<sup>2</sup>

INFORMACIÓN PREPARADA PARA: "PILLPE VALENCIA CESAR"

PROYECTO DE TESIS TITULADO:  
 "EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA  
 CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



Firmado digitalmente por ROSAS  
 LUJAN Ricardo Antonio FAU  
 201313065028 hard  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 24.10.2023 10:01:30 -05:00

Ica, 24 de octubre del 2023  
 Parque Industrial MZ A lote 5-Ica  
 Telef. 056-228902  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

# SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

Latitud : 14° 04' 23.7" S  
 Longitud : 75° 42' 39.5" W  
 Altitud : 419 msnm

Dpto. : Ica  
 Provincia : Ica  
 Distrito : Parcona

Parámetros : Velocidad de Viento Media Mensual (m/s) Período: 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	2.4	2.4	2.4	2.6	2.3	2.1	2.3	2.3	2.5	2.4	2.1	2.2
2023	2.1	1.9	2	2.2	2.3	2.1						

mm=lm/m<sup>2</sup>

INFORMACIÓN PREPARADA PARA:

"PILLPE VALENCIA CESAR"

PROYECTO DE TESIS TITULADO:

"EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



Firmado digitalmente por ROSAS LUJAN Ricardo Antonio FALU 20131360228 hard  
 Motivo: Soy el autor del documento  
 Fecha: 24/10/2023 16:02:03 -05:00

Ica, 24 de octubre del 2023  
 Parque Industrial M2 A lote 5-Ica  
 Telef. 056-228902  
[www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

# SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

## INFORMACIÓN METEOROLÓGICA MENSUAL

### Estación MAP- SAN CAMILO

**Latitud** : 14° 04' 23.7" S  
**Longitud** : 75° 42' 39.5" W  
**Altitud** : 419 msnm  
**Dpto.** : Ica  
**Provincia** : Ica  
**Distrito** : Parcona

**Parámetros** : Temperatura Mínima Mensual (°C) **Periodo:** 2022 -2023

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2022	17.0	16.4	17.1	14.0	10.4	8.8	9.7	9.5	9.5	10.0	12.4	16.2
2023	17.8	19.9	19.2	16.7	13.6	11.8						

mm=lm/m<sup>2</sup>

**INFORMACIÓN PREPARADA PARA:** "PILLPE VALENCIA CESAR"

**PROYECTO DE TESIS TITULADO:**

" EFICACIA DE TRES FORMULACIONES DE TRICODERMA SP. EN EL CONTROL DE PHYTOPHTHORA CINNAMOMI EN EL CULTIVO DEL PALTO EN ICA – PERU, 2021".



**VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL**

### 8.3 Otros

#### *Trichoderma sp.*

El tratamiento con *Trichoderma* en diferentes formulaciones (granulado, polvo, y líquido) puede variar en su aplicación y efectividad para controlar los patógenos en las plantas. La elección de la formulación depende del tipo de cultivo, el método de aplicación deseado y las condiciones ambientales. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante para cada producto específico y considerar factores como la humedad, temperatura y pH del suelo o agua de aplicación.

#### **Formulaciones y Uso:**

##### **Granulado (arroz):**

Esta formulación es común para aplicaciones en suelo, especialmente en la siembra o trasplante. Se puede mezclar con el sustrato o aplicar superficialmente. El arroz actúa como un portador para las esporas de *Trichoderma*, protegiéndolas y liberándolas gradualmente en el suelo.

##### **Polvo:**

Las formulaciones en polvo suelen ser más versátiles, pudiendo usarse para tratamientos foliares, aplicación al suelo o incluso para el tratamiento de semillas. La preparación y aplicación pueden variar dependiendo de la concentración del producto y las recomendaciones del fabricante.

##### **Líquido:**

Las formulaciones líquidas son ideales para aplicaciones foliares y riego por goteo, ya que facilitan la distribución uniforme del hongo sobre las plantas y en el suelo.

#### **Recomendaciones Generales:**

##### **pH del agua:**

Se recomienda usar agua con un pH entre 5.5 y 7 y con bajo contenido de sales para la aplicación de *Trichoderma* en formulaciones líquidas.

Tiempo de reposo del agua:

Es aconsejable dejar reposar el agua durante 24 horas para que el cloro se evapore antes de mezclar con el producto.

##### **Mezcla con otros productos:**

Algunas formulaciones líquidas se pueden mezclar con aceite de Neem para mejorar la adherencia y efectividad, pero es importante seguir las recomendaciones del fabricante.

##### **Aplicación foliar:**

Para aplicaciones foliares, se recomienda iniciar desde la floración y repetir cada 15-20 días, según la presión de la enfermedad.

**Aplicación en suelo:**

Para aplicaciones en suelo, se puede mezclar con el sustrato o aplicar superficialmente, dependiendo de la formulación.

**Almacenamiento:**

Es importante almacenar los productos con Trichoderma en un lugar fresco y seco, lejos de la luz solar directa.

**Consideraciones Adicionales:****Compatibilidad:**

Es importante verificar la compatibilidad de Trichoderma con otros productos fitosanitarios que se utilicen en el cultivo.

**Condiciones ambientales:**

La efectividad de Trichoderma puede verse influenciada por las condiciones ambientales como la humedad y la temperatura. Se recomienda aplicar en condiciones favorables para el desarrollo del hongo.

**Seguir las instrucciones del fabricante:**

Es fundamental seguir las instrucciones específicas de cada producto y las recomendaciones del fabricante para la dosis, frecuencia de aplicación y método de uso.

En resumen, la elección de la formulación y el método de aplicación de Trichoderma dependerá de las necesidades específicas del cultivo y las condiciones del entorno. Es crucial seguir las recomendaciones del fabricante y considerar factores como el pH del agua, la humedad, la temperatura y la compatibilidad con otros productos.

#### 8.4 Fotos del proceso



Figura N° 7: Poda del frutal y realización del Analisis de Suelo.



Figura N° 8: Entrega de los productos y mezcla de los mismos para la aplicación Foliar en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Solución líquida con concentración de  $2.1 \times 10^9$  UFC/ml.



Figura N° 9: Aplicación al suelo en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Formulación granulada sobre sustrato de arroz



Figura N° 10: Aplicación Foliar en campo al cultivo de Palto, Variedad Hass. Formulaci3n en polvo con alta concentraci3n de esporas.