

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**Eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiu (*Peronospora
variabilis*) en la producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa*)
en la EE Canaán UNSCH 2763 msnm.**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS, MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL Y
BIODIVERSIDAD**

**PRESENTADO POR:
Bach. Victor Chavez Centeno**

**ASESOR:
Dr. Edwin Portal Quicaña**

AYACUCHO - PERÚ

2023

A Dios, a mis hijos, esposa, padres,
hermanos y sobrinos.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi agradecimiento a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma mater, por proporcionarme una educación de calidad que ha sido fundamental para desarrollarme como profesional competente, comprometido con valores y principios. La formación académica y profesional sólida que he adquirido en esta institución es una garantía de mi preparación integral. Además, quiero reconocer y agradecer a la Facultad de Ciencias Biológicas y a su distinguido cuerpo docente, quienes brindaron sus conocimientos, los cuales han contribuido significativamente en mi crecimiento tanto profesional como personal.

Al Doctor Edwin Portal, mi asesor, por su apoyo incondicional en el logro de mis objetivos de investigación.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO I MARCO TEORICO	19
1.1. Antecedentes.....	19
1.2. Fundamento teórico	22
1.2.1. Producción orgánica de quinua.....	22
1.2.2. Biocontroladores.....	23
1.2.3. Mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>).....	28
1.2.4. Evaluación de la enfermedad	30
1.2.5. La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).....	31
1.2.6. Fungicida Metalaxil	33
1.3. Marco conceptual.....	34
1.3.1. Abiotico	34
1.3.2. Amarantiforme.....	34
1.3.3. Biótico.....	34
1.3.4. Dimensión ambiental	35
1.3.5. Ecotipo.....	35
1.3.6. Ecología	35

1.3.7. Desarrollo endógeno.....	36
1.3.8. Indicador ambiental	36
CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS	37
2.1. Ubicación de la zona de estudio	37
2.1.1. Ubicación Política.....	37
2.1.2. Ubicación geográfica	37
2.2. Tipo y Nivel de Investigación.....	37
2.2.1. Tipo de investigación.....	37
2.2.2. Nivel de investigación	37
2.3. Población y muestra.....	37
2.3.1. Población	37
2.3.2. Muestra	38
2.4. Sistema de muestreo	38
2.5. Diseño de investigación.....	39
2.6. Variables de estudio.....	42
2.6.1. Variable independiente	42
2.6.2. Variable dependiente	42
2.6.3. Variable interviniente	43
2.7. Instalación del campo experimental	43
2.7.1. Preparación del terreno	43
2.7.2. Demarcación del campo experimental.....	43
2.7.3. Abonamiento.....	43
2.7.4. Siembra.....	44
2.7.5. Riego.....	44
2.7.6. Raleo.....	45

2.7.7. Aporque	45
2.7.8. Colocación de rastrojo	45
2.8. Evaluación en el campo experimental	45
2.8.1. Evaluación del grado de incidencia del mildiu	46
2.8.2. Evaluación del grado de severidad del mildiu	46
2.8.3. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).....	47
2.9. Aplicación de los biocontroladores.....	48
2.10.Cosecha y evaluación del rendimiento	51
2.11.Análisis de Datos	51
CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
3.1. Intensidad de <i>Peronospora variabilis</i>	53
3.1.1. Incidencia de <i>Peronospora variabilis</i> en la quinua variedad Blanca Junín	53
3.1.2. Incidencia de <i>Peronospora variabilis</i> en la quinua variedad Pasankalla....	56
3.1.3. Severidad de <i>Peronospora variabilis</i> en la quinua variedad Blanca Junín.	59
3.1.4. Severidad de <i>Peronospora variabilis</i> en la quinua variedad Pasankalla	63
3.2. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de <i>Peronospora variabilis</i>	65
3.2.1. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de <i>Peronospora variabilis</i> en cultivo de quinua variedad Blanca Junín.....	65
3.2.2. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de <i>Peronospora variabilis</i> en cultivo de quinua variedad Pasankalla	69
4.3. Rendimiento.....	72
4.3.1. Rendimiento del cultivo de quinua variedad Blanca Junín.....	72
4.3.2. Rendimiento del cultivo de quinua variedad Pasankalla.....	76

CONCLUSIONES.....	80
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Concentración de los biocontroladores por tratamiento.</i>	41
Tabla 2 <i>Escala de evaluación de severidad propuesto por Danielsen y Ames (2008).</i>	47
Tabla 3 <i>Dosis de aplicación de ingredientes activos de biocontroladores.</i>	48
Tabla 4 <i>Frecuencia de aplicación y evaluación de los tratamientos en dos variedades de quinua.</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Muestreo de plantas a evaluar dentro del recuadro rojo.</i>	39
Figura 2 <i>Distribución de la parcelas y bloques en Diseño Bloque Completamente Randomizado (DBCR) en Diseño de Parcelas Divididas (DPD).</i>	40
Figura 3 <i>Diagrama de cajas de los datos de incidencia de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	53
Figura 4 <i>Diagrama de cajas de los datos de incidencia de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	56
Figura 5 <i>Diagrama de cajas de los datos de severidad de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	59
Figura 6 <i>Diagrama de cajas de los datos de severidad de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	63
Figura 7 <i>Diagrama de cajas de los datos de ABCPE de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	65
Figura 8 <i>Diagrama de cajas de los datos de ABCPE de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	69
Figura 9 <i>Diagrama de cajas de los datos de rendimiento de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	72
Figura 10 <i>Diagrama de cajas de los datos del rendimiento de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.</i>	76

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Análisis de varianza (ANVA) de la incidencia en <i>P. variabilis</i> en la quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.</i>	95
Anexo 2 <i>Normalidad y dispersión de la incidencia de <i>P. variabilis</i> en la quinua blanca Junín y Pasankalla.</i>	95
Anexo 3 <i>Normalidad de residuales de la incidencia de <i>P. variabilis</i> en la quinua Blanca Junín y Pasankalla.</i>	96
Anexo 4 <i>Prueba Tukey para la comparación de medias de incidencia de <i>P. variabilis</i> en la quinua Blanca Junín y Pasankalla.</i>	97
Anexo 5 <i>Análisis de varianza (ANVA) de la severidad en <i>P. variabilis</i> en las variedades Blanca Junín y Pasankalla</i>	98
Anexo 6 <i>Normalidad y dispersión de la severidad de <i>P. variabilis</i> en la quinua blanca Junín y Pasankalla.</i>	99
Anexo 7 <i>Dispersión de los residuales de la severidad de <i>P. variabilis</i> en la quinua Blanca Junín y Pasankalla</i>	99
Anexo 8 <i>Prueba Tukey para la comparación de medias de severidad de <i>P. variabilis</i> en la quinua Blanca Junín y Pasankalla.</i>	100
Anexo 9 <i>Análisis de varianza (ANVA) del área bajo la curva (ABCPE) de <i>P. variabilis</i> en el cultivo de quinua variedad blanca Junín y Pasankalla</i>	101
Anexo 10 <i>Normalidad y dispersión del ABCPE de <i>P. variabilis</i> en la quinua blanca Junín y Pasankalla.</i>	102
Anexo 11 <i>Dispersión del área bajo la curva (ABCPE) de <i>Peronospora variabilis</i> en la quinua Blanca Junín y Pasankalla</i>	102
Anexo 12 <i>Prueba Tukey para la comparación de medias del área bajo la curva (ABCPE) de <i>P. variabilis</i>.</i>	103

Anexo 13 <i>Análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.</i>	104
Anexo 14 <i>Normalidad y dispersión del rendimiento de P. variabilis en la quinua blanca Junín y Pasankalla.</i>	105
Anexo 15 <i>Dispersión de los residuales del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.</i>	105
Anexo 16 <i>Prueba Tukey para la comparación de medias del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.</i>	106
Anexo 17 <i>Características del campo experimental</i>	107
Anexo 18 <i>Ficha Técnica de Fungisei (Bacillus subtilis)</i>	108
Anexo 19 <i>Ficha Técnica de Trichosen (Trichoderma harzianum)</i>	110
Anexo 20 <i>Ficha Técnica de Metalaxil (Fitoklin)</i>	114
Anexo 21 <i>Matriz de consistencia</i>	117

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la eficiencia de los biocontroladores en la regulación del mildiu en la producción orgánica de quinua. El diseño experimental se ajustó a un modelo de parcelas divididas (DPD) con 3 bloques y 16 tratamientos. Los datos fueron recolectados usando la técnica de la observación a los que se aplicaron los productos biocidas de extracto de ajo (*Allium sativum*), *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* a una concentración de 100 y 200 g.L⁻¹, 1.5 y 2 ml.L⁻¹, 8 y 16 g.L⁻¹ respectivamente. En la variedad blanca Junín, el menor porcentaje de incidencia fue del 58.33 % al aplicar el Metalaxil (T1), mientras que usando *B. subtilis* (T3) mostró una incidencia alta del 82.33 %. En la quinua Pasankalla, los tratamientos con ajo T9 y T10 con valores de 52 % y 59 % presentaron la menor incidencia. Los tratamientos con *B. subtilis* (T11) y (T12) tuvieron incidencias intermedias, alcanzando 71 % y 67 %, respectivamente. El menor porcentaje de severidad en blanca Junín fue de 22.5 % mediante la aplicación del ajo (T2), mientras que los tratamientos T3 y T4 con *B. subtilis* presentaron severidades de 23.4 % y 42.1 %, respectivamente. En Pasankalla, la menor severidad fue del 19.7 % con el uso del ajo (T10) y 30.50% usando *B. subtilis* (T12). El Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) con el valor más bajo de 1480.5 lo reportó el tratamiento con ajo (T2), los tratamientos con *B. subtilis* T3 y T4 presentaron valores intermedios de 1359 y 2669.3, respectivamente. En Pasankalla, el ABCPE más fue de 1289.17 con la aplicación de ajo (T10), mientras que el uso de *B. subtilis* (T12) tuvo un valor de 2019.5. En Blanca Junín el mayor rendimiento fue de 3,313.23 kg.ha⁻¹ (T6), el menor rendimiento fue de 1,293.23 kg.ha⁻¹ (T7). En Pasankalla, el mayor rendimiento fue 3,155.16 kg.ha⁻¹ (T10) y el T12 reportó el menor rendimiento con 1,335.76 kg.ha⁻¹. Para disminuir la incidencia, severidad y el ABCPE del mildiu los tratamientos a base de ajo reportaron los valores más bajos en

ambas variedades, respecto al rendimiento, en la variedad blanca Junín el tratamiento T5 con *T. harzianum* y en Pasankalla el Tratamiento 10 con ajo reportaron los mayores rendimientos con 3,252.96 kg.ha⁻¹ y 3,155.16 kg.ha⁻¹ respectivamente.

Palabras clave: *Peronospora variabilis*, quinua, biocontrol.

SUMMARY

The present research work aims to evaluate the efficiency of biocontrollers in the regulation of mildew in the organic production of quinoa. The experimental design was adjusted to a divided plot model (DPD) with 3 blocks and 16 treatments. Data were collected using the observation technique to which the biocidal products of garlic extract (*Allium sativum*), *Bacillus subtilis* and *Trichoderma harzianum* were applied at a concentration of 100 and 200 g.L⁻¹, 1.5 and 2 ml.L⁻¹, 8 and 16 g.L⁻¹ respectively. In the white variety Junín, the lowest incidence percentage was 58.33 % when applying Metalaxyl (T1), while using *B. subtilis* (T3) showed a high incidence of 82.33 %. In Pasankalla quinoa, treatments with garlic T9 and T10 with values of 52 % and 59 % had the lowest incidence. Treatments with *B. subtilis* (T11) and (T12) had intermediate incidences, reaching 71% and 67%, respectively. The lowest percentage of severity in white Junín was 22.5 % by applying garlic (T2), while T3 and T4 treatments with *B. subtilis* presented severities of 23.4 % and 42.1 %, respectively. In Pasankalla, the lowest severity was 19.7% with the use of garlic (T10) and 30.50% using *B. subtilis* (T12). The Area Under the Disease Progress Curve (ABCPE) with the lowest value of 1480.5 was reported by treatment with garlic (T2), treatments with *B. subtilis* T3 and T4 presented intermediate values of 1359 and 2669.3, respectively. In Pasankalla, the ABCPE plus was 1289.17 with the application of garlic (T10), while the use of *B. subtilis* (T12) had a value of 2019. In Blanca Junín the highest yield was 3313.23 kg.ha⁻¹ (T6), the lowest yield was 1293.23 kg.ha⁻¹ (T7). In Pasankalla, the highest yield was 3155.16 kg.ha⁻¹ (T10) and T12 reported the lowest yield with 1335.76 kg.ha⁻¹. To reduce the incidence, severity and ABCPE of downy mildew, garlic-based treatments reported the lowest values in both varieties, regarding yield, in the white variety Junín the T5

treatment with *T. harzianum* and in Pasankalla Treatment 10 with garlic reported the highest yields with 3252.96 kg.ha⁻¹ and 3155.16 kg.ha⁻¹ respectively.

Key word: *Peronospora variabilis*, quinoa, biocontrol.

INTRODUCCIÓN

En la última década, gracias a sus propiedades nutricionales, la quinua ha aumentado considerablemente su demanda en los diversos mercados internacionales convirtiéndose en un producto importante de la agroexportación peruana (FAO, 2020).

Según ADEX (2021), el Perú lidera el mercado mundial de quinua como el principal país exportador y productor desde el año 2014. Puno y Ayacucho son los departamentos que sobresalen en la producción, contribuyendo con el 70% de la producción nacional. En 2018, el Perú se destacó aún más al convertirse en el principal productor mundial de quinua orgánica, logrando producir 86,000 toneladas, superando a Bolivia que produjo 70,700 toneladas.

De acuerdo con Danielsen & Ames (2008), el mildiu es causado por *Peronospora variabilis* Gäum representa la principal amenaza para el cultivo de quinua, ya que ocasiona significativas pérdidas en el rendimiento al afectar directamente la zona fotosintética de las plantas. La magnitud del daño está estrechamente relacionada con la tolerancia o susceptibilidad de las variedades cultivadas. Las variedades susceptibles pueden experimentar pérdidas de hasta un 99%, mientras que las variedades tolerantes reportan pérdidas más moderadas, llegando a un máximo de un 33% en condiciones propicias para el desarrollo del patógeno.

Según la (FAO, 2020), el uso indiscriminado de productos químicos para controlar el mildiu en la quinua puede tener consecuencias negativas en el medio ambiente y la salud humana. Una de las principales preocupaciones es el desarrollo de resistencia en los patógenos debido al uso excesivo de fungicidas. Además, estos productos pueden contaminar el suelo y el agua, afectando a organismos no objetivo y generando pérdida de

biodiversidad. También existe el riesgo para la salud de los agricultores y los consumidores debido a la exposición a los químicos y la presencia de residuos en los alimentos. Para abordar estas problemáticas, es esencial adoptar prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades que incluyan enfoques más sostenibles y menos dependientes de productos químicos.

De acuerdo investigaciones realizadas por el INIA, (2007), se busca encontrar soluciones alternativas al uso de fungicidas químicos para controlar el mildiu en la quinua. Entre las opciones consideradas están los extractos de plantas con propiedades fungicidas, el uso de controladores biológicos y otras sustancias que estimulan los mecanismos de defensa de la planta contra el patógeno causante del mildiu, motivo por lo que nos planteamos la presente investigación, considerando los siguientes objetivos:

Objetivo General

Evaluar la eficiencia de los biocontroladores en la regulación del mildiu (*Peronospora variabilis*) para la producción orgánica de quinua (*Chenopodium quinoa*).

Objetivos Específicos

1. Determinar la intensidad (incidencia y severidad) del mildiu (*Peronospora variabilis*) con la aplicación de biocontroladores; *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el extracto de *Allium sativum* para la producción orgánica de la quinua (*Chenopodium quinoa*)

2. Calcular el Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) del mildiu (*Peronospora variabilis*) con la aplicación de biocontroladores; *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el extracto de *Allium sativum* en la producción orgánica de la quinua (*Chenopodium quinoa*).

3. Determinar el rendimiento en la producción orgánica de la quinua (*Chenopodium quinoa*) con la aplicación de biocontroladores *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y el extracto de *Allium sativum* para el control del mildiu (*Peronospora variabilis*).

CAPÍTULO I

MARCO TEORICO

1.1. Antecedentes

El entorno en el que se utiliza los productos químicos para combatir el mildiu en la quinua comprende una serie de factores que afectan la agricultura, la salud humana y el medio ambiente (Bettiol *et al.*, 2014). Históricamente, los agricultores han empleado fungicidas químicos como solución convencional para controlar el mildiu, una enfermedad que amenaza los cultivos de quinua y sus rendimientos económicos. No obstante, esta práctica ha suscitado inquietudes importantes. El uso excesivo y descontrolado de estos químicos puede llevar a problemas como la resistencia de los patógenos, disminuyendo con el tiempo su efectividad. Además, existe el riesgo de que queden residuos químicos en los alimentos, lo que podría poner en peligro la seguridad alimentaria y la salud de los consumidores (Gandarillas *et al.*, 2018).

Según la investigación hecha por Reyes *et al.* (2022) a nivel ambiental, la aplicación indiscriminada de productos químicos puede causar la contaminación del suelo y el agua, impactar negativamente la biodiversidad y desequilibrar los ecosistemas agrícolas, por lo que, insectos benéficos y otros organismos no deseados podrían verse afectados, lo que a su vez tendría consecuencias en la cadena alimentaria y la salud del entorno agrícola, en respuesta a estas preocupaciones, ha emergido un creciente interés por encontrar alternativas más sostenibles y amigables con el medio ambiente para manejar el mildiu en la quinua.

El componente activo llamado metalaxyl es comúnmente empleado para controlar el mildiu en los cultivos de quinua. De acuerdo con las investigaciones realizadas por Risco

(2014), a pesar de la efectividad que posee el metalaxyl como fungicida para combatir enfermedades como el mildiu causado por *Peronospora variabilis*, su utilización puede tener implicaciones negativas y preocupaciones asociadas. Dando origen a la posible creación de resistencia en el patógeno debido a su aplicación excesiva, alteraciones en el equilibrio ecológico al impactar a microorganismos benéficos, la contaminación ambiental al acumularse en el suelo y en el agua, impactos perjudiciales en organismos no específicos como insectos beneficiosos y polinizadores, la presencia de residuos en los alimentos con riesgos para la salud humana, mayores costos debido a una dependencia excesiva y la necesidad de afrontar estos desafíos mediante un enfoque completo y balanceado. Esto implica la implementación de estrategias de manejo integrado y sostenible para asegurar la preservación de los cultivos, el bienestar ambiental y la seguridad alimentaria.

Por su parte, Aguilar *et al.* (2020) menciona que actualmente se está impulsado la exploración de enfoques como el uso de biocontroladores, extractos de plantas con propiedades fungicidas y otras soluciones que buscan minimizar los efectos negativos de los productos químicos en la salud humana, el ecosistema y la calidad de los alimentos para garantizar una producción limpia para mercados más exigentes de la quinua. Por lo tanto, la adopción de biocontroladores en la regulación del mildiu en cultivos de quinua se sustenta en múltiples razones esenciales como la conservación ambiental al emplear organismos vivos y compuestos naturales, la reducción de la posibilidad de resistencia de los patógenos ante tratamientos biológicos específicos, la minimización de riesgos para la salud humana al ser menos tóxicos, la sinergia con otras prácticas de manejo integrado, la persistencia de efectividad a largo plazo al fomentar equilibrios ecológicos, el apoyo a la

agricultura orgánica y el mejoramiento de la calidad de los alimentos al disminuir la presencia de residuos químicos (Pezo Dávila, 2015).

Uno de estos biocontroladores es el ajo, según la investigación de Juárez *et al.*, (2019), esta planta actúa como un agente regulador biológico que contrarresta la expansión de la *Peronospora variabilis*. Esto se debe a sus elementos ricos en azufre, los cuales han sido identificados como aliína o sulfoxido de S-alil-cisteína. Al machacar el bulbo, estos componentes se convierten en alicina y otros compuestos con azufre, como los tiosulfatos. Estos compuestos tienen propiedades antimicrobianas y antifúngicas, y su efecto en el patógeno implica la reducción de la absorción de oxígeno, la inhibición del crecimiento, el daño a las membranas y la detención de la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Otro biocontrolador que regula el efecto de *P. variabilis* es el *Bacillus subtilis*, según Ruiz-Sánchez *et al.* (2016) los efectos antagónicos ejercidos por esta bacteria se encuentran vinculados con al menos cinco mecanismos distintos: en primer lugar, se presenta el parasitismo directo, en el cual las bacterias se desplazan hacia las esporas que están en proceso de germinación, estableciendo adhesión en su superficie mediante polaridad; en segundo término, se destaca la generación de antibióticos extracelulares como bacilomicina, iturina, micosubtilina y zwittermicina; asimismo, se lleva a cabo la producción de enzimas líticas tales como quitinasa, proteasa, b-1,3 glucanasa y celulosa; adicionalmente, se fomenta la competencia por los recursos nutricionales dentro del huésped, lo que ocasiona una carestía de nutrientes y privación en el hongo en fase de germinación; por último, se promueve la activación de las defensas del hospedante mediante la inducción de la resistencia sistémica por medio de la vía del ácido jasmónico.

Finalmente, el *Trichoderma harzianum* se distingue como un agente de biocontrol que ejerce su influencia sobre la *Peronospora variabilis* a través de una variedad de mecanismos de acción, estos incluyen la competencia por espacio, el micoparasitismo, la antibiosis y la generación de compuestos volátiles (Miguel-Ferrer *et al.*, 2021)

1.2. Fundamento teórico

El fundamento teórico del uso de biocontroladores implica el conocimiento y la comprensión de los principios científicos, ecológicos y biológicos que respaldan su aplicación en el control de plagas y enfermedades, con el objetivo de promover prácticas agrícolas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente (Layton *et al.*, 2011)

1.2.1. Producción orgánica de quinua

El Perú exporta quinua con la sub partida arancelaria N° 10008.50.90.00; el año 2014 el valor FOB reportó un valor de 196,277,000 dólares, debido a la promoción que hizo la asamblea General de las Naciones Unidas propiciando que el Perú declare el “Año Internacional de la quinua”; por ello, las exportaciones han tenido un crecimiento exponencial; el mercado de Estados Unidos es el mayor comprador, se abastece con 47 % de quinua orgánica peruana; así mismo, los mercados de Canadá, Europa y Japón son mercados que consumen la quinua orgánica (Ku, 2017)

En el departamento de Ayacucho en la campaña 2019 - 2020 se sembró una extensión de 14,641 hectáreas; en la campaña 2018 se sembró 13,766 hectáreas obteniéndose una producción de 21,213 toneladas; en el año 2,019 se certificaron 1,773 toneladas y se comercializaron en nichos orgánicos, por ello, las áreas de quinua orgánica se ha duplicado en el departamento de Ayacucho, específicamente en los distritos de Vilcashuaman, Chiara, Acosvinchos y Huamanga, según los reportes de la Dirección

General de Seguimiento y Evaluación de Políticas del MINAGRI indicaron que la producción de quinua incremento en 115 % en el departamento de Ayacucho; así mismo, el sub sector agrícola incrementó en un 3.4 % (MOC, 2021).

1.2.2. Biocontroladores

Los biocontroladores actúan de manera selectiva, buscando reducir o eliminar el impacto negativo de los organismos nocivos, sin afectar a los cultivos ni al medio ambiente (Dávila & Hío, 2005). A continuación, se describen los biocontroladores usados en el trabajo de investigación

1.2.2.1. *Bacillus subtilis*.

1.2.2.1.1. Taxonomía.

Pertenece al Dominio Bacteria, Reino Bacteria, Phylum Firmicutes, Clase Bacilli, Orden Bacillales, Familia Bacillaceae, Género Bacillus, especie *Bacillus subtilis* (Sonenshein *et al.*, 2012).

1.2.2.1.2. Morfología.

La bacteria *Bacillus subtilis* se caracteriza por ser Gram positiva y de forma bacilar, en ambientes estresantes donde existe carencia de nutrientes se produce la formación de endosporas que se encuentran en estado latente con elevada resistencia, los cuales, son transportadas a través del aire y dispersadas por efecto de los vientos a diversos y distintos lugares, su comportamiento es aeróbico (Earl *et al.*, 2018).

1.2.2.1.3. Ecología de *Bacillus subtilis*.

Esta especie de bacteria se caracteriza por que tiene la capacidad de crecer en diferentes lugares, inclusive en el interior del aparato digestivo de los animales, su desarrollo se expande en entornos continentales y acuáticos caracterizándose por ser ubicua

y de fácil adaptación a variables entornos en el ecosistema (Sonenshein *et al.*, 2012); en su forma vegetativa, crecen en entornos donde hay presencia de materia orgánica que se encuentra en proceso de descomposición; por lo general, adoptando un estilo de alimentación saprofito, en este entorno las células vegetativas están presentes por varios días hasta que esporulan, para luego formar cadenas con movimiento propio generando la aparición de bipelículas (Vilain *et al.*, 2016).

1.2.2.1.4. Modo de acción.

La producción de subtilina y antibióticos específicos del grupo de las iturinas brindan su capacidad antagónica a diferentes patógenos dañando directamente la pared celular de los hongos; por lo que, su modo de acción se debe a la producción de enzimas hidrolíticas como proteasas y quitinasas; a su vez, se caracterizan por producir antibióticos extracelulares, lipopeptidos antimicrobianos; sumado a ello, posee cualidades antifúngicas que inhiben en amplio rango diferentes tipos de hongos fitopatógenos debido a la producción de metabolitos que provocan alteraciones en la estructura y la ultra estructura de los hongos, de igual manera, otro mecanismo que lo caracteriza es la estimulación de la resistencia sistémica inducida (RSI) de la planta (Méndez, 2018); tiene la capacidad de crecer y desarrollarse en diferentes ambientes, según los análisis genómicos comparativos en micro arrays los individuos de esta especie presenta diversidad genómica, los genes puntuales de la cepa muestra que *Bacillus subtilis* tiene una amplia adaptación (Earl *et al.*, 2008); la capacidad de las cepas de *Bacillus subtilis* es producir antibióticos lipopéptidos (iturinas, surfactinas y fengicidas); de esta manera, no permiten que las esporas del patógeno que afectan a la planta germinen, intervienen alterando el crecimiento del tubo germinal de las esporas evitando que el patógeno se fije en las hojas de la planta, produce

en la planta un efecto inmune estimulador que fortalece la resistencia del huésped, así mismo, favorece la colonización radicular y foliar (Seipasa, 2021).

1.2.2.2. *Trichoderma harzianum*.

1.2.2.2.1. Taxonomía.

Este biocontrolador es un hongo y pertenece al Dominio Eukaria, Reino Fungi, Phylum Ascomycota, clase Sordariomycetes, Orden Hypocreales, a la Familia Hypocreaceae, Género *Trichoderma*, Especie: *Trichoderma harzianum*, todas las especies del género tienen propiedades antifúngicas y se ha identificado 30 especies (Ospina *et al.*, 2009).

1.2.2.2.2. Morfología.

El *Trichoderma harzianum* presenta conidias unicelulares pequeñas con un diámetro de 5 micras de color blanco verdoso y una longitud de 10 μ y se encuentran al extremo de los conidióforos que son de un color blanco con presencia de filiales y ramificado, estas características permiten la identificación del *Trichoderma* a nivel de género, pero a nivel de especie es más compleja; por otra parte, presenta micelios con septas simples, las hifas tienen una longitud de 10 μ y la pared celular está formada por quitina y glucano (Zeng *et al.*, 2022); así mismo, presenta clamidosporas cuando el entorno es adverso, estas estructuras son de conservación y están ubicadas en la parte terminal y de forma intercalar, en condiciones de humedad del 75 % las clamidosporas tienen una germinación de 75 % cuando la temperatura del ambiente está entre un rango de 28 a 30 °C (Zeng *et al.*, 2022).

1.2.2.2.3. Ecología de *Trichoderma harzianum*.

En el suelo y la rizosfera se encuentran diferentes microorganismos con distintas características benéficas y que están relacionadas de manera directa con las plantas; entre estos, se encuentra el hongo *Trichoderma harzianum* que se caracteriza por ser antagonista de hongos fitopatógenos y su uso está generalizado en la producción agrícola sostenible, su capacidad antagonista se caracteriza por su alta variabilidad, esto se debe al origen de las cepas aisladas, por ello, las cepas nativas son más efectivas que las cepas traídas de otro lugar, en tal sentido, las propiedades antagonistas de las cepas de *Trichoderma harzianum* se sustentan en la especialización de las cepas y su modo de acción (Velasco *et al.*, 2021); en la agricultura moderna donde se prioriza el uso de productos no contaminantes para el control de enfermedades se usan diferentes especies del género *Trichoderma* como agentes de control biológico por su alta capacidad de inhibir el desarrollo virulento de hongos y bacterias fitopatógenas (Ramírez y Junes, 2019); así mismo, el *Trichoderma harzianum* se caracteriza por ser saprofito, se encuentra en el suelo consumiendo materia orgánica en descomposición y tiene la capacidad de adaptarse a diferentes ambientes, esto debido, al comportamiento aeróbico facultativo que posee, por ello, su crecimiento y desarrollo es acelerado permitiéndole controlar diferentes hongos patógenos por que compite por el espacio y los nutrientes del suelo (Yedidia *et al.*, 2015).

1.2.2.2.4. Modo de acción.

Existen diferentes especies de *Trichoderma* con características particulares, algunas especies actúan generando enlaces a nivel de la rizosfera en las raíces de las diferentes plantas; mientras que, otras especies de *Trichoderma* actúan de forma indirecta porque elaboran enzimas y otros compuestos que retardan el crecimiento de los fitopatógenos; entre

tanto, otras especies de *Trichoderma* influyen en la resistencia de las plantas porque activan los mecanismos fisiológicos y bioquímicas de defensa de las plantas; finalmente, otro grupo de *Trichodermas* participan a nivel de la fertilidad del suelo porque interactúan en la solubilidad de los nutrientes favoreciendo la tolerancia de las raíces de las plantas frente al estrés producido por fitopatógenos (Pruksakorn *et al.*, 2011).

1.2.2.3. *Allium sativum* L.

1.2.2.3.1. *Taxonomía.*

El ajo, pertenece al Dominio Eukaria, Reino Plantae, Phylum Angiosperma (Magnoliophyta), Clase Monocotiledonea (Liliopsida), Orden Asparagales, Familia Amaryllidaceae, Género *Allium*, Especie *Allium sativum* (Díaz Chamaya y Lara Abad, 2021).

1.2.2.3.2. *Ecología.*

Es un cultivo que crece desde el nivel del mar hasta los 3,200 msnm para su crecimiento y desarrollo se adapta a diferentes tipos de suelos, algunos con producción intensiva de monocultivos y otros suelos más descansados por la rotación de cultivos y siembras de campaña propias de la sierra donde se siembra en condiciones de presencia de lluvia (Ramírez-Concepción *et al.*, 2016).

1.2.2.3.3. *Modo de acción.*

Esta planta actúa como un agente regulador biológico que contrarresta la expansión de la *Peronospora variabilis*. Esto se debe a sus elementos ricos en azufre, los cuales han sido identificados como aliína o sulfoxido de S-alil-cisteína. Al machacar el bulbo, estos componentes se convierten en alicina y otros compuestos con azufre, como los tiosulfatos. Estos compuestos tienen propiedades antimicrobianas y antifúngicas, y su

efecto en el patógeno implica la reducción de la absorción de oxígeno, la inhibición del crecimiento, el daño a las membranas y la detención de la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (Juárez *et al.*, 2019).

1.2.3. Mildiu (*Peronospora variabilis*)

1.2.3.1. Taxonomía.

El mildiu, un patógeno que afecta a diversas plantas, se encuentra clasificado en el Dominio Eukaria, Reino Chromista, Phylum Oomycota, la Clase Peronosporomycetes, el Orden Peronosporales, la Familia Peronosporaceae y el Género Peronospora, especie *Peronospora variabilis* Gaüm. (Choi *et al.*, 2010).

1.2.3.2. Descripción y morfología del agente causal.

Según Solveig y Ames (2000), el mildiu es biotrófico con comportamiento de parasito obligado muy especializado en la invasión de plantas vasculares de las familia de Chenopodiaceae en específico a los géneros Beta, Spinaceae y Chenopodium; por ello, el pseudo hongo tiene una especialización fisiológica que lo divide en tres grupos según el origen de los hospedantes: *Peronospora farinosa* f.sp. betae en Betas pp., *Peronospora farinosa* f.sp. Spinaciae en Spinacia spp., y *Peronospora variabilis* en Chenopodium spp.

Peronospora variabilis se caracteriza por tener un micelio intercelular y haustorios intracelulares; así mismo, los conidióforos emergen por los estomas de forma individual o grupal, la longitud de estas estructuras oscila entre 9 a 11 μ , poseen conidióforos con ramificaciones que prolongan ángulos agudos, en su parte terminal forman esporangios con papilas hialina continuas con un tamaño de 17-26 x 22 -37 μ , los cuales, germinan por un tubo germinativo, otra estructura son las oosporas de color amarilla y es de forma esférica con pared gruesa y con un diámetro entre 35 – 45 μ ; las hifas no tienen septas son

consideradas cenocíticas y multinucleadas, *Peronospora variabilis* se reproduce en los espacios intercelulares del tejido de las hojas; los nutrientes son absorbidos a través de los haustorios ; la pared celular es ligeramente con un protoplasma granuloso de color castaño claro, no producen zoosporas, germinan directamente formando un tubo germinativo, por este motivo reciben el nombre de esporangios, esporas o conidias (Danielsen y Ames, 2008).

1.2.3.3. Ciclo de la enfermedad.

El ciclo de la enfermedad inicia con la activación de oosporas que son estructuras de descanso de *Peronospora variabilis*, en este proceso participan las actividades culturales que se realizan a medida que se producen las diferentes etapas fenológicas de la planta de quinua, el punto crítico de la enfermedad se manifiesta a la edad entre 20 a 45 días en hojas maduras (Testen, 2012). *Peronospora variabilis* no puede penetrar ingresando de manera directa a través de la cutícula, por ello, ingresan a partir de los estomas, seguidamente a través de los haustorios se inicia el proceso de alimentación mediante la ramificación intercelular, luego de 7 días se producen los esporangióforos que emergen por la superficie de las hojas con abundante esporangios asexuales para luego ser transportados por efectos del viento y el agua a otras partes de la planta (Kitz, 2008). La esporulación eficiente se produce en presencia de temperaturas que oscilan entre rangos de 10 a 20 grados centígrados (Testen, 2012).

1.2.4. Evaluación de la enfermedad

1.2.4.1. Intensidad (Incidencia y severidad).

1.2.4.1.1. La incidencia.

La incidencia se refiere a la proporción de plantas afectadas en relación con el total de plantas evaluadas. Se utiliza para evaluar diferentes tipos de enfermedades como marchitez, carbonos, chupaderas, entre otras. La evaluación de la incidencia es una medida sencilla de realizar y se aplica especialmente en enfermedades que afectan a toda la planta o en aquellas donde una sola infección es suficiente para detener la comercialización. Sin embargo, en cultivares que presentan altos niveles de resistencia y en casos de diseminación por el viento que permiten un desarrollo del 100% de la enfermedad, la incidencia no es un parámetro adecuado para distinguir entre cultivares y tratamientos en estudios comparativos (Danielsen y Ames, 2008).

1.2.4.1.2. La severidad.

Se refiere a la cantidad de tejido enfermo presente en una unidad de evaluación, ya sea un órgano vegetal específico o la planta completa, y está directamente relacionada con el ciclo de la enfermedad. Para calcular la severidad, es necesario utilizar claves descriptivas, escalas diagramáticas, análisis de imagen de video y programas especializados. Estos cálculos permiten realizar comparaciones del desarrollo de la enfermedad en distintas condiciones climáticas y evaluar la susceptibilidad y resistencia de las plantas (Danielsen y Ames, 2008).

1.2.4.2. Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE).

El Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad conocida como el ABPCPE; es útil cuando hay presencia de varias lecturas en las evaluaciones de un cultivo en todo su

ciclo fenológico se utiliza la técnica del área bajo la curva con el objetivo de reducir las dimensiones de la clasificación de los datos; el área bajo la curva se caracteriza porque no es considerado un procedimiento estadístico; por lo tanto, mediante esta técnica se acondicionan las variables de severidad, producción y crecimiento cuya medición se trate con regularidad (Cordova *et al.*, 2019)

1.2.5. La quinua (*Chenopodium quinoa*)

La quinua es uno de los alimentos más antiguos que consumían los pueblos de las culturas pre incas e incas, la producción de este cultivo era similar a la papa y al maíz; sin embargo, con la intervención de los españoles desplazó la producción de la quinua con cereales de trigo y cebada, la producción de quinua en la sierra era persistente hasta mediados del siglo XX y fue descendiendo a medida que se acrecentó la importación del trigo (Tapia, 1979).

La quinua contiene alta concentración de proteínas de excelente calidad, es rico en lisina y azufre; por lo que, cubre los requerimientos de aminoácidos pues contiene 20 aminoácidos que incluyen los 10 esenciales que demanda un adulto; el contenido de lisina es 40 por ciento más que el de la leche, de esta manera, puede sustituir la demanda de proteína de la leche, carne y huevos, este cereal no contiene colesterol; así mismo, la quinua aporta vitaminas A, C, D, BI, B2, B, minerales como calcio, fosforo Magnesio, Hierro, Zinc, Manganeso y Hierro (FAO, 2011).

1.2.5.1. Taxonomía.

Según Neira (2017) la taxonomía de la quinua presenta el siguiente sistema de clasificación (*Chenopodim quinoa* Willd) pertenece al Dominio Eukaria, Reino Plantae,

División Magnoliophyta, Clase Magnoliopsida, Orden Caryophyllales, Familia Amaranthaceae, Género *Chenopodium*, especie *Chenopodium quinoa* Willd.

1.2.5.2. Descripción botánica.

La altura de la planta es 20 a 80 centímetros, son dicotiledóneas herbáceas, las plantas son de diferentes colores; el tallo varía de acuerdo al ecotipo, pudiendo ser ramificado o simple va depender de la variedad, clima y labores culturales como la siembra, en las zonas alto andinas se encuentran los ecotipos ramificados concentrándose en mayor número en el centro y norte del Perú (Bojanic, 2011).

Chenopodium quinoa cuenta con raíz pivotante y muchas raíces secundarias; el crecimiento está influenciado por el genotipo, humedad, nutrición entre otros (Gómez y Aguilar, 2016).

Las hojas de la quinua son polimórficas con hojas basales grandes de apariencia romboide y triangular, mientras que, las hojas superiores son lanceoladas, los pigmentos influyen en la coloración del follaje, los bordes de las hojas presentan aproximadamente 43 dientes, manifiestan una apariencia de arenilla; esto es por la presencia de gránulos en la superficie de la hojas, los gránulos tiene alto contenido de oxalato de calcio beneficiando a disminuir la transpiración de la hoja por el incremento de la humedad relativa que se presenta en el entorno de las hojas (Bojanic, 2011).

El tallo central de la quinua está formado por hojas lobuladas y pueden carecer de ramas dependiendo de la variedad del cultivo o densidad de siembra; además, la base del tallo es cilíndrico presenta estrías y las yemas axilares son de color rojo, purpura o verde (Félix y Javier, 2013).

Las panojas o inflorescencias de la quinua pueden ser compactas en plantas sin ramificación y de porte bajo y ser laxas en plantas de mayor tamaño. En el glomérulo se encuentran a la vez flores hermafroditas y pistiladas que producen semillas de diferentes tamaños (Tapia, 1979).

1.2.5.3. Variedad de quinua Pasankalla.

Es originario del poblado de Caritama, distrito de Acora; fue seleccionado de diferentes ecotipos por el INIA y liberado el 2006, esta variedad crece desde los 2,750 a 3,750 msnm se adapta bien a climas fríos y secos, precipitaciones de 400 a 550 mm, crece en suelos franco arenosos, temperaturas entre 4 a 15 °C y un pH del suelo entre rangos de 5.5 a 8; los granos se usan en la agroindustria por su alto contenido nutricional (Franco, 2018).

1.2.5.4. Variedad de quinua Blanca Junín.

Esta variedad se origina como producto de la selección masal, crece desde los valles interandinos hasta una altura máxima de 3,500 msnm, esta variedad no es tolerante con bajas temperaturas, a su vez, es resistente a la ausencia de precipitaciones (sequías); por ende, baja humedad, el rendimiento promedio es de 2.50 toneladas por hectárea, los granos son de consumo directo (Valderrama, 2020).

1.2.6. *Fungicida Metalaxil*

Ciba-Geigy, ahora conocida como Protección de cultivos de Syngenta, introdujo y obtuvo el primer registro del metalaxil en los Estados Unidos en 1,979. Este fungicida benzenoide sistémico ha sido aprobado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) desde 1,982 y está sujeto a revisiones periódicas por parte de esta organización. El metalaxil se utiliza principalmente en mezclas para

aplicaciones de pulverización foliar en cultivos tropicales y subtropicales, así como en tratamientos de suelo para el control de patógenos transmitidos por el suelo y como tratamiento de semillas para combatir el mildiú veloso, su modo de acción El modo de acción del metalaxil en los patógenos es a través de su interferencia en la síntesis de ácidos nucleicos, en particular el ARN (ácido ribonucleico). El metalaxil inhibe de manera selectiva la enzima ARN polimerasa, lo que interrumpe la transcripción y la traducción de los ácidos nucleicos en los hongos patógenos. Esta interrupción en la síntesis de proteínas es esencial para el crecimiento y desarrollo de los hongos, lo que lleva a su muerte y control de la enfermedad. (Mitani *et al.*, 2001).

1.3. Marco conceptual

1.3.1. Abiótico

El medio abiótico se refiere a un entorno que no proporciona las condiciones adecuadas para el sustento de seres vivos. El término "abiótico" se forma a partir de la negación ("a") de "biótico", que significa "vida", por lo tanto, se refiere a la ausencia de vida. Es el antónimo del término "biótico", que se refiere al medio en el que existe vida y cuyos factores incluyen a los seres vivos de un ecosistema, como la flora y la fauna, entre otros (Ovacen, 2018).

1.3.2. Amarantiforme

Los gloméluros se insertan en los ejes secundarios y presentan una forma extendida (Panter & Jones, 2002).

1.3.3. Biótico

El medio biótico se refiere al entorno en el que se encuentra vida y está estrechamente relacionado con organismos vivos y todo lo relacionado con ellos. El término

"biótico" guarda relación con la palabra "biota", la cual se refiere al conjunto de flora y fauna presente en ese entorno. Los organismos que conforman el medio biótico deben adaptarse y asegurar su supervivencia y reproducción en un ambiente que también alberga a otros seres vivos. Es por esta razón que cada organismo debe poseer características fisiológicas y comportamientos que les permitan competir por recursos como alimento, refugio y espacio, entre otros factores (Ovacen, 2018).

1.3.4. Dimensión ambiental

En líneas generales, se puede definir como el sistema en el cual la humanidad se desenvuelve, abarcando tanto sus aspectos sociales como los biofísicos, así como las interacciones que existen entre ellos en términos concretos de preocupaciones (Gädicke Robles *et al.*, 2017).

1.3.5. Ecotipo

Se trata de una población genéticamente distinta que se encuentra limitada a un hábitat preciso, un entorno específico o un ecosistema bien definido, presentando límites de tolerancia respecto a los factores ambientales (Martínez *et al.*, 2021).

1.3.6. Ecología

Analiza la interacción entre los factores abióticos, como la humedad y la temperatura, junto con los factores bióticos, que incluyen las relaciones entre los diversos organismos presentes en un hábitat determinado. La ecología presta especial atención a cómo las características específicas de un hábitat influyen en el desarrollo, la modificación y el comportamiento de las distintas especies (Ovacen, 2018).

1.3.7. Desarrollo endógeno

Se trata de un enfoque de desarrollo que tiene como objetivo impulsar las habilidades y recursos internos de una región o comunidad local, con el fin de fortalecer tanto la sociedad como la economía desde dentro hacia fuera, promoviendo así la sustentabilidad y la viabilidad a largo plazo (Vasquez, 2000).

1.3.8. Indicador ambiental

Se refieren a variables físicas, químicas, biológicas o socioeconómicas que proporcionan una representación más precisa de los elementos fundamentales de un ecosistema o de un aspecto ambiental en particular. Otra forma de definir un indicador sería como una medida explícita o implícita de la calidad del entorno, utilizada para evaluar el estado actual y las tendencias en la capacidad del medio ambiente para mantener la salud humana y ecológica (SNIA, 2011)

1.3.9. Biocontrolador

Un biocontrolador es un organismo o recurso biológico empleado en la agricultura y la silvicultura con el fin de gestionar las poblaciones de plagas y enfermedades que afectan a las plantas. En lugar de recurrir a sustancias químicas, los biocontroladores se valen de seres vivos, como insectos depredadores, parásitos, patógenos, nematodos o microorganismos, con el propósito de mantener bajo control las poblaciones de plagas de una manera más amigable con el medio ambiente y sostenible (Ovacen, 2018).

CAPÍTULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación de la zona de estudio

2.1.1. Ubicación Política

Departamento : Ayacucho

Provincia : Huamanga

Distrito : Andrés Avelino Cáceres Dorregaray

2.1.2. Ubicación geográfica

La investigación se encuentra ubicada al Este y aproximadamente a 4 km del centro de la ciudad de Huamanga, el trabajo de investigación se realizó en los terrenos de la Centro Experimental de Canaán de la UNSCH FCA, ubicada en las siguientes coordenadas UTM: Este: 270350.69 m y Norte: 8546588.32 m en la Zona 18L a una altitud de 2,745 msnm.

2.2. Tipo y Nivel de Investigación

2.2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada.

2.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es de tipo explicativo.

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población estuvo constituida por tres biocontroladores: extracto de ajo (*Allium sativum*), *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum*.

La población de ajo (*Allium sativum*) estuvo conformada por 12 kilos de dientes de ajo variedad barranquino que se adquirió del mercado mayorista Neri García Zarate.

La población del *Bacillus subtilis* estuvo representado por un envase de 1 litro del producto comercial denominado Fungisei registrado con el número de 006-SENASA-PBA-ACBM el cual fue adquirido en una tienda de Agroquímicos en la ciudad de Huamanga (ver Anexo 14).

La población de biocontrolador *Trichoderma harzianum* estuvo conformado por 1 kilo del producto comercial denominado Trichosen WP que contenía el agente de control biológico microbiano registrado con el PBUA N° 243 – SENASA y fue adquirido en el laboratorio de SENASA Vitarte Lima (ver Anexo 15).

2.3.2. Muestra

En el marco de este estudio científico, se llevaron a cabo diferentes pruebas utilizando muestras de ajo molido, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y Metalaxil. La muestra de ajo molido utilizada fue de 9,720 gramos, mientras que la muestra de *Bacillus subtilis* se dispuso en un volumen de 113.4 mililitros. Por su parte, la muestra de *Trichoderma harzianum* tuvo un peso de 777 gramos y Metalaxil se empleó en una cantidad de 32.4 gramos. Estas muestras fueron aplicadas en un total de nueve ocasiones como parte del estudio. Las variedades de quinua blanca Junín y pasankalla son consideradas variables intervinientes.

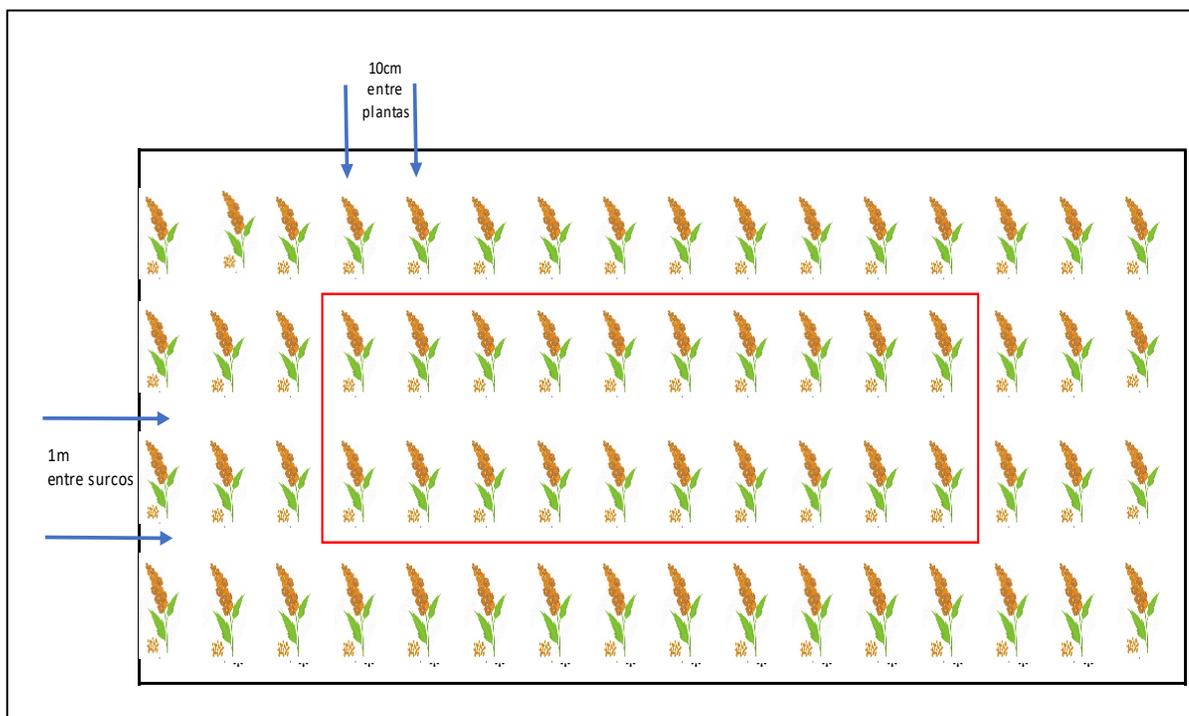
2.4. Sistema de muestreo

El muestreo de las plantas se realizó por cada tratamiento, se extrajeron 20 plantas tomadas al azar a un metro del borde siguiendo un sistema de muestreo sistemático en zigzag distanciado cada dos pasos de la parte central de la unidad experimental, no se consideraron las plantas ubicadas en los extremos de la parcela para evitar el efecto borde, los datos de la evaluación se registraron en una ficha de observación de campo.

La unidad experimental estuvo conformada por 4 surcos de 10m de largo y de 1m de distancia entre surcos y 10 cm de distancia entre plantas luego del desahije (Figura 1).

Figura 1

Muestreo de plantas a evaluar dentro del recuadro rojo.



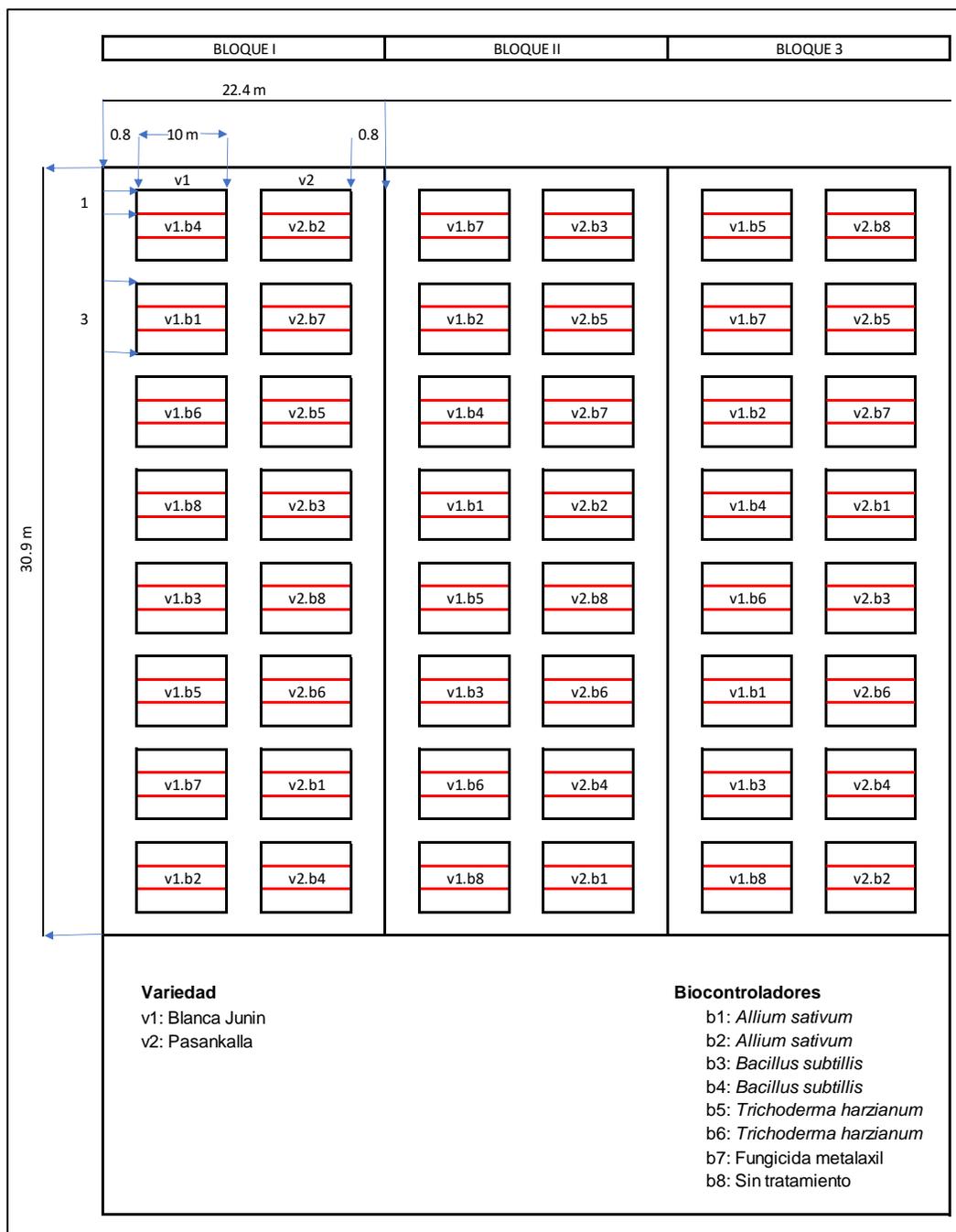
Nota. Selección de la unidad de la unidad experimental (2023).

2.5. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental del tipo diseño de parcelas divididas (DPD) implementado en el diseño experimental de bloques completos randomizados (DBCR), con 3 bloques y 16 tratamientos, para el arreglo del DPD las variedades de la quinua se asignaron a las parcelas y el uso de los biocontroladores (tratamientos) a las subparcelas (Fig. 2).

Figura 2

Distribución de la parcelas y bloques en Diseño Bloque Completamente Randomizado (DBCR) en Diseño de Parcelas Divididas (DPD).



Nota. Distribución de los bloques en la parcela dividida (2023)

En la tabla 1, se presentan las concentraciones de los biocontroladores en 16 tratamientos distintos aplicados en las variedades Blanca Junin y Pasankalla. Estos tratamientos comprenden extractos de *Allium sativum* (100 g.L⁻¹ y 200 g.L⁻¹), *Bacillus subtilis* (1.5 ml.L⁻¹ y 2 ml.L⁻¹); *Trichoderma harzianum* (8g.L⁻¹ y 16g.L⁻¹); el testigo químico fungicida Metalaxil (1 g.L⁻¹) y un testigo sin tratamiento.

Para las dosis de los biocontroladores se tomó como las investigaciones anteriores publicadas y las fichas técnicas de los productos evaluados. En el caso de los tratamientos con ajo, se adoptaron las dosificaciones propuestas por Centurión *et al.* (2013), quienes emplearon una proporción de 100 gramos de extracto de ajo por litro de agua. En lo que respecta a las dosis de *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum* y Metalaxil, se tomaron en consideración las especificaciones técnicas proporcionadas en las fichas de cada producto.

Tabla 1

Concentración de los biocontroladores por tratamiento.

Tratamiento	Combinación	Descripción
T1	v ₁ x b ₁	Blanca Junín con <i>Allium sativum</i> (100 g.L ⁻¹)
T2	v ₁ x b ₂	Blanca Junín con <i>Allium sativum</i> (200 g.L ⁻¹)
T3	v ₁ x b ₃	Blanca Junín con <i>Bacillus subtilis</i> (1.5 ml.L ⁻¹)
T4	v ₁ x b ₄	Blanca Junín con <i>Bacillus subtilis</i> (2 ml.L ⁻¹)
T5	v ₁ x b ₅	Blanca Junín con <i>T. harzianum</i> (8 g.L ⁻¹)
T6	v ₁ x b ₆	Blanca Junín con <i>T. harzianum</i> (16 g.L ⁻¹)
T7	v ₁ x b ₇	Blanca Junín con Metalaxil (1 g.L ⁻¹)
T8	v ₁ x b ₈	Blanca Junín sin tratamiento

T9	$v_2 \times b_1$	Pasankalla con <i>Allium sativum</i> (100 g.L ⁻¹)
T10	$v_2 \times b_2$	Pasankalla con <i>Allium sativum</i> (200 g.L ⁻¹)
T11	$v_2 \times b_3$	Pasankalla con <i>Bacillus subtilis</i> (1.5 ml.L ⁻¹)
T12	$v_2 \times b_4$	Pasankalla con <i>Bacillus subtilis</i> (2 ml.L ⁻¹)
T13	$v_2 \times b_5$	Pasankalla con <i>T. harzianum</i> (8 g.L ⁻¹)
T14	$v_2 \times b_6$	Pasankalla con <i>T. harzianum</i> (16 g.L ⁻¹)
T15	$v_2 \times b_7$	Pasankalla con Metalaxil (1 g.L ⁻¹)
T16	$v_2 \times b_8$	Pasankalla sin tratamiento.

Nota. Concentración de I.A. por tratamiento (2023).

El Metalaxil fue considerado como testigo químico dentro del diseño experimental y estuvo representado por un kilo del producto comercial denominado Fitoklin registrado con el número 533-97-AG-SENASA, fue adquirido en una tienda de agroquímicos de la ciudad de Huamanga (ver Anexo 16).

2.6. Variables de estudio

2.6.1. Variable independiente

- Biocontrolador

Indicadores

- *Bacillus subtilis* : 1.5 ml.L⁻¹ , 2 ml.L⁻¹
- *Trichoderma harzianum* : 8 g.L⁻¹, 16 g.L⁻¹
- Extracto de *Allium sativum* : 100 g.L⁻¹, 200 g.L⁻¹

2.6.2. Variable dependiente

- Mildiu (*Peronospora variabilis*)

Indicadores

- Intensidad (Incidencia y severidad)
- Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)

2.6.3. Variable interviniente

- Quinoa (*Chenopodium quinoa*)

Indicadores

- Variedades de quinoa (Blanca de Junín, Pasankalla)
- Rendimiento

2.7. Instalación del campo experimental

2.7.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se llevó a cabo la primera semana de diciembre de 2,021, utilizando técnicas agrícolas como el arado de discos y la rastra en una dirección cruzada. Posteriormente, se realizaron tareas de desterronado y nivelación utilizando herramientas como azadones durante la segunda semana de diciembre.

2.7.2. Demarcación del campo experimental

En concordancia con el diseño experimental, se llevó a cabo la delimitación de bloques, calles y parcelas durante la tercera semana de diciembre de 2,021. Para realizar esta tarea, se emplearon herramientas como wincha, estacas y cordel.

2.7.3. Abonamiento

En suelos sometidos a sistemas de producción intensiva, se aconseja emplear la fórmula de extracción de nutrientes para calcular el programa de fertilización del cultivo. Por ende, en esta investigación se procedió a calcular la cantidad de nutrientes, incluyendo nitrógeno (N), pentóxido de difósforo (P_2O_5) y óxido de potasio (K_2O), basándose en la

extracción nutricional caracterizada por la fórmula 110-20-20. A continuación, se identificó el tipo de fertilizante correspondiente, el cual involucraba la aplicación de urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio, acompañados de 2 kg de materia orgánica por metro cuadrado. La aplicación de este abono se llevó a cabo manualmente en la parte inferior de las hileras, de forma continua y dividida en dos momentos específicos: durante la siembra y el proceso de aporque. En la fase de siembra, se administró el 50 % del nitrógeno y la totalidad del fósforo, potasio y materia orgánica. Posteriormente, durante el aporque, se aplicó la otra mitad restante del nitrógeno.

2.7.4. Siembra

Antes de la siembra, se llevó a cabo la desinfección de las semillas utilizando el fungicida Parachupadera, con el objetivo de prevenir el ataque del hongo y asegurar una germinación del 100 %. La siembra se realizó el 02 de enero de 2022, a una densidad de ocho kilogramos por hectárea, colocando manualmente las semillas en el surco en una hilera. Posteriormente, se cubrieron ligeramente las semillas para lograr una germinación uniforme. Ambas variedades se sembraron en el mismo día, siguiendo la asignación aleatoria establecida.

2.7.5. Riego

Se realizaron riegos adicionales a las lluvias, en aquellos períodos en los que no hubo precipitaciones, utilizando el método de riego por goteo. Se llevaron a cabo ocho riegos en total, comenzando con el primero justo después de la siembra, y los siguientes fueron programados según las necesidades del cultivo debido a la falta de lluvia.

2.7.6. *Raleo*

Fue llevada a cabo de forma manual, aproximadamente 20 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 20 cm. Se dejó un promedio de 15 plantas por metro lineal. Esta actividad fue realizada simultáneamente con la eliminación de malezas en toda el área experimental.

2.7.7. *Aporque*

Se llevó a cabo a los 37 días posteriores a la siembra, en conjunto con la segunda aplicación de fertilizante, con el propósito de proporcionar estabilidad a las plantas. Esta actividad se realizó de forma manual utilizando azadones en todo el ámbito del experimento.

2.7.8. *Colocación de rastrojo*

Se llevó a cabo de forma manual justo después del aporque. Esta actividad implicó la distribución uniforme de los residuos de quinua entre los surcos del cultivo en todo el ámbito del experimento, con el objetivo de controlar las malezas.

2.8. Evaluación en el campo experimental

Se llevaron a cabo evaluaciones de incidencia y severidad en plantas previamente seleccionadas, considerando cada planta como una unidad de evaluación.

La primera evaluación de los parámetros de intensidad (incidencia y severidad) de la enfermedad se realizaron a los 33 días después de la siembra cuando las plantas de quinua presentaban en promedio 4 hojas verdaderas.

2.8.1. Evaluación del grado de incidencia del mildiu

La evaluación de la incidencia del mildiu se realizó en las unidades de evaluación de cada unidad experimental para cada tratamiento. La frecuencia de las evaluaciones fue cada 10 días y en todo el periodo vegetativo se realizaron 9 evaluaciones.

Para calcular la incidencia se contó el número total de plantas en la muestra y el número de plantas infectadas por *Peronospora variabilis* luego se hizo el cálculo usando la siguiente formula (Campbell *et al.*, 1990).

$$\text{Incidencia de la enfermedad} = \left(\frac{N^{\circ} \text{ plantas infectadas}}{N^{\circ} \text{ total de plantas}} \right) * 100$$

2.8.2. Evaluación del grado de severidad del mildiu

La evaluación de la severidad se realizó en las unidades de evaluación de cada unidad experimental para cada tratamiento. La frecuencia de las evaluaciones fue cada 7 días y en todo el periodo vegetativo se realizaron 10 evaluaciones. Se utilizó el método de la Escala de la Severidad (Tabla 2), donde se consideró como escala 0 con una severidad inmune con porcentaje de hojas infectadas igual a 0 %; escala 1 con una severidad muy resistente con porcentaje de hojas infectadas entre 0 a 10 %; escala 2 con severidad moderadamente resistente con porcentaje de hojas infectadas entre 11 a 25 %; escala 3 con severidad moderadamente susceptible con porcentaje de hojas infectadas entre 26 a 50 % y escala 4 con severidad muy susceptible con porcentaje de hojas infectadas entre 51 al 100 %, los datos fueron registrados en la ficha de evaluación de campo (Danielsen y Ames, 2008).

Tabla 2

Escala de evaluación de severidad propuesto por Danielsen y Ames (2008).

Escala	Porcentaje de hojas infectado	Severidad
0	0	Inmune
1	0-10	Muy resistente
2	11-25	Moderadamente resistente
3	26-50	Moderadamente susceptible
4	51-100	Muy susceptible

Nota. Escala para medir enfermedad en quinua (2008).

2.8.3. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE)

Para la evaluación del ABCPE del progreso de la enfermedad del mildiu se realizó el monitoreo de las unidades de evaluación con un intervalo de tiempo de 10 días, para calcular el ABCPE se usaron los datos de la severidad de la enfermedad en cada planta seleccionada (Campbell *et al.*, 1990).

La fórmula utilizada para el cálculo del ABCPE es:

$$ABCPE = \sum_{i+1}^n \left[\frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} \right] (t_{i+1} - t_i)$$

Donde:

Y_i = Porcentaje del área foliar afectada por el patógeno en estudio el día i después de la siembra.

Y_{i+1} = Porcentaje del área foliar afectada por patógenos en estudio el día $i+1$ después de la siembra.

$T_{i+1} - T_i$ = Número de días transcurridos de la primera evaluación (del área foliar afectada a la segunda evaluación).

n = Número total de evaluaciones.

i = Días después de la siembra.

2.9. Aplicación de los biocontroladores

Los biocontroladores se aplicaron en el área foliar de las plantas de quinua en las unidades experimentales de cada tratamiento usando una mochila fumigadora de 15 litros.

Tabla 3

Dosis de aplicación de ingredientes activos de biocontroladores.

Descripción	Dosis . Litro
b1: <i>Allium sativum</i>	100 g.L ⁻¹
b2: <i>Allium sativum</i>	200 g.L ⁻¹
b3: <i>Bacillus subtilis</i>	1.5 ml.L ⁻¹
b4: <i>Bacillus subtilis</i>	2.0 ml.L ⁻¹
b5: <i>Trichoderma harzianum</i>	8.0 g.L ⁻¹
b6: <i>Trichoderma harzianum</i>	16 g.L ⁻¹
b7: Fungicida Metalaxil	1.0 g.L ⁻¹
b8: Sin tratamiento	0

Nota. Dosis por cada biocontrol (2023).

La frecuencia de las aplicaciones fue cada 10 días, iniciando a partir del día 30 después de la siembra cuando la planta presentaba 4 hojas verdaderas, la segunda aplicación fue a los 40 días cuando la planta contaba con 6 hojas verdaderas, la tercera aplicación se realizó a los 50 días cuando la planta presentó ramificación de los tallos, la cuarta aplicación se realizó a los 60 días al inicio de panojamiento, la quinta y sexta aplicación fue a los 70 y

80 días en la etapa de inicio de floración, la séptima, octava y novena aplicación se realizó a los 90, 100 y 110 días en la etapa de floración.

Tabla 4

Frecuencia de aplicación y evaluación de los tratamientos en dos variedades de quinua.

Biocontrol	Descripción	Aplicación: 30 dds	40 dds	50 dds	60 dds	70 dds	80 dds	90 dds	100 dds	110 dds
		Evaluación: 36 dda	46dda	56 dda	66 dda	76 dda	86 dda	96 dda	106 dda	116 dda
b ₁	<i>Allium sativum</i> : 100 g. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₂	<i>Allium sativum</i> : 200 g. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₃	<i>Bacillus subtilis</i> : 1.5 ml. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₄	<i>Bacillus subtilis</i> : 2 ml. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₅	<i>Trichoderma harzianum</i> : 8 g. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₆	<i>Trichoderma harzianum</i> : 16 g. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₇	Fungicida: metalaxil: 1 g. L ⁻¹	X	X	X	X	X	X	X	X	X
b ₈	Sin tratamiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Nota. *dds: días después de la siembra.

2.10. Cosecha y evaluación del rendimiento

La cosecha se realizó de forma manual en cada unidad experimental teniendo en cuenta la madurez fisiológica de las variedades, se cortaron las panojas en las mañanas para evitar la caída de los granos, seguidamente se procedió al secado por 4 días y luego se realizó la trilla y venteo de las semillas. La cosecha de las dos variedades se realizó en diferentes fechas debido a la madurez fisiológica, la variedad Pasankalla se cosechó a los 144 días (INIA, 2012) y la variedad Blanca de Junín a los 170 días (Almenara, 2013).

El rendimiento se calculó después de haber cosechado todas las plantas de quinua de la unidad experimental y posterior pesado del grano seco y limpio; para calcular el rendimiento se dividió la cantidad total del grano producido entre el área de la unidad experimental, posteriormente se proyectó el rendimiento a una hectárea, el pesado se realizó con una balanza digital de una precisión de hasta un gramo.

2.11. Análisis de Datos

El análisis de los datos se realizó mediante el software libre R por que proporciona una amplia gama de funciones y paquetes para realizar análisis estadísticos en los datos recolectados durante el experimento. Luego se procedió a hallar la normalidad de los datos para observar si se agrupan alrededor de la media en forma de una curva simétrica en campana, cuando los datos son aproximadamente normales, se pueden aplicar con confianza técnicas estadísticas paramétricas, ya que los resultados serán más confiables. Así mismo, se halló la prueba de homogeneidad de la varianza para observar la consistencia en la dispersión de los datos en los diferentes tratamientos donde las varianzas de los

grupos son aproximadamente iguales. Seguidamente se halló el ANVA (Análisis de Varianza) para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos y proporcionando información sobre cómo varían las medias de manera significativa. Finalmente se estimó la prueba de contraste de medias usando la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0.05, para realizar comparaciones múltiples entre las medias de diferentes grupos en el análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar cuáles de esas medias difieren significativamente entre sí.

CAPITULO III

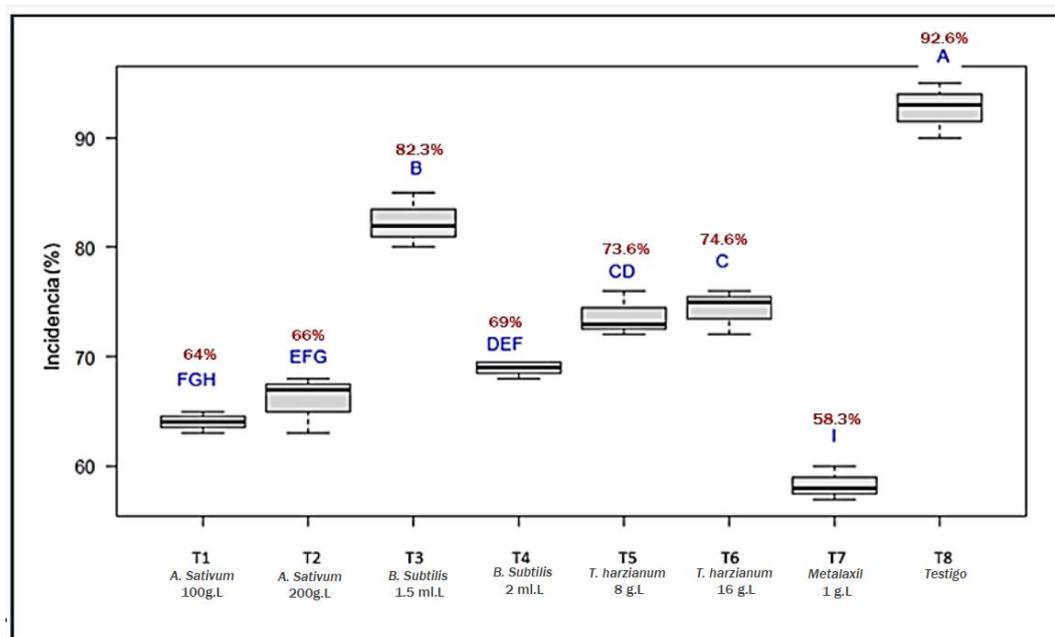
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Intensidad de *Peronospora variabilis*

3.1.1. Incidencia de *Peronospora variabilis* en la quinua variedad Blanca Junín

Figura 3

Diagrama de cajas de los datos de incidencia de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias de la incidencia (2023).

En la figura 3, se evidencia que el tratamiento T7, en el cual se utilizó el fungicida Metalaxil a una concentración de 1 gramo por litro en la variedad Blanca Junín, presentó el índice de incidencia más bajo con un promedio del 58.33%, esto se debe a la interrupción en la síntesis de proteínas del patógeno afectando su crecimiento y desarrollo lo que conlleva a la muerte y control de la enfermedad (Mitani *et al.* 2001), debido a su efecto sistémico y preventivo, lo que significa que actúa para prevenir la propagación del hongo y proteger la planta antes de que se desarrolle la enfermedad. También se ha mencionado que el Metalaxil tiene efecto

curativo, de esta manera puede ayudar a controlar y detener el avance de la enfermedad una vez que la planta ya está infectada (Risco, 2014).

Estas aseveraciones coinciden con el estudio de González *et al.* (2019) quien observó que el fungicida Metalaxil demostró ser uno de los tratamientos más eficientes al lograr una reducción significativa en la incidencia de la enfermedad de *Peronospora variabilis*.

El tratamiento T1, que consiste en la aplicación de ajo a una concentración de 100 g por litro, y el tratamiento T2, que implica la aplicación de ajo a una concentración de 200 g por litro, el tratamiento T4 utilizó *Bacillus subtilis* con la concentración de 2 ml por litro de agua se destacan como los segundos con la incidencia más baja, registrando promedios del 64%, 66% y 69 % respectivamente sin presentar diferencia significativa entre ambos. Este efecto puede atribuirse a que el ajo actúa como un regulador biológico capaz de contrarrestar la propagación de *Peronospora variabilis*. Esta propiedad se atribuye a compuestos como la alicina y los sulfurados, como los tiosulfatos, que poseen propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Su acción sobre el patógeno implica la disminución de la absorción de oxígeno, la inhibición del crecimiento, el daño a las membranas y la interrupción de la síntesis de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos (Juárez *et al.*, 2019). Los resultados obtenidos difieren de los hallazgos por Aguirre *et al.* (2012), quienes sugieren que el *Allium sativum* ejerce un poder antifúngico significativo al aplicarse en concentraciones de extracto alcohólico al 50% y al 100%, logrando controlar las conidias del mildiu. De manera similar, Solís (2011) indica que la aplicación de extracto de *Allium sativum* en una concentración de 1 kg de ajos disueltos en 2 litros de agua reduce significativamente la incidencia de la enfermedad.

El tratamiento T5 consistió en el uso de *T. harzianum* a una dosis de 8 g por litro de agua y el tratamiento T6 empleó *T. harzianum* en una dosis de 16 g por litro de agua., presentan valores intermedios de incidencia con 73 %, 74 % respectivamente, sin presentar diferencia significativa entre ambos, estos resultados se deben a que *Bacillus subtilis* tiene la capacidad de producir antibióticos lipopéptidos (inturinas, surfactinas y fengicidas); de esta manera, no permite que las esporas del patógeno germinen, intervienen alterando el crecimiento del tubo germinal de las esporas evitando que el patógeno se fije en las hojas de la planta, produce un efecto inmune estimulador que fortalece la resistencia del huésped. Así mismo, favorece la colonización radicular y foliar (Seipasa, 2021).

Estos resultados difieren de los obtenidos en el estudio de Raico, (2022), en el que se señala que la aplicación de *B. subtilis* a una concentración de 2 g.L⁻¹ no produjo una disminución en la incidencia del mildiu. En ese caso, todos los tratamientos presentaron una incidencia del 100 %.

Sin embargo, nuestros hallazgos concuerdan con los informados por Vaca (2022), quien observó una reducción en la incidencia al emplear *B. subtilis* a una concentración de 90.5 g por litro, logrando que la incidencia disminuyera hasta un 70 %.

Por su parte, *Trichoderma harzianum* actúa elaborando enzimas y otros compuestas que retardan el crecimiento de los fitopatógenos; de igual manera influyen en la resistencia de las plantas porque activan los mecanismos fisiológicos y bioquímicas de defensa (Pruksakorn *et al.*, 2011), por lo que, nuestros hallazgos coinciden con Rodríguez *et al.* (2018), en su investigación sobre diversos agentes biocontroladores para combatir el mildiu, se constató que la aplicación de

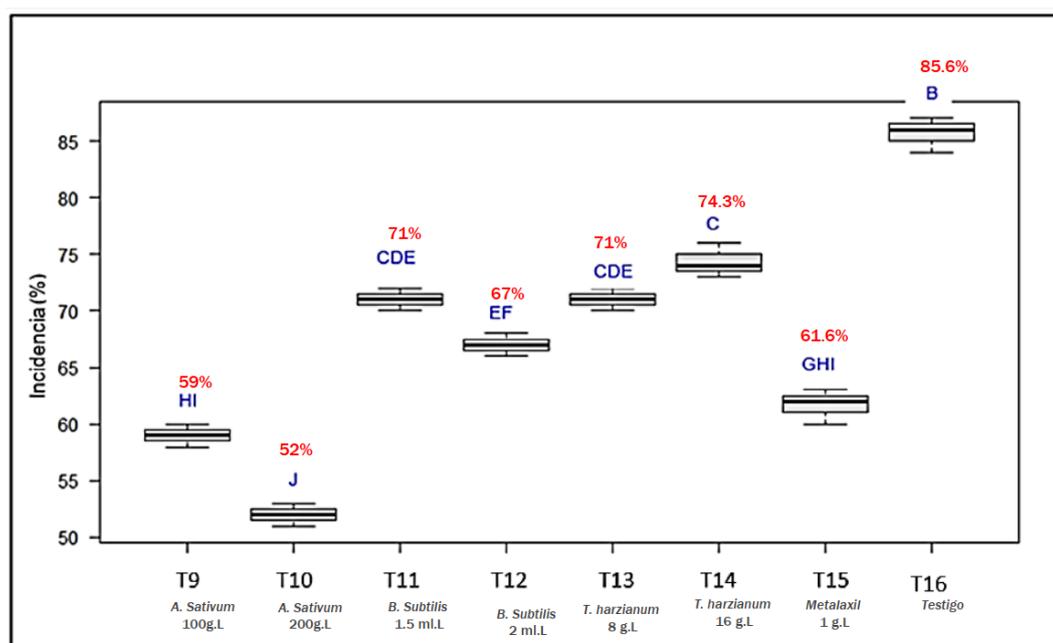
Trichoderma harzianum logró una reducción significativa en la incidencia de la enfermedad, alcanzando un nivel del 60 %. Así mismo, coincidimos con los resultados de Arroyo *et al.* (2019) quien informa que el porcentaje de incidencia del mildiu en quinua fue de 65 % cuando se aplicó *T. harzianum* a una dosis de 98 g. L-1.

El tratamiento T3 incluyó la aplicación de *Bacillus subtilis* en una cantidad de 1.5 ml por litro de agua presenta el segundo valor más alto de incidencia finalmente, el T8, que no recibió ningún tratamiento, presenta la incidencia más alta con un valor reportado de 92.6 %.

3.1.2. Incidencia de *Peronospora variabilis* en la quinua variedad Pasankalla

Figura 4

Diagrama de cajas de los datos de incidencia de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias de la incidencia (2023).

En la figura 4, se puede apreciar que el T10 presenta el porcentaje más bajo de incidencia, con una media de 52%, al aplicar el biocontrolador *Allium sativum* a una concentración de 200 g por un litro de agua. El segundo menor porcentaje de incidencia, de 59%, corresponde al T9, donde se utilizó el mismo biocontrolador, pero en una dosis de 100 g por un litro de agua habiendo diferencia significativa entre ellos, este resultado se produce debido a que el ajo regula la incidencia del mildiu debido a sus compuestos sulfurados, como la aliocina, que exhiben propiedades antimicrobianas y antifúngicas, estos compuestos interfieren con el crecimiento y desarrollo de hongos, estimulan respuestas inmunológicas en las plantas, repelen ciertos insectos y reducen el estrés en las plantas afectadas.

Los resultados obtenidos coinciden con las conclusiones de Armas (2020), cuyo estudio involucró la aplicación de extracto hidroalcohólico de *Allium sativum* en concentraciones del 40 % y 80 %.

En este contexto, se observó una notable disminución del 65% en la incidencia de *Peronospora destructor*. Asimismo, concuerda con los resultados obtenidos por Alayo (2019), quien empleó extracto acuoso de *Allium sativum* en dosis de 28.3 % y 56.6 %, logrando una inhibición destacada del 75 % en la incidencia del mildiu. De manera similar, Juárez y colaboradores (2019) indican que el extracto de ajo sin procesar generó áreas de inhibición de 12 mm y 15.5 mm para *A. parasiticus* y *A. niger* respectivamente. Esto se tradujo en una reducción en el crecimiento de estos hongos del 13 % y 46.8 % respectivamente.

Finalmente, estos resultados concuerdan con las conclusiones alcanzadas por González y su equipo en 2,021, quienes corroboraron que el extracto de ajo

exhibe efectos tanto fungicidas como fungistáticos, particularmente en concentraciones de 2.5, 5 y 10.

El tratamiento T15, presenta el tercer nivel más bajo de incidencia con un valor de 61.6 % al aplicar metalaxil a una dosis de 1 g por litro de agua; esto sucede debido a que el fungicida produce la regulación de la incidencia de la enfermedad por que actúa interfiriendo en la síntesis de proteínas esenciales para el crecimiento celular del hongo, afectando la formación de las paredes celulares y las membranas.

Esto resulta en una interrupción del proceso de germinación de las esporas y la extensión del micelio, lo que en última instancia reduce la capacidad del hongo para infectar y propagarse en las plantas. Los tratamientos T11 y T12 con *Bacillus subtilis* a la dosis 1.5 ml y 2 ml por litro de agua reportaron valores de 71 % y 67 % respectivamente, no se observó diferencias significativas entre ambos tratamientos.

Entre tanto, los tratamientos T13 y T14 a la dosis de 8 y 16 gramos por litro reportaron valores de 71% y 67 % respectivamente, estando dentro de los valores intermedios de incidencia, no presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos.

La baja efectividad de ambos biocontroladores puede estar influenciado por los factores medio ambientales como la temperatura y humedad relativa tal como lo menciona Labrador (2011) quien afirma que la efectividad de *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* disminuyen por influencia de temperaturas extremas, pH desfavorable y competencia con otros microorganismos.

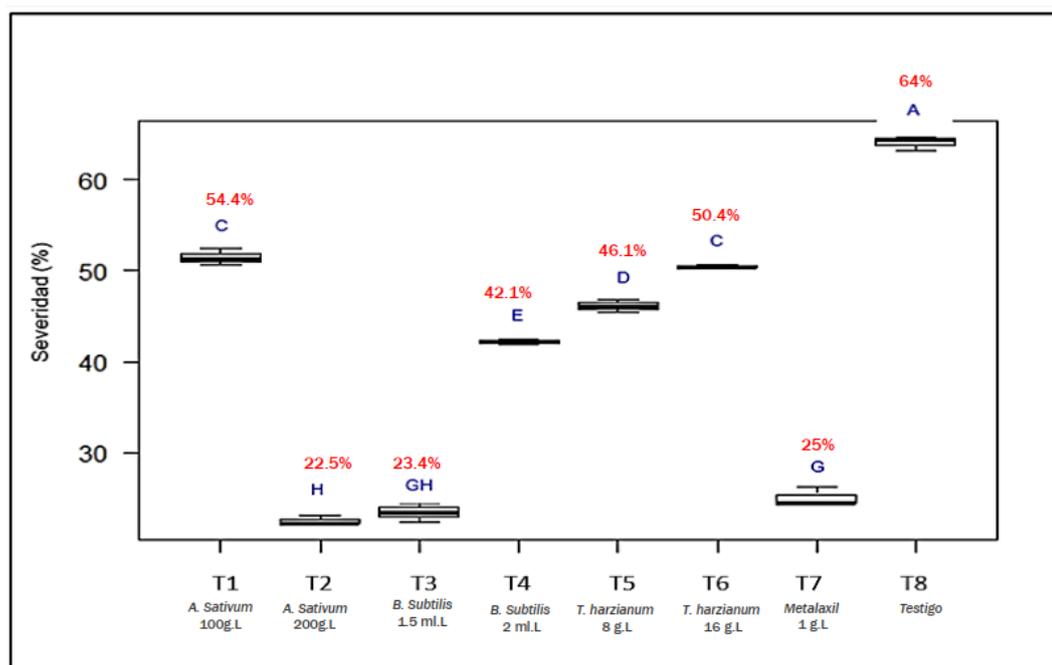
Estos resultados discrepan con el informe de Raico (2022), en el cual se observó un porcentaje de incidencia del 100% al utilizar *Bacillus subtilis* con una

dosis de 60 ml en 20 litros de agua. Por otro lado, en el estudio de Alvarado *et al.* (2018), al emplear *Trichoderma harzianum* para controlar el mildiu, se logró una eficacia del 84.24% en términos de incidencia al utilizar una dosis de 500 gramos por hectárea, por otra parte, Rodríguez *et al.* (2018) encontraron que la aplicación de *Trichoderma harzianum* redujo la incidencia de la enfermedad en un 55% y mejoró la producción de quinua, aumentando el peso fresco y seco de la planta en comparación con el control no tratado. El T16, que no recibió ningún tratamiento, presenta la incidencia más alta con un valor reportado de 85.6 %.

3.1.3. Severidad de *Peronospora variabilis* en la quinua variedad Blanca Junín

Figura 5

Diagrama de cajas de los datos de severidad de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias de la severidad (2023).

En la figura 5, se aprecia que el T2, en el cual se aplicó el biocontrolador *Allium sativum* a una concentración de 200 gramos por litro en la variedad blanca

Junín, exhibe el porcentaje más bajo de severidad, con un promedio de 22.5%. Esta disminución se atribuye a los efectos del ajo, que contiene alicina y compuestos azufrados, los cuales le confieren propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Estos compuestos podrían ejercer efectos inhibidores sobre el crecimiento del patógeno.

Los resultados obtenidos difieren con el estudio realizado por (Niño *et al.*, 2009) en el cual se informó que la aplicación de hidrolatos de ajo con disulfuro de alilo al 4 %, a una dosis de 1 centímetro cúbico por litro, tuvo un efecto inhibitorio limitado en términos de severidad sobre *Peronospora variabilis*.

El segundo tratamiento con menor índice de severidad fue el T3, en el cual se aplicó *Bacillus subtilis* a una concentración de 1.5 ml por litro, registrando un promedio de 23.4% de severidad, esto es por su potencial como agente de control biológico debido a su capacidad para producir compuestos antimicrobianos y estimular respuestas de defensa en las plantas.

Por otro lado, en el T7, que involucró el uso de Metalaxil a una concentración de 1 gramo por litro, se obtuvo un promedio de 46% de severidad, su efectividad en el control de este patógeno puede ser alta debido a su modo de acción y su capacidad para prevenir el crecimiento y la propagación de hongos oomicetos, como los que causan el mildiu.

En el T1, donde se aplicó ajo a una concentración de 100 gramos por litro, se obtuvo una severidad del 51%. En el T4, la utilización de *Bacillus subtilis* a 1.5 mililitros por litro resultó en una severidad del 42.1%.

Por su parte, en el T5 y T6, que involucraron *T. harzianum* a 8 gramos y 16 gramos por litro respectivamente, se registraron severidades del 46.1% y 50.4%.

Sin embargo, entre estos tratamientos intermedios no se encontraron diferencias significativas en términos de severidad.

En estos resultados, se vuelve evidente que el uso de la dosis más baja de ajo en el T1 (100 gramos por litro de agua) no ejerce un impacto significativo en la reducción de la severidad (51 %) causada por *Peronospora variabilis*, estos resultados concuerdan con la investigación de Idrogo (2022) quien afirma que al emplear una cantidad menor de ingrediente activo, no se consigue un manejo eficaz de la gravedad ocasionada por el patógeno *Peronospora variabilis*, esto sugiere que la cantidad de compuestos bioactivos contenidos en el ajo a esa dosis posiblemente carece de la capacidad necesaria para ejercer un impacto relevante sobre el patógeno y su expansión.

En contraste, se presenta una situación diferente en el caso de *Bacillus subtilis* en el T4 (2 ml por litro de agua), donde se identifican valores de severidad más altos (42 %) al emplear dosis más elevadas para el control de *P. variabilis* este resultado concuerda con lo que informa (Vaca, 2022) quien menciona que este efecto se produce cuando el incremento en la dosis de *Bacillus subtilis* puede resultar en una mayor severidad de *Peronospora variabilis* en circunstancias donde la interacción entre el agente biológico y el patógeno no sigue el curso esperado, este fenómeno puede estar asociado a competencia por recursos, cambios en el equilibrio microbiano, respuestas inmunológicas desfavorables en la planta o interferencia en la química del suelo, estas situaciones complejas dependen de diversos factores ambientales, genéticos y de interacción entre microorganismos y patógenos, subrayando la necesidad de investigaciones detalladas para comprender plenamente estas dinámicas.

Asimismo, en los tratamientos T5 y T6, en los cuales se emplea *T. harzianum* en dosis de 8 gramos y 16 gramos por litro de agua respectivamente, se obtienen valores elevados de severidad, llegando a 46.1 % y 50.4 % respectivamente.

Este resultado pone de manifiesto que este biocontrolador no demuestra eficacia en la reducción de la severidad del mildiu en la variedad blanca Junín de quinua, tal como lo informa, Bettucci (2013) quien afirma que el empleo de *Trichoderma harzianum* puede no surtir efecto en la reducción de la severidad de *Peronospora variabilis* en circunstancias donde las condiciones ambientales o la interacción específica entre el hongo benéfico y el patógeno no sean adecuadas para lograr un control eficaz.

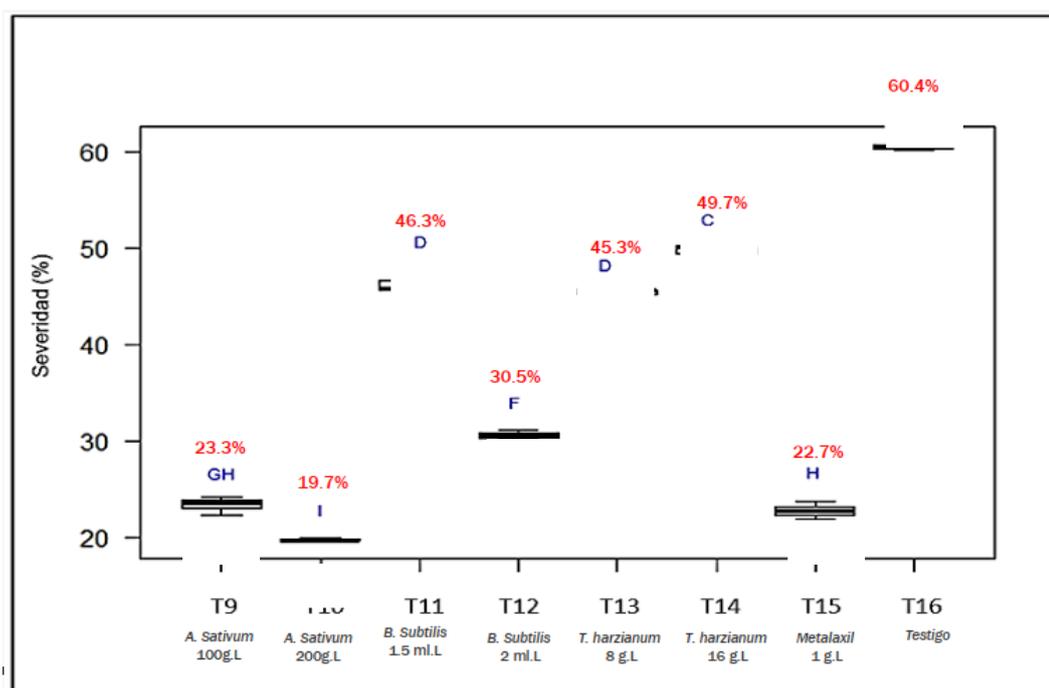
Esto puede deberse a factores como la incompatibilidad genética entre las variedades de *Trichoderma harzianum* y las cepas de *Peronospora variabilis*, una competencia ineficaz por recursos, dosis insuficientes del hongo beneficioso, condiciones ambientales desfavorables, posibles adaptaciones o resistencia del patógeno a *Trichoderma harzianum* y la complejidad de las interacciones microbianas en el suelo.

El T8, que no recibió ningún tratamiento, presenta la incidencia más alta con un valor reportado de 64 %.

3.1.4. Severidad de *Peronospora variabilis* en la quinua variedad Pasankalla

Figura 6

Diagrama de cajas de los datos de severidad de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias de la severidad (2023).

En la figura 6, se observa que el T10 presenta el menor porcentaje de severidad, con una media de 19.7 %, al aplicar el biocontrolador *Allium sativum* a una dosis de 200 gramos por litro. Este efecto de reducción de la severidad es similar con lo observado en la variedad blanca Junín, por lo tanto, su eficiencia es efectiva en ambas variedades, pero estos resultados difieren con la investigación de Duchimaza (2022) quien afirma que el extracto de *A. Sativum* no ha sido eficiente para disminuir la severidad del mildiu cuando aplicó una dosis de 70 gramos por litro obteniendo una severidad de 30 %.

De igual forma, los tratamientos que le siguen en términos de menor severidad se evidencian en el T15, en el cual la aplicación del fungicida Metalaxil a una dosis de 1 g/L muestra una severidad de 22.77 %.

En el T9, al aplicar 100 gramos de ajo por litro, se obtiene una severidad del 23.3 %, y no se observa una diferencia significativa entre estos tratamientos.

Los tratamientos con niveles intermedios de severidad comprenden el T11, en el cual se administró *Bacillus subtilis* a una concentración de 1.5 ml por litro, presentando una severidad del 46.3 %. De manera similar, en el T12, la aplicación de *Bacillus subtilis* a una concentración de 2 ml por litro resultó en una severidad del 30.57 %.

Asimismo, en el T13, la aplicación de *T. harzianum* a una concentración de 8 gramos por litro exhibió una severidad del 45.3 %. Por último, en el T14, la utilización de *T. harzianum* a una concentración de 16 gramos por litro mostró una severidad del 49.7 %, estos resultados pueden ser ocasionados debido a la competencia inadecuada por recursos, dosis insuficientes, condiciones ambientales desfavorables y el desarrollo de resistencia por parte de los patógenos (Astorga *et al.*, 2014).

Sin embargo, en estudios llevados a cabo en Colombia por Castellanos *et al.* (2019), se menciona que la aplicación de *Bacillus subtilis* en el manejo del mildiu en la producción de quinua resultó en una reducción significativa de la severidad de la enfermedad, alcanzando un 79 %.

Así mismo, los resultados del estudio de Zhang *et al.* (2020) revelan que la utilización de *Bacillus spp.* puede resultar efectiva en la gestión del mildiú en la producción orgánica de quinua, con una disminución de la severidad al 67.19 %.

Además, la aplicación de la cepa *Bacillus subtilis* logró una reducción del 41.91 % en la severidad del mildiú veloso.

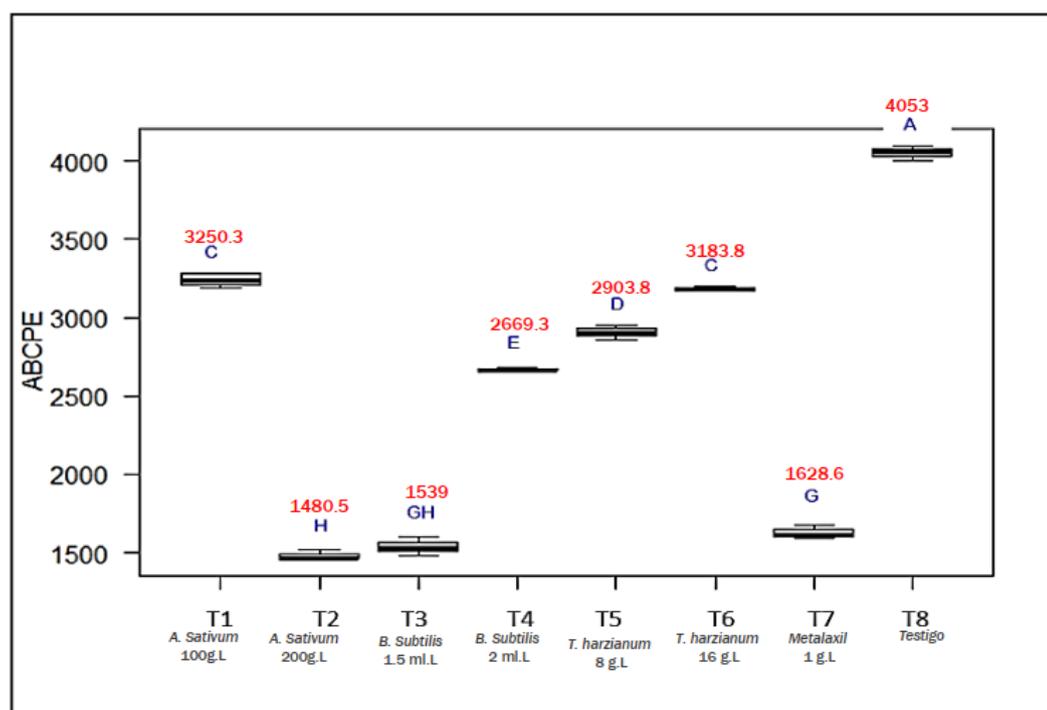
En una línea similar, Escalante *et al.* (2018), evaluaron la eficacia de un biofungicida a base de *Bacillus subtilis* en el control del mildiú veloso en quinua en México. Sus hallazgos destacaron que la aplicación del biofungicida resultó en una notable reducción del 68 % en la severidad del mildiú.

3.2. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de *Peronospora variabilis*

3.2.1. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de *Peronospora variabilis* en cultivo de quinua variedad Blanca Junín

Figura 7

Diagrama de cajas de los datos de ABCPE de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiú al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias del ABCPE (2023).

En la figura 7, se evidencia que el T2 presenta el valor más reducido del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE), con una media de 1480.5, al aplicar el biocontrolador *Allium sativum* a una concentración de 200 gramos por litro en la variedad Blanca Junín, estos datos destacan que el biocontrolador basado en ajo ejerce un efecto negativo en la severidad de la enfermedad a lo largo del tiempo, lo que resulta en una acumulación menor de daño en las plantas a lo largo de todo el período de evaluación, estos resultados concuerdan con la investigación realizada por Ramírez *et al.* (2016) donde afirman que el extracto de *Allium sativum*, derivado del ajo, reduce el valor del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) mediante la acción de sus bioactivos, como alicina y compuestos azufrados, poseen propiedades antimicrobianas y antifúngicas, cuando se aplica el extracto de ajo a las plantas afectadas, estos compuestos pueden interactuar con el patógeno, interfiriendo con su crecimiento y desarrollo, lo mismo opina Ramírez (2020) según el autor, estos compuestos bioactivos en el extracto de *Allium sativum* actúan en conjunto para atacar distintas etapas del ciclo de vida del patógeno, limitando su habilidad para infectar y diseminarse en la planta. Como consecuencia de esta acción combinada, se aprecia una reducción en el valor del ABCPE, lo cual refleja una disminución en la progresión y severidad de la enfermedad en las plantas tratadas con el extracto de ajo.

Por otro lado, el T3 exhibe el segundo valor más bajo del ABCPE, con un promedio de 1,539, al emplear el biocontrolador *Bacillus subtilis* a una dosis de 1.5 mililitros por litro en la misma variedad, y no se observa una diferencia significativa respecto al T2, este resultado coincide con la afirmación de Earl *et al.* (2008) quien

menciona que *Bacillus subtilis* disminuye el valor del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) causada por *Peronospora variabilis* a través de diversos mecanismos. Este microorganismo funciona como un agente de biocontrol al interactuar de manera beneficiosa con el patógeno y la planta anfitriona. Sus acciones engloban la competencia por recursos esenciales, la producción de compuestos con propiedades antifúngicas, la inducción de respuestas defensivas en la planta y la síntesis de enzimas que degradan las estructuras celulares del patógeno. Esta interacción positiva resulta en una disminución de la severidad y el avance de la enfermedad, lo cual se refleja en un ABCPE menor, demostrando la eficacia de *Bacillus subtilis* en atenuar el impacto causado por el patógeno en las plantas tratadas.

Además, el T7 se posiciona como el tercer tratamiento con el ABCPE más bajo, al usar metalaxil a una dosis de 1 gramo por litro, con un valor de 1,628.6, este efecto se debe a que inhibiendo el crecimiento y la reproducción del patógeno al interferir con su sistema de transporte de electrones y la síntesis de ácidos nucleicos, como resultado, la propagación de la enfermedad se ve restringida y se observa una disminución en la progresión de la infección en las plantas, sin embargo, el metalaxil presentó impactos negativos en el medio ambiente este resultado concuerda con la aseveración de Gonzales (2018).

El mencionado autor resalta que a pesar de la efectividad potencial de este compuesto en la reducción del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) al controlar *Peronospora variabilis*, es de suma importancia considerar las implicaciones medioambientales y examinar minuciosamente su implementación en estrategias de manejo de enfermedades. La adopción de

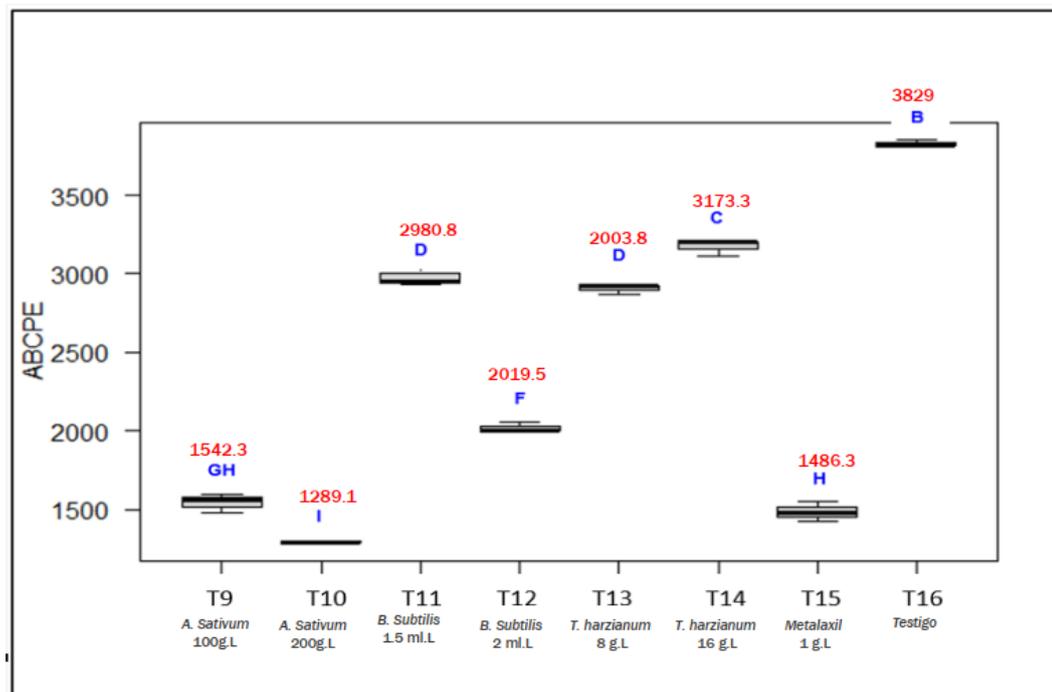
enfoques de manejo integral, que integren métodos biológicos y culturales, se presenta como una ruta para disminuir la dependencia de fungicidas y atenuar su impacto en el entorno. En los tratamientos, se observaron valores intermedios. En el T1, la aplicación de ajo a una dosis de 100 gramos por litro resultó en un valor de Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de 3,2050.3. En el T4, la utilización de *Bacillus subtilis* a una dosis de 2 ml por litro mostró un ABCPE de 2,669.3. De manera similar, en el T5, con la aplicación de *T. harzianum* a una dosis de 8 gramos por litro, se registró un valor de ABCPE de 2,903.8. Por último, en el T6, donde se empleó *T. harzianum* a una concentración de 16 gramos por litro, se informó un valor de ABCPE de 3,183.83. Estos resultados ponen de manifiesto que las dosis utilizadas en cada uno de estos tratamientos no son las más adecuadas para regular el ABCPE de *Peronospora variabilis* en la quinua.

El mayor porcentaje de ABCPE con una media 4,053 lo reporta el tratamiento testigo T8 sin tratamiento con el biocontrolador.

3.2.2. Evaluación del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) de *Peronospora variabilis* en cultivo de quinua variedad Pasankalla

Figura 8

Diagrama de cajas de los datos de ABCPE de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias del ABCPE (2023).

En la figura 8, se puede apreciar que el menor porcentaje de ABCPE se observa en el T10, con una media de 1,289.17, al aplicar el biocontrolador *Allium sativum* a una dosis de 200 gramos por litro en la variedad Pasankalla. En segundo lugar, el T15 presenta el segundo menor porcentaje de ABCPE con una media de 1,486.33 al utilizar el fungicida Metalaxil a una dosis de 1 gramo por litro en la variedad Pasankalla. El tercer tratamiento con el valor más bajo de ABCPE es el T9, con una media de 1,542.3, al aplicar *Allium sativum* a una dosis de 100 gramos por litro, estos resultados coinciden con la investigaciones de Álvarez *et al.* (2013) quienes sostienen que el *Allium sativum* puede tener un impacto en la disminución

del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) causada por *Peronospora variabilis*, el agente del mildiu, lo fundamentan en sus propiedades bioactivas y antimicrobianas, los compuestos activos presentes en el ajo, como la alicina, tienen la capacidad de ejercer efectos antifúngicos al interferir con las estructuras celulares y los procesos metabólicos del patógeno, además, (Chusho, 2023) menciona que el ajo puede estimular la generación de mecanismos de defensa en la planta huésped, activando genes de resistencia y produciendo metabolitos defensivos, al mismo tiempo que puede modificar el entorno microbiano circundante, asimismo, es posible que influya en la capacidad de esporulación del patógeno, la efectividad del ajo para reducir el ABCPE se cimienta en su habilidad para entorpecer los procesos patogénicos, estimular las defensas vegetales y cambiar la composición microbiana del entorno, si bien su éxito podría variar en función de aspectos como la concentración, la aplicación y las condiciones ambientales.

Los tratamientos que presentan valores intermedios de ABCPE son los siguientes: el T11, en el cual se empleó *Bacillus subtilis* a una concentración de 1.5 ml por litro, generando un ABCPE de 2,980.8; el T12, que utilizó *Bacillus subtilis* a una proporción de 2 ml por litro, dando como resultado un ABCPE de 2,019.5.

Además, el tratamiento T13 incluyó la aplicación de *T. harzianum* a una concentración de 8 gramos por litro, obteniendo un ABCPE de 2,903.8.

En contraste, el tratamiento T14 utilizó *T. harzianum* a una concentración de 16 gramos por litro, lo que resultó en un ABCPE de 3,173.3. En estos resultados, es evidente que los biocontroladores no demostraron eficacia en la reducción del ABCPE de *Peronospora variabilis*.

Esta falta de efectividad podría deberse a varios factores, como la posible incompatibilidad con el patógeno, diferencias en las variedades del patógeno, condiciones ambientales desfavorables, dosificación inadecuada e incluso la resistencia del patógeno a los tratamientos. Sin embargo, investigaciones similares han arrojado resultados diferentes. Por ejemplo, Leon *et al.* (2018) observaron que las plantas de quinua inoculadas con cepas de *Trichoderma* sp. mostraron un menor daño por mildiu, con un valor de Área bajo la Curva (ABCPE) de 615.5.

Un informe similar es el de Chambe *et al.* (2021), quienes encontraron que los tratamientos con *Trichoderma* spp. y hidróxido de cobre mostraron valores de 20.92 en el Área bajo la Curva de Progresión de la Enfermedad (ABCPE), en comparación con el grupo de control que presentó el valor más alto de 39.9.

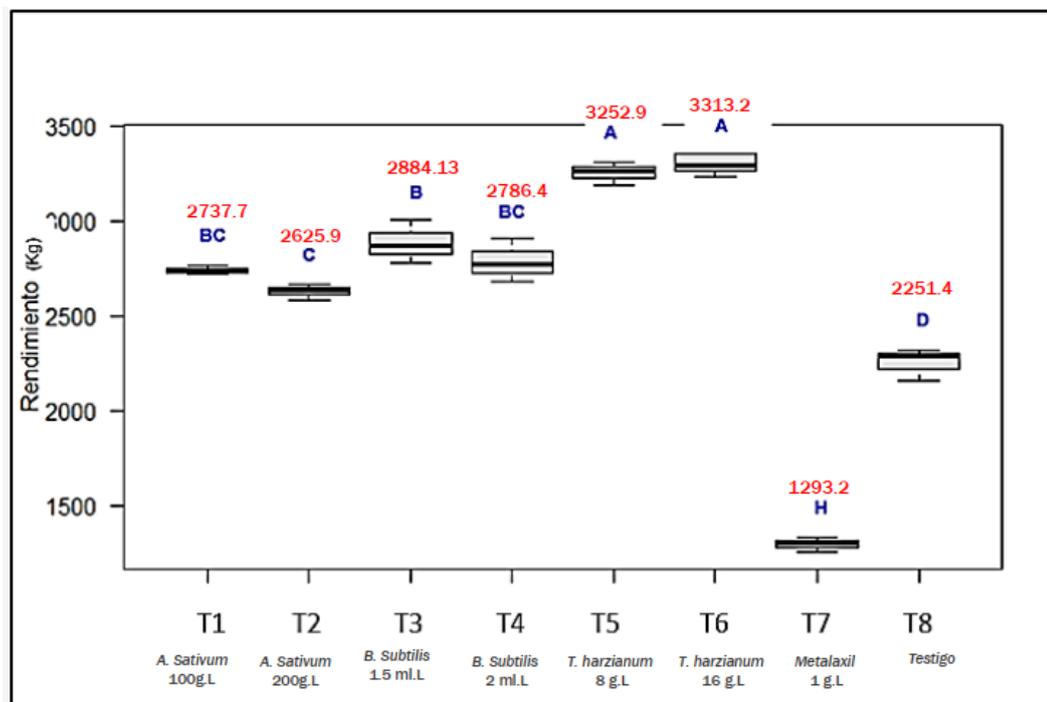
Entre tanto, el mayor porcentaje de ABCPE con una media 3,829 lo reporta el tratamiento testigo T16 sin la aplicación del biocontrolador.

4.3. Rendimiento

4.3.1. Rendimiento del cultivo de quinua variedad Blanca Junín

Figura 9

Diagrama de cajas de los datos de rendimiento de la variedad Blanca Junín en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias del rendimiento (2023).

En la figura 9, se puede observar que el T6 registra el rendimiento más alto, con una media de 3,313.23 kg/ha, al aplicar el biocontrolador *T. harzianum* a una dosis de 16 gramos por litro en la variedad Blanca Junín. Por otro lado, el T5 obtiene el segundo mayor rendimiento, con un promedio de 3,252.96 kilogramos por hectárea, al aplicar el biocontrolador *T. harzianum* a una dosis de 8 gramos por litro en la misma variedad Blanca Junín, sin que se presente una diferencia significativa entre ambos resultados, este efecto se debe a que la presencia del hongo

Trichoderma harzianum en el suelo y el sistema radicular de las plantas de quinua puede tener un impacto significativo en el rendimiento del cultivo.

Este hongo actúa como un biocontrolador, reduciendo la presencia de patógenos del suelo y estimulando el crecimiento de las plantas a través de la liberación de hormonas y enzimas, además, mejora la absorción de nutrientes al descomponer la materia orgánica en el suelo y promueve una mayor tolerancia a condiciones adversas, como sequías y altas temperaturas, al colonizar las raíces de la quinua, *Trichoderma harzianum* disminuye la competencia por recursos y contribuye a un uso más eficiente de nutrientes y agua, en última instancia favoreciendo un mayor rendimiento del cultivo.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de Mendoza (2019), quien obtuvo el mayor rendimiento de quinua blanca Salcedo INIA, al aplicar el *Trichoderma sp.* Cepa 4: SG-TE-126) obteniendo un rendimiento de 3,697.00 kg/ha-1.

De igual manera, Ortiz (2017) encontró que todas las cepas de *Trichoderma* tuvieron un efecto positivo en el crecimiento y rendimiento de la quinua pasankalla, mostrando mejoras en la altura de la planta, biomasa y número de hojas. Entre las cepas evaluadas, la cepa T.E.7 de *Trichoderma* 7 tuvo un mayor efecto en el número de hojas (115.60), diámetro de tallo (9.87 mm), longitud radicular (44.31 cm) y rendimiento (3,893.70 kg/ha) en comparación con el control, de igual forma, Leon (2016) coincide en afirmar que el tratamiento con *Trichoderma sp.* Cepa 4: SG-TE-126 obtuvieron los mayores rendimientos de quinua con un valor de 3,320 kg.ha⁻¹.

Estos resultados se alinean con las investigaciones de Mendoza (2019), cuyos hallazgos indican que la aplicación del *Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126 generó el rendimiento más elevado de 3,697.00 kg/ha-1 en quinua blanca Salcedo INIA. Del mismo modo, Ortiz (2017) constató que todas las cepas de *Trichoderma* sp. ejercieron un efecto beneficioso en el crecimiento y rendimiento de la quinua pasankalla, observándose mejoras en la altura de las plantas, la biomasa y el número de hojas.

Dentro de las cepas examinadas, las cepas de *Trichoderma* sp. se destacó por su influencia preponderante en el número de hojas (115.60), el diámetro del tallo (9.87 mm), la longitud radicular (44.31 cm) y el rendimiento (3,893.70 kg/ha), en comparación con el grupo de control. En consonancia con estos resultados, Leon (2016) respaldó la afirmación de que el tratamiento con *Trichoderma* sp. Cepa 4: SG-TE-126 condujo a los máximos rendimientos de quinua, registrando un valor de 3,320 kg.ha-1.

Se observan rendimientos intermedios en los tratamientos. En el T1, se registra un rendimiento de 2,737.76 kg.ha⁻¹ al aplicar *Allium sativum* a una concentración de 100 gramos por litro. En el T2, se obtiene un rendimiento de 2,625.9 kg.ha⁻¹ al utilizar *Allium sativum* a una concentración de 200 gramos por litro.

Estos resultados concuerdan con las afirmaciones hechas por Ardisana *et al.* (2020) Ellos sugieren que la falta de efecto observada en el rendimiento de la quinua debido al extracto de ajo podría ser atribuible a diversos factores interrelacionados. Entre estos factores, la dosis y concentración del extracto podrían no haber sido lo suficientemente significativas para influir en el crecimiento de la quinua.

Además, la eficacia del extracto podría haber sido enmascarada por la interacción con otros elementos, como las prácticas de manejo del suelo, las condiciones climáticas y los nutrientes disponibles, esta interpretación se alinea con la perspectiva de Hernández del Valle *et al.* (2012), quienes también señalan que la variedad específica de quinua utilizada en el estudio, el momento de aplicación del extracto y su calidad podrían haber contribuido a la falta de resultados positivos.

Por lo tanto, es importante considerar que las variaciones entre los sistemas agrícolas individuales y otros factores desconocidos podrían haber influido en la ausencia de impacto observable del extracto de ajo en el rendimiento de la quinua. Para llegar a conclusiones más definitivas, se necesitan investigaciones cuidadosamente planificadas y controladas que tomen en cuenta todos estos aspectos.

En el T3, se alcanza un rendimiento de 2,884.13 kg.ha⁻¹ al emplear *Bacillus subtilis* a una concentración de 1.5 ml por litro. Por su parte, el T4 presenta un rendimiento de 2,786.43 kg.ha⁻¹ al aplicar *Bacillus subtilis* a una concentración de 2 ml por litro. En contraste, el T8, que funciona como tratamiento testigo, muestra un rendimiento de 2,251.4 kg.ha⁻¹.

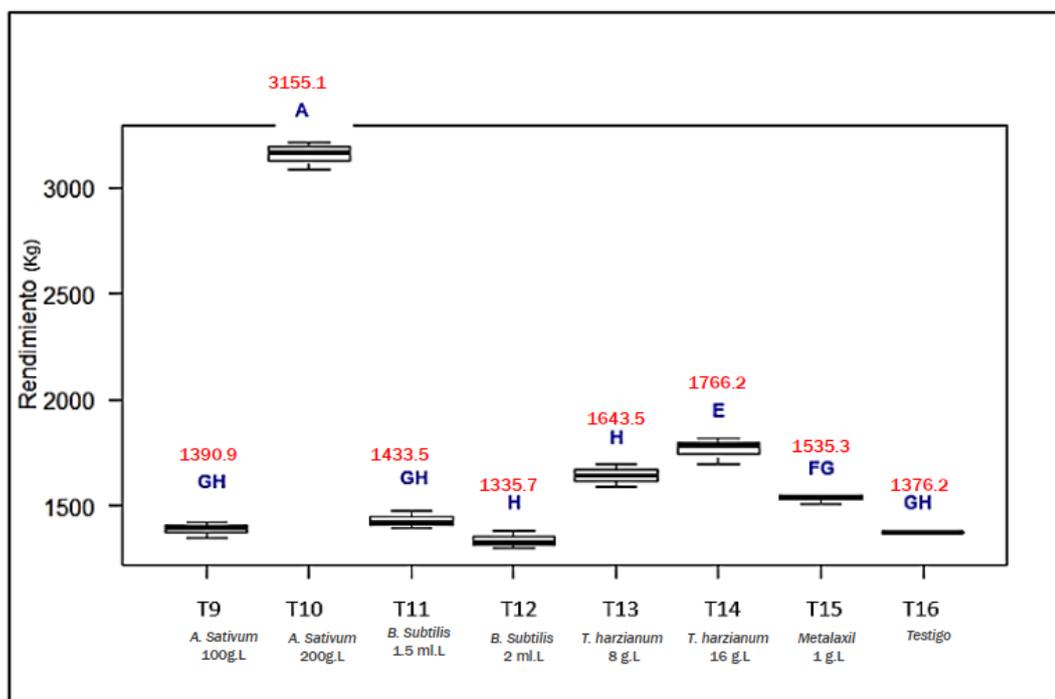
Estos resultados concuerdan con Pomboza *et al.* (2016) quien menciona que la falta de influencia del *Bacillus subtilis* en el rendimiento de la quinua puede atribuirse a una combinación de factores, incluyendo la variabilidad genética de las variedades de quinua, la dosis y el momento de aplicación del microorganismo, las condiciones del suelo y el clima, la presencia de otros microorganismos en el suelo y las características genéticas individuales de las plantas. Además, la metodología experimental puede influir en los resultados.

Estos factores interactúan de manera compleja, lo que hace que la respuesta de la quinua al *Bacillus subtilis* sea variable y a menudo no concluyente. Entre tanto, el menor rendimiento con una media 1,293.23 kg . ha⁻¹ lo reporta el tratamiento T7 con la aplicación del fungicida Metalaxil a una dosis de 1g . L⁻¹ en la variedad Blanca Junín.

4.3.2. Rendimiento del cultivo de quinua variedad Pasankalla

Figura 10

Diagrama de cajas de los datos del rendimiento de la variedad Pasankalla en respuesta del mildiu al biocontrolador.



Nota. Distribución de medias del rendimiento (2023).

En la Figura 10, se puede apreciar que el tratamiento T10, que empleó el biocontrolador *Allium sativum* a una dosis de 200 g/L en la variedad Pasankalla, exhibió el rendimiento más alto, con un promedio de 3,155.16 kg/ha, esto se debe a que la aplicación adecuada de extracto de ajo en dosis específicas puede aumentar el rendimiento de los cultivos debido a su contenido de compuestos bioactivos que

estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, tal como lo informa Juárez *et al.* (2019) cuando afirma que estos compuestos pueden mejorar la salud vegetal al actuar como agentes antimicrobianos y antifúngicos, reduciendo enfermedades y estrés biótico, además, el extracto de ajo puede promover la absorción de nutrientes esenciales, estimular el sistema radicular para un acceso más eficiente al agua y los nutrientes en el suelo, y activar respuestas naturales de defensa en las plantas, reduciendo la necesidad de pesticidas, sumado a ello, la investigación de Andrade *et al.* (2015) afirma que la aplicación adecuada del extracto de ajo puede impactar positivamente la calidad del suelo, mejorando su estructura y contenido de materia orgánica, sin embargo, es crucial mantener una dosificación correcta para evitar efectos adversos y considerar las variaciones en los tipos de cultivos, condiciones locales y ambientales.

El segundo tratamiento con mayor rendimiento fue el T14, donde se empleó el biocontrolador *T. harzianum* a una dosis de 16 g/L, logrando un rendimiento de 1,766.2 kg/ha. Se observaron diferencias significativas entre estos dos tratamientos este efecto sucede porque este microorganismo funciona como un agente de control biológico, disminuyendo la existencia de microorganismos patógenos presentes en el suelo y estimulando el desarrollo de las plantas mediante la emisión de hormonas y enzimas.

Además, mejora la asimilación de nutrientes al descomponer la materia orgánica en el suelo, y fomenta una mayor resistencia a situaciones desfavorables, como sequías y altas temperaturas, al establecerse en las raíces de la planta de quinua. La presencia de *Trichoderma harzianum* disminuye la competencia por

recursos, lo que contribuye a una utilización más eficaz de agua y nutrientes, en última instancia favoreciendo un incremento en la producción del cultivo.

Los tratamientos con rendimiento intermedio incluyen el T9, donde se aplicaron 100 gramos de ajo por litro, logrando un rendimiento de 1,390.9 kg/ha. De manera similar, en el T11 se aplicó *Bacillus subtilis* a una concentración de 1.5 ml por litro, obteniendo un rendimiento de 1,433.5 kg/ha. Asimismo, en el T13 se aplicó *T. harzianum* a una concentración de 8 gramos por litro, logrando un rendimiento de 1,643.5 kg/ha esto se debe a las consecuencias derivadas de las concentraciones reducidas de extracto de ajo, *Bacillus subtilis* y *Trichoderma harzianum* en el contexto del cultivo de *Chenopodium quinoa* pueden atribuirse a una confluencia de elementos interdependientes, entre las causas posibles se encuentran la competencia microbiana limitada, lo que impide una dominancia efectiva de los antagonistas biológicos; la insuficiencia de mecanismos biocontroladores, dado que las poblaciones microbianas en bajas concentraciones no generan suficientes compuestos inhibitorios para combatir eficazmente a los patógenos; la ausencia de interacciones sinérgicas entre los microorganismos y sus sustratos, debido a la escasez de componentes que favorezcan tales sinergias; la incapacidad de satisfacer las demandas nutricionales de las plantas a causa de las cantidades limitadas de nutrientes producidos por los microorganismos; la imposibilidad de que las plantas desarrollen una relación simbiótica debido a la exposición insuficiente a los microorganismos; y la posible influencia de otros factores ambientales en los resultados del cultivo, que podrían interactuar con las concentraciones reducidas de los agentes mencionados.

Ajustar las dosis o modificar la administración de estos elementos podría promover una mejora en los rendimientos del cultivo. Respecto al T15, donde se aplicó metalaxil a una concentración de 1 gramo por litro resultó en un rendimiento de 1,535.3 kg/ha, la falta de incremento en los rendimientos de los cultivos después de la aplicación del fungicida metalaxil puede ser atribuida a diversos factores, la posible resistencia adquirida por los patógenos objetivos al metalaxil, debido a una presión selectiva sostenida, puede reducir su eficacia.

Además, la selectividad del metalaxil hacia ciertas especies patógenas y la dependencia de las condiciones ambientales óptimas para su acción fungicida pueden limitar su efecto positivo en los rendimientos.

La interacción compleja entre el control fitosanitario y otros factores que influyen en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, tales como la disponibilidad de nutrientes y el manejo agronómico, también puede mitigar los efectos observados. Es fundamental considerar estos aspectos al evaluar la efectividad del metalaxil en el mejoramiento de los rendimientos agrícolas.

En contraste, el menor rendimiento se registra en el tratamiento T12, caracterizado por la aplicación del agente de biocontrol *Bacillus subtilis* en una concentración de 2 ml/L, manifestando un rendimiento de 1,335.76 kg/ha. Adicionalmente, no se identifica una disparidad significativa en relación con el rendimiento del tratamiento control T16, el cual exhibe un valor de 1,376.26 kg/ha.

CONCLUSIONES

1. Se registró una menor incidencia de mildiu en la quinua blanca variedad Junín al aplicar metalaxil a una concentración de 1 gramo por litro, resultando en un porcentaje del 58.3%. De manera similar, en la variedad Pasankalla se alcanzó una reducción del 52% al utilizar el *Allium sativum* a 100 gramos por litro.
2. En la variedad blanca Junín se obtuvo la severidad de 22.5 % aplicando el *Allium sativum* a la dosis de 200 gr por litro. Con la misma dosis, en la variedad Pasankalla, se registró una severidad de 19.7 %
3. Se observó una significativa reducción del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) del mildiu en la quinua blanca Junin, disminuyendo a 1,480.5 al aplicar una dosis de 200 gramos por litro de *Allium sativum*.
4. En la variedad Pasankalla, el valor del Área Bajo la Curva del Progreso de la Enfermedad (ABCPE) fue de 1,539 al utilizar una concentración de 1.5 ml por litro de *Bacillus subtilis*.
5. El mayor rendimiento de Quinua Blanca Junín fue de 3,313.23 kg por hectárea, logrado después de la aplicación de *Trichoderma harzianum* en una dosis de 16 gramos por litro.
6. En el cultivo de quinua Pasankalla se registró el mayor rendimiento, alcanzando 3,155.16 kg por hectárea al utilizar *Allium sativum* en una concentración de 200 gramos por litro.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el extracto de *Allium sativum* a la concentración de 100 y 200 gramos por litro para disminuir la incidencia y severidad del mildiu en la quinua variedad blanca Junin y Pasankalla.
2. Para reducir la acumulación total de la infección por mildiu durante el período fenológico, se sugiere emplear *Allium sativum* en la cantidad de 200 gramos por litro para la variedad Blanca Junín, y aplicar *Bacillus subtilis* en una concentración de 1.5 ml por litro en el caso de la variedad Pasankalla.
3. Para lograr el máximo rendimiento en la variedad blanca Junín, se recomienda aplicar 16 gramos por litro de *T. harzianum*, mientras que para la variedad Pasankalla, se sugiere utilizar una concentración de 200 gramos por litro de *Allium sativum*.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ADEX. (2021). Panorama del sector agroindustrial: Quinoa. *Centro de Investigación de Economía y Estudios Globales*, 1(1), 3.
- Aguilar, R., More-Yarleque, M. M., Rafael-Rutte, R., & Maldonado, E. (2020). Inductores de defensa en el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el cultivo de quinua: Detección, epidemiología, síntomas, características y control. *Scientia Agropecuaria*, 11(4), 555-563. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.04.11>
- Almenara, M. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. 82.
- Alvarado, A. A., Pilaloe David, W., Torres Sánchez, S., & Torres Sánchez, K. (2018). Efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino. *Agronomía Costarricense*. <https://doi.org/10.15517/rac.v43i1.35672>
- Álvarez, P. I., García Velasco, R., Mora Herrera, M. E., González Díaz, J. G., & Salgado Siclán, M. L. (2013). Estado Actual de *Peronospora sparsa*, Causante del Mildiu Velloso en Rosa (*Rosa* sp.). *Revista mexicana de fitopatología*, 31(2), 113-125.
- Andrade, L. A. T., Orozco, M. S. S., Correa, C. R. B., & Davey, C. H. (2015). Efecto fungistático de extractos y aceites esenciales de *Lippia origanoides* HBK y *Thymus vulgaris* L. como alternativas de manejo de *Botrytis cinerea* en fresa. *Acta Agronómica*, 64(1), 93-99.
- Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., Medranda-Vera, F., Montoya-

- Bazán, J., Héctor-Ardisana, E., Torres-García, A., Fosado-Téllez, O., Peñarrieta-Bravo, S., Solórzano-Bravo, J., Jarre-Mendoza, V., Medranda-Vera, F., & Montoya-Bazán, J. (2020). Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*, 41(4).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362020000400002&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Astorga, Q. K., Meneses, M. K., Zúñiga, V. C., Brenes, M. J., & Rivera, M. W. (2014). Evaluación del antagonismo de *Trichoderma* sp. Y *Bacillus subtilis* contra tres patógenos del ajo. *Revista Tecnología en Marcha*, 27(2), 82.
<https://doi.org/10.18845/tm.v27i2.1929>
- Bettioli, W., Rivera, M., Mondino, P., Montealegre, J., & Colmenares Yelitzia. (2014). *Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina* (Vol. 1).
- Bettucci, L. (2013). Podredumbre en árboles en pie en plantaciones de *E. globulus* de la zona sur de Uruguay avances en la investigación y vías de control. *I*, 2(3), 6.
- Bojanic, A. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. 66.
- Campbell, C., Madden, L., & Kloepper, J. (1990). *A general equation for the quantification of disease severity*.
- Castellanos, M. M., Gómez, A. L. A., & Alcalá, H. (2019). Evaluation of a biofungicide based on *Bacillus subtilis* in the control of downy mildew

(*Peronospora variabilis*) in quinoa (*Chenopodium quinoa*) in Colombia. *International Journal of Agriculture and Biology*.

- Choi, Y.-J., Danielsen, S., Lübeck, M., Hong, S.-B., Delhey, R., & Shin, H.-D. (2010). Morphological and molecular characterization of the causal agent of downy mildew on Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Mycopathologia*, 169(5), 403-412. <https://doi.org/10.1007/s11046-010-9272-y>
- Chusho, G. M. A. (2023). *Sistemas de cultivo y su efecto en el comportamiento de variedades de quinua (Chenopodium quinoa Willd) de la región andina*. [Tesis de pregrado]. Universidad Agraria la Molina.
- Cordova, N. M. A., Davila, C. K. G., & Flores, C. A. K. (2019). *Evaluación del efecto fungicida del gel de aloe vera y la cola de caballo (Equisetum arvense) frente a hongos fitopatógenos causantes del crown rot del banano orgánico en el valle del Chira—Sullana* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2286/IAI-COR-DAV-FLO-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Danielsen, S., & Ames, T. (2008). *El mildiu de la quinua en la zona andina. Manual práctico para es estudio de las enfermedades y del patogeno*. 38.
- Dávila, L., & Hío, J. C. (2005). Evaluación de la actividad biocontroladora de *Arthrobotrys sp.* y *Paecilomyces sp.* Sobre *Meloidogyne javanica* in vitro y bajo condiciones de invernadero en crisantemo (*Drederanthema grandiflora* Anderson). *Agronomía Colombiana*, 23(1), 91-101.
- Díaz Chamaya, M. U., & Lara Abad, E. Y. (2021). Efecto antifúngico in vitro del zumo de *Allium sativum* L. (ajo) y *Allium cepa* (cebolla) sobre *Candida*

albicans. Repositorio Institucional - UMA.

<https://repositorio.uma.edu.pe/handle/20.500.12970/445>

Earl, A. M., Losick, R., & Kolter, R. (2008). Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends in Microbiology*, 16(6), 269-275.

<https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.03.004>

Earl, A. M., Losick, R., & Kolter, R. (2018). Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends in microbiology*, 16(6), 269.

<https://doi.org/10.1016/j.tim.2008.03.004>

Escalante, P. R., Gonzales, C. M. M., Nuñez, B. A., & Montes, B. R. (2018). Efectividad de un biofungicida en el control de mildiú vellosa en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.

FAO. (2011). *La quinua: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*. 66.

FAO. (2020). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020*.

Félix, A., & Javier, F. (2013). Desarrollo de estrategias de posicionamiento. Caso: Producto Quinoa. *Revista Perspectivas*, 32, 39-56.

Franco, V. J. A. (2018). Regímenes de riego en el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) bajo riego por goteo. *Universidad Nacional Agraria La Molina*.

<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3666>

Gädicke Robles, J., Ibarra Palma, P., & Osses Bustingorry, S. (2017). Evaluación de las percepciones medioambientales en estudiantes de enseñanza media

- de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 43(1), 107-121. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052017000100007>
- Gandarillas, A., Rojas, W., Bonifacio, A., & Ojeda, N. (2018). La quinua en Bolivia: Perspectivas de la Fundación PROIMPA. *Fundación PROIMPA*, 1(2), 110.
- Gómez, P. L., & Aguilar, C. E. (2016). *Guía del cultivo de la quinua*. <http://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Gonzales, A. J. C. (2018). *Diseño de una escala diagramática para evaluar la severidad del mildiu (Pseudoperonospora cubensis) en pepino en Morelos, México*. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1669/GOAJCN02T.pdf?sequence=1>
- Hernández del Valle, G., Hernández González, O., Guridi Izquierdo, F., & Arbelo Fortes, N. (2012). Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Cc-25-9. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(2), 86-90.
- Idrogo, H. R. (2022). *Evaluación de productos no convencionales para el control de mildiu (Peronospora variabilis) en quinua (Chenopodium quinoa Willd)* [Tesis de pregrado].
- INIA. (2012). *Quinua Pasankalla INIA 145*. https://www.inia.gob.pe/wp-content/uploads/investigacion/programa/sistProductivo/variedad/quinua/INIA_415.pdf

- Inia, I. N. de I. A.-. (2007). Los cultivos nativos en la comunidades del Perú: Proyecto Perú Conservación in situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*.
<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/727>
- Juárez, S. K. G., Díaz-Darcía, E. J., Méndez-López, M. D., Pina-Canseco, M. S., Pérez-Santiago, A. D., & Sánchez-Medina, M. A. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo in vitro de *Aspergillus arasiticus* y *Aspergillus niger*. *Polibotánica*, 0(46).
<https://doi.org/10.18387/polibotanica.47.8>
- Kitz, L. (2008). *Evaluation of downy mildew (Peronospora farinosa f. Sp. Chenopodii) resistance among quinoa genotypes and investigation of P. farinosa growth using scanning electron microscopy*. Brigham Young University.
- Ku, S. P. (2017). Perú como primer exportador de quinua a nivel mundial. *Quipukamayoc*, 25(47), 75. <https://doi.org/10.15381/quipu.v25i47.13805>
- Labrador, Y. (2011). *Evaluación de la capacidad biocontroladora in vitro e in vivo de Trichoderma crassum Bisset y Bacillus subtilis (Ehrenberg) Cohn sobre Phytophthora palmivora (Butler) Butler causante de la pudrición parsa de la mazorca de cacao (Theobroma cacao L.)* [Tesis de pregrado]. Universidad Central de Venezuela.
- Layton, C., Maldonado, E., Monroy, L., Msc, L. C. C. R., & Msc, L. C. S. L. (2011). *Bacillus spp.; perspectiva de su efecto biocontrolador mediante antibiosis en cultivos afectados por fitopatógenos*. *Nova*, 9(16), Article 16.
<https://doi.org/10.22490/24629448.501>

- Leon, T. B. (2016). Biocontrol del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con cepas de *Trichoderma* sp. Con capacidad endofítica. *Universidad Nacional del Altiplano*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6601>
- Martínez, L. C., Haedo, J. P., & Marrero, H. J. (2021). Do exotic plants depend on pollinators for reproduction? A case study in sierras de la Ventana (Argentina). *Ecologia Austral*, 31, 17-28. Scopus.
- Méndez, Ú. J. M. (2018). *Desarrollo al nivel de laboratorio de un bioplaguicida a base de Bacillus subtilis, para el control de hongos fitopatógenos en cultivos de interés agrícola*. <https://repositorio.unan.edu.ni/9098/1/98683.pdf>
- Mendoza, C. P. P. (2019). Influencia de cepas de *Trichoderma* endófito y microorganismos eficaces (EM) en la incidencia de “Kcona Kcona” (*Eurysacca* sp.) y rendimiento de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Universidad Nacional del Altiplano*. <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3225345>
- Miguel-Ferrer, L., Romero-Arenas, O., Andrade-Hoyos, P., Sánchez-Morales, P., Rivera-Tapia, J. A., Fernández-Pavía, S. P., Miguel-Ferrer, L., Romero-Arenas, O., Andrade-Hoyos, P., Sánchez-Morales, P., Rivera-Tapia, J. A., & Fernández-Pavía, S. P. (2021). Actividad antifúngica de *Trichoderma harzianum* y *T. koningiopsis* contra *Fusarium solani* asociado en la germinación y vigor de plántulas de chile Miahuateco. *Revista mexicana de fitopatología*, 39(2), 228-247. <https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2101-5>

- Mitani, S., Araki, S., Yamaguchi, T., Takii, Y., Ohshima, T., & Matsuo, N. (2001). Antifungal activity of the novel fungicide cyazofamid against *Phytophthora infestans* and other plant pathogenic fungi in vitro. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 70(2), 92-99. Scopus. <https://doi.org/10.1006/pest.2001.2541>
- MOC. (2021). *Gestión Participativa—Quinua*. <https://gestionparticipativa.pe.iica.int/Procesos/MOC/resumen/cultivo-priorizado/Quinua.aspx>
- Neira, O. M. (2017). *Aplicación de MEM (Microorganismos Eficientes de Montaña) y una fuente orgánica (compost) en el cultivo de quinua Chenopodium quinoa Var. INIA - Pasankalla en el distrito: Sondorillo de la provincia de Huancabamba 2017*. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2487/AGRO-NEI-OJE-2019.pdf?sequence=1>
- Niño, N. E., Espinosa B, L., Gil, R., Menza, G., & Jiménez, J. A. (2009). *Enfermedades de la espinaca (Spinacia oleracea L.) en Cota (Cundinamarca) y control del mildew veloso (Peronospora farinosa, Byford)*. <https://doi.org/10.17584/rcch.2009v3i2.1210>
- Ortiz, C. N. (2017). *Biofertilización con cepas de Trichoderma sp sobre el crecimiento y nutrición de quinua (Chenopodium quinoa Willd) var. Salcedo INIA en condiciones de invernadero*.
- Ospina, G., Royse, X. D., & Romaine, C. D. (2009). *Molecular Phylogenetic Analyses of Biological Control Strains of Trichoderma harzianum and Other Biotypes of Trichoderma spp. Associated with Mushroom Green*

Mold / *Phytopathology*®.

<https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PHYTO.1999.89.4.308>

Ovacen. (2018). *Factores bióticos; Tipos, relaciones, ejemplos y concepto biótico.*

<https://ecosistemas.ovacen.com/biocenosis/bioticos/>

Panter, S. N., & Jones, D. A. (2002). Age-related resistance to plant pathogens. En

Advances in Botanical Research (Vol. 38, pp. 251-280). Academic Press.

[https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(02\)38032-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(02)38032-7)

Pezo Dávila, D. (2015). *Características y efecto biocida de productos vegetales*

para el control de pseudoperonospora cubensis, en el cultivo de pepinillo

(cucumis sativus), en Lamas-San Martín.

Pomboza, P., León-Gordón, O. A., Villacís-Aldaz, L. A., Vega, J., & Aldáz-Jarrín,

J. C. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de Lactuca

sativa L. variedad Iceberg. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 4(2), 84-

92.

Pruksakorn, P., Arai, M., Liu, L., Moodley, P., Jacobs, W. R., & Kobayashi, M.

(2011). Action-mechanism of trichoderin A, an anti-dormant mycobacterial

aminolipopeptide from marine sponge-derived *Trichoderma* sp. *Biological*

& Pharmaceutical Bulletin, 34(8), 1287-1290.

<https://doi.org/10.1248/bpb.34.1287>

Raico, L. C. (2022). Evaluación de cinco fungicidas orgánicos para el control de

mildiu (*Peronospora* sp.) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca.

Universidad Nacional de Cajamarca.

<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5478>

- Ramirez, G. Z. L., & Junes, F. G. M. (2019). Evaluación de la actividad antagónica in vitro de cepas de trichoderma aislados de suelo agrícola frente a *Erysiphe necator* “oidio”. *Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica*.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2785859>
- Ramírez, M. H. A. (2020). *Severidad de Peronospora variabilis Gaum en cinco variedades de Chenopodium Quinoa Willd. En condiciones de La Molina*.
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4438>
- Ramírez-Concepción, H. R., Castro-Velasco, L. N., & Martínez-Santiago, E. (2016). *Efectos Terapéuticos del Ajo*.
- Reyes, S. E., Cano Ccoa, D. M., Reyes-Palomino, S. E., & Cano Ccoa, D. M. (2022). Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 24(1), 53-64.
<https://doi.org/10.18271/ria.2022.328>
- Ruiz-Sánchez, E., Mejía-Bautista, M. Á., Serrato-Díaz, A., Reyes-Ramírez, A., Estrada-Girón, Y., Valencia-Botín, A. J., Ruiz-Sánchez, E., Mejía-Bautista, M. Á., Serrato-Díaz, A., Reyes-Ramírez, A., Estrada-Girón, Y., & Valencia-Botín, A. J. (2016). Actividad antifúngica e identificación molecular de cepas nativas de *Bacillus subtilis*. *Agrociencia*, 50(2), 133-148.
- Seipasa. (2021). *Fungicida biológico de control frente a oídio y mildiu*.
https://www.seipasa.com/es_US/fungicida-oidio-fungisei-usa/
- SNIA. (2011). *Indicadores Ambientales*.
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores_2011/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html
- Solveig Danielsen, Tereza Ames. (2000). *El mildiu de la quinua en la zona andina*.

- Sonenshein, A. L., Hoch, J. A., Losick, R., & others. (2012). *Bacillus subtilis and its closest relatives: From genes to cells*.
- Tapia, M. (1979). *La quinua y la kañiwa: Cultivos andinos*. Bib. Orton IICA / CATIE.
- Testen, A. L. (2012). *Microbial approaches to support Andean quinoa production* [The Pennsylvania State University].
https://etda.libraries.psu.edu/files/final_submissions/8003
- Vaca, B. A. (2022). *Evaluación de bacillus subtilis cohn. Para el control de botrytis fabae s. En vicia faba l., Quiroga, Imbabura* [bachelorThesis].
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12616>
- Valderrama, V. L. L. (2020). *Análisis preliminar para el uso del modelo Aquacrop en tres variedades de Quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) en el Valle del Mantaro*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4573>
- Vasquez, B. A. (2000). Desarrollo endógeno y globalización. *Ecología Austral*, 1(1), 15.
- Velasco, R. G., Bahena, A. A., Arizmendi, G. D., Medel, S. A., Herrera, M. E. M., & González, B. C. (2021). *Efecto antagónico de cepas nativas de Trichoderma spp. Contra el hongo fitopatígeno Rosellinia necatrix en México*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4605221>
- Vilain, S., Luo, Y., Hildreth, M. B., & Brözel, V. S. (2016). Analysis of the life cycle of the soil saprophyte *Bacillus cereus* in liquid soil extract and in soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(7), 4970-4977.
<https://doi.org/10.1128/AEM.03076-05>

- Yedidia, I., Srivastva, A. K., Kapulnik, Y., & Chet, I. (2015). Effect of *Trichoderma harzianum* on microelement concentrations and increased growth of cucumber plants. *Plant and Soil*, 235(2), 235-242.
<https://doi.org/10.1023/A:1011990013955>
- Zeng, X.-Y., Yuan, X.-X., Peng, K.-Q., Pan, Y.-T., Tan, T.-J., Wu, N., & Tian, F.-H. (2022). Taxonomy and control of *Trichoderma hymenopellicola* sp. Nov. Responsible for the first green mold disease on *Hymenopellis raphanipes*. *Frontiers in Microbiology*, 13, 991987.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.991987>
- Zhang, Y., Zhang, J., Liu, C., & Wang, J. (2020). Efficacy of *Bacillus spp.* In controlling downy mildew of quinoa and their promotion of plant growth. *Biocontrol Science and Technology*.

ANEXOS

Anexo 1

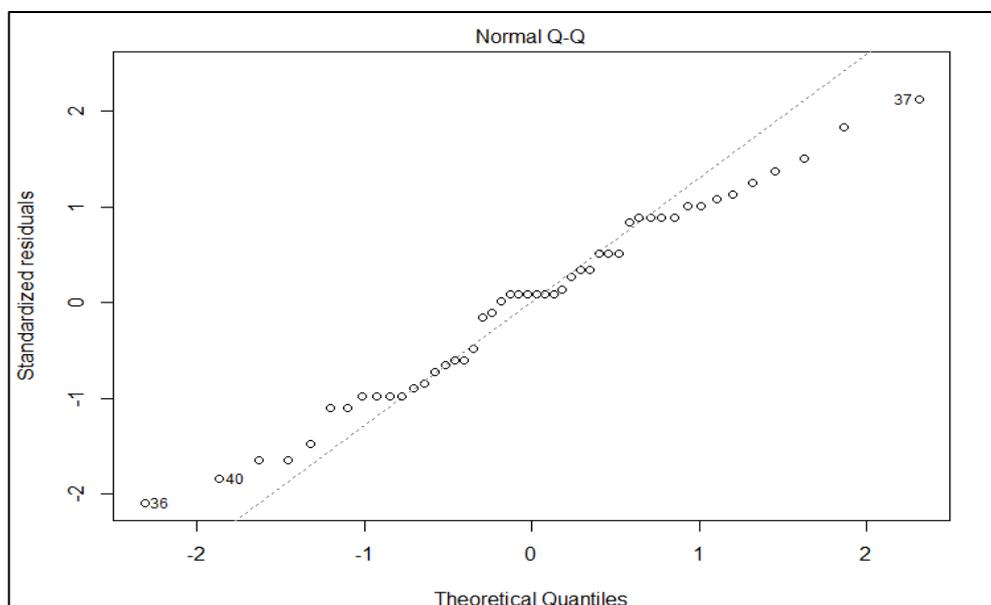
Análisis de varianza (ANVA) de la incidencia en P. variabilis en la quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.

Fuente de varianza	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	2.4	1.19		
Variedad (V)	1	280.3	280.33	123.45	0.008003 **
Error (a)	2	4.5	2.27		
Biocontrol (B)	7	4398.9	628.42	213.496	< 2.2e-16 ***
Variedad x Biocontrol	7	350.7	50.1	17.019	1.48e-08 ***
Error (b)	28	82.4	2.94		
Total	47	5119.2			

Nota. C.V. = 21 %

Anexo 2

Normalidad y dispersión de la incidencia de P. variabilis en la quinua blanca Junin y Pasankalla.

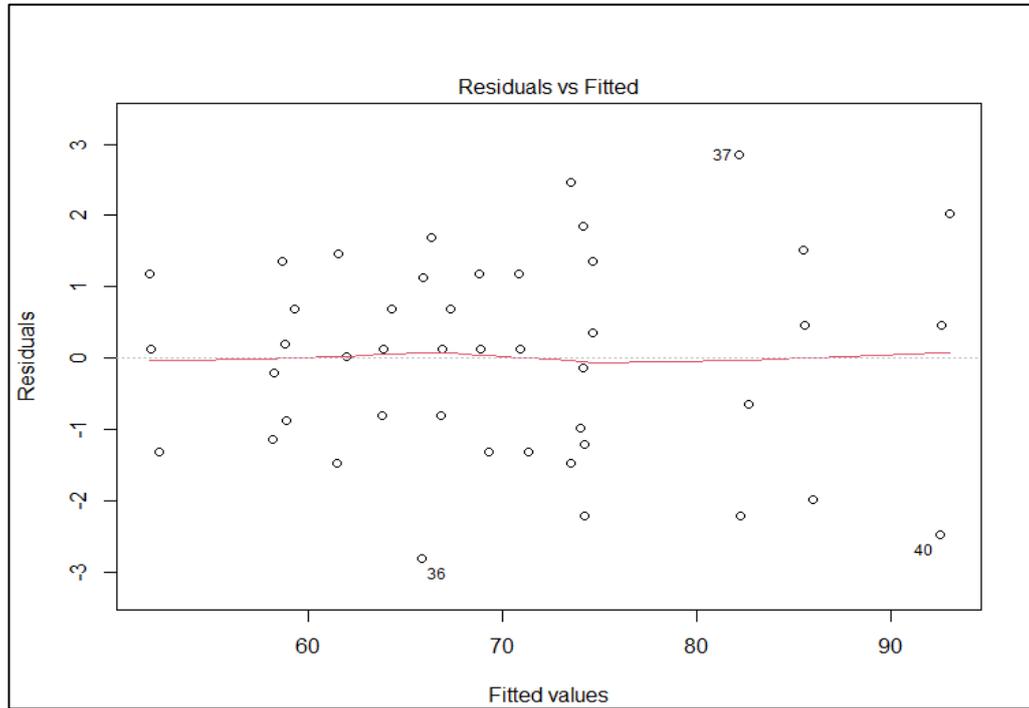


Nota. Distribución normal y dispersión de incidencia (2023).

Anexo 3

Normalidad de residuales de la incidencia de P. variabilis en la quinua Blanca

Junín y Pasankalla.



Nota. Distribución normal y dispersión de incidencia (2023)

Anexo 4

Prueba Tukey para la comparación de medias de incidencia de P. variabilis en la quinua Blanca Junín y Pasankalla.

Tratamiento	Media	Agrupamiento
T8	2.667	A
T16	85.667	B
T3	82.333	B
T6	74.333	C
T14	74.333	C
T5	73.667	C D
T11	71	C D E
T13	71	C D E
T4	69	D E F
T12	67	E F
T2	66	E F G
T1	64	F G H
T15	61.667	G H I
T9	59	H I
T7	58.333	I
T10	52	J

Nota. Media de incidencia.

Anexo 5

*Análisis de varianza (ANVA) de la severidad en *P. variabilis* en las variedades*

Blanca Junín y Pasankalla

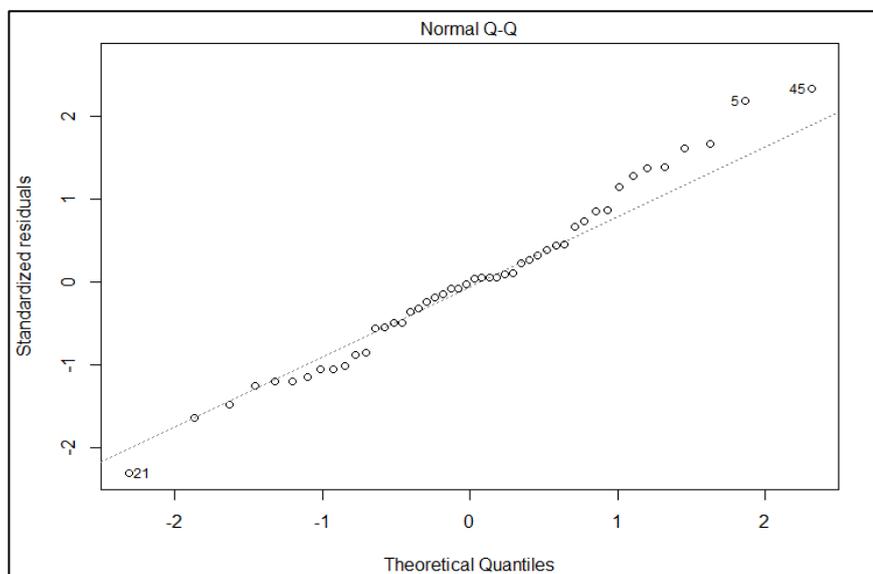
Fuente de varianza	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	1.9	0.97		
Variedad (V)	1	136.0	136.01	2436.06	0.0004102 ***
Error (a)	2	0.1	0.06		
Biocontrol					
(B)	7	7703.8	1100.54	1995.37	< 2.2e-16 ***
Variedad x					
Biocontrol	7	2079.6	297.09	538.64	< 2.2e-16 ***
Error (b)	28	15.4	0.55		
Total	47				

Nota. C.V. = 19 %

Anexo 6

*Normalidad y dispersión de la severidad de *P. variabilis* en la quinua blanca*

Junín y Pasankalla

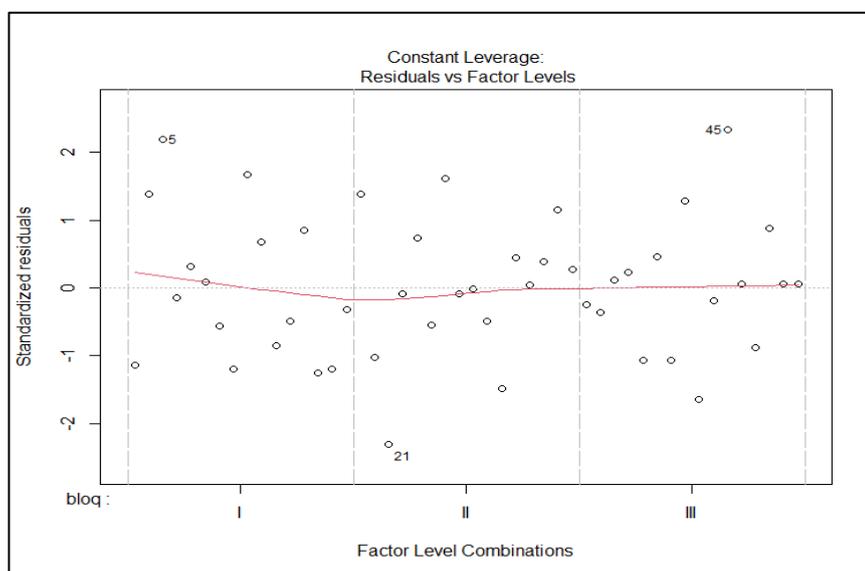


Nota. Distribución normal y dispersión de incidencia (2023).

Anexo 7

*Dispersión de los residuales de la severidad de *P. variabilis* en la quinua Blanca*

Junín y Pasankalla



Nota. Dispersión de residuales (2023).

Anexo 8

Prueba Tukey para la comparación de medias de severidad de P. variabilis en la quinua Blanca Junín y Pasankalla.

Tratamiento	Media	Agrupamiento
T8	64.07	A
T16	60.47	B
T1	51.43	C
T6	50.43	C
T14	49.7	C
T11	46.37	D
T5	46.1	D
T13	45.3	D
T4	42.17	E
T12	30.57	F
T7	25	G
T3	23.43	G H
T9	23.33	G H
T15	22.77	H
T2	22.5	H
T10	19.7	I

Nota. Media de severidad.

Anexo 9

Análisis de varianza (ANVA) del área bajo la curva (ABCPE) de P. variabilis en el cultivo de quinua variedad blanca Junín y Pasankalla

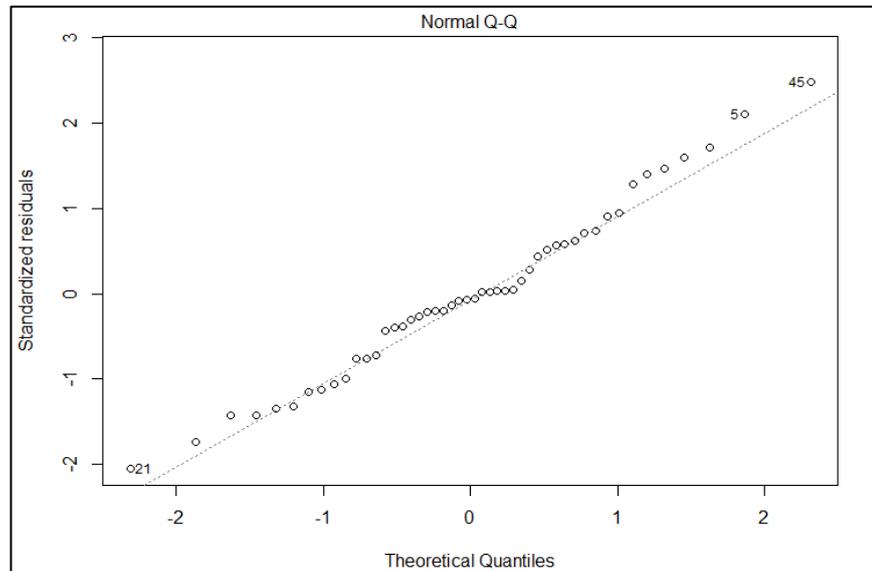
Fuente de varianza	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	7782	3891		
Variedad					
(V)	1	413016	413016	803.27	0.001243 **
Error (a)	2	1028	514		
Biocontrol					
(B)	7	29546356	4220908	1958.39	< 2.2e-16 ***
Variedad x					
Biocontrol	7	7875361	1125052	522.00	< 2.2e-16 ***
Error (b)	28	60348	2155		
Total	47				

Nota. C.V. = 19 %

Anexo 10

*Normalidad y dispersión del ABCPE de *P. variabilis* en la quinua blanca Junín y*

Pasankalla

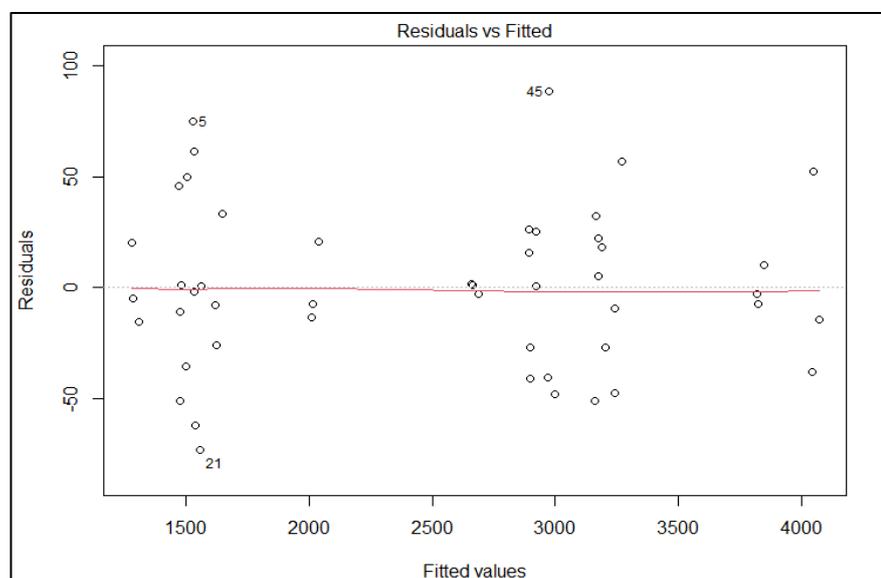


Nota. Distribución normal y dispersión de incidencia (2023).

Anexo 11

*Dispersión del área bajo la curva (ABCPE) de *Peronospora variabilis* en la*

quinua Blanca Junín y Pasankalla



Nota. Dispersión de residuales (2023).

Anexo 12

Prueba Tukey para la comparación de medias del área bajo la curva (ABCPE) de P. variabilis.

Tratamiento	Media	Agrupamiento	
T8	4053	A	
T16	3829	B	
T1	3250.33	C	
T6	3183.83	C	
T14	3173.33	C	
T11	2980.83	D	
T5	2903.83	D	
T13	2903.83	D	
T4	2669.33	E	
T12	2019.5	F	
T7	1628.67	G	
T9	1542.33	G	H
T3	1539	G	H
T15	1486.33		H
T2	1480.5		H
T10	1289.17		I

Nota. Medias del ABCPE

Anexo 13

Análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y

Pasankalla.

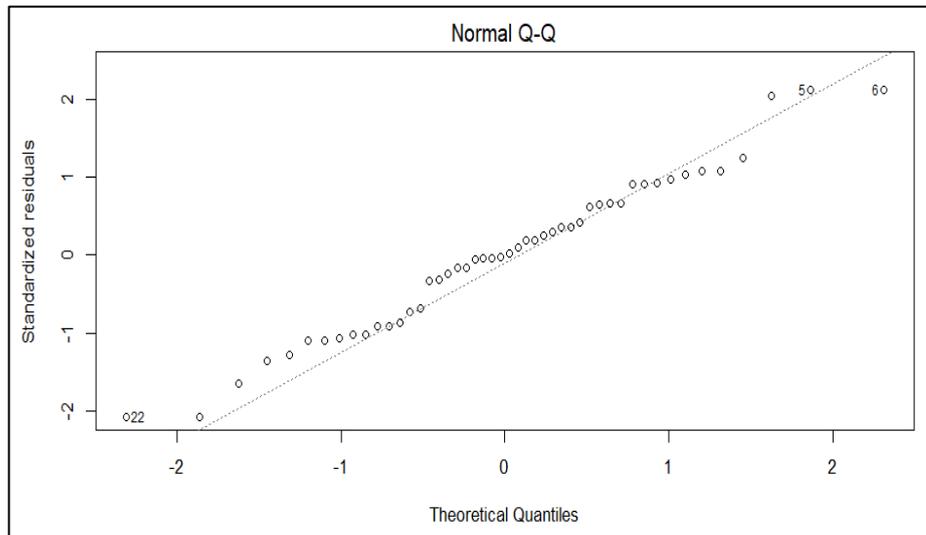
Fuente de varianza	GL	SC	CM	F	p-valor
Bloques	2	4469	2235		
Variedad (V)	1	23655434	23655434	0.0007744	
Error (a)	2	36679	18340		
Biocontrol (B)	7	2633911	376273	115.885	<2.2e-16 **
Variedad x Biocontrol	7	602466	86067	26.507	9.469e-11***
Error (b)	28	90915	3247		
Total	47				

Nota. C.V. = 6 %

Anexo 14

Normalidad y dispersión del rendimiento de P. variabilis en la quinua blanca

Junín y Pasankalla.

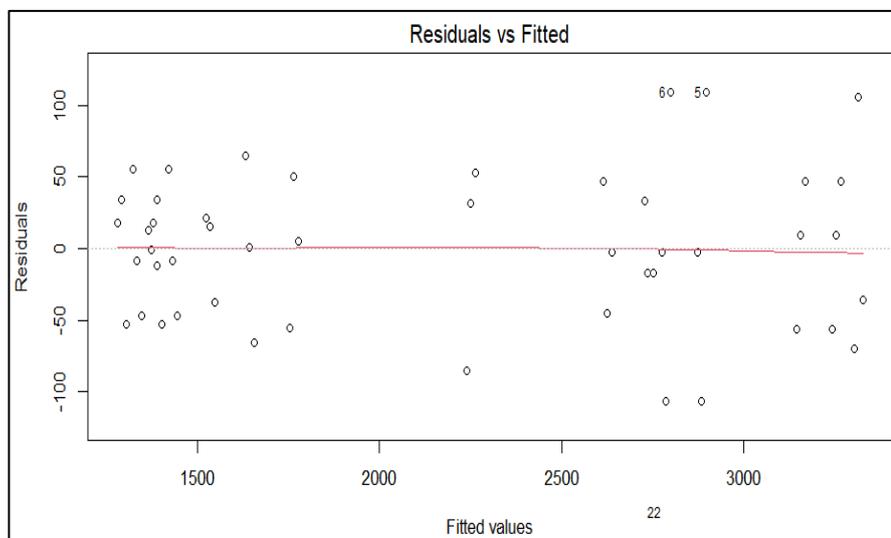


Nota. Distribución normal y dispersión de rendimiento (2023).

Anexo 15

Dispersión de los residuales del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y

Pasankalla.



Nota. Dispersión de residuales (2023).

Anexo 16

Prueba Tukey para la comparación de medias del rendimiento de quinua variedad Blanca Junín y Pasankalla.

Tratamiento	Media	Agrupamiento			
T6	3313.233	A			
T5	3252.967	A			
T10	3155.167	A			
T3	2884.133	B			
T4	2786.433	B	C		
T1	2737.767	B	C		
T2	2625.933	C			
T8	2251.4	D			
T14	1766.2	E			
T13	1643.567	E F			
T15	1535.3	F G			
T11	1433.567	G H			
T9	1390.933	G H			
T16	1376.267	G H			
T12	1335.767	H			
T7	1293.233	H			

Nota. Medias del rendimiento (2023)

Anexo 17*Características del campo experimental***a. De los bloques**

Largo del bloque	: 30.9 m
Ancho del bloque	: 22.4 m
Área del bloque	: 692.16 m ²
Número de bloques	: 3.00

b. De las parcelas

Largo de la parcela	: 10.00 m
Ancho de la parcela	: 30.9 m
Área de la parcela	: 309 m ²
Número de parcelas/bloque	: 2.00

c. De las sub parcelas

Largo de la sub parcela	: 10.00 m
Ancho de la sub parcela	: 3 m
Área de la sub parcela	: 30 m ²
Número de sub parcela/bloque	: 8
Número de surcos por sub parcela	: 4.00

d. Del campo experimental

Largo efectivo	: 64.40 m
Ancho efectivo	: 26.4 m
Área total del experimento	: 1702.8 m ²

Anexo 18

Ficha Técnica de Fungisei (*Bacillus subtilis*)




AGENTE DE CONTROL BIOLÓGICO MICROBIANO

Reg. PBA - ACBM N° 006-SENASA

I. DATOS DE LA EMPRESA
Empresa Comercializadora: MONTANA S.A.
Fabricado por: SEIPASA, S.A.
Para: MONTANA S.A.
Titular de Registro: AGRILAB PERU SRL Jirón Sáenz Peña 344
Dpto. 105 Lima, PERÚ
Número de Registro: N° 006-SENASA-PBA-ACBM

II. IDENTIDAD
Composición: *Bacillus subtilis* (Cepa IAB/BS03)
Concentración: 1x10¹⁰ UFC/ml
Formulación: SL, Concentrado soluble
Clase de Uso: Fungicida Agrícola

III. PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS
III.A DEL INGREDIENTE ACTIVO
•Humectabilidad: No aplica.
•Persistencia a espuma: No aplica.
•Suspensibilidad: No aplica.
•Análisis granulométrico en húmedo: 98% mínimo.
•Análisis granulométrico en seco: No aplica.
•Estabilidad de la emulsión: No aplica.
•Corrosividad: No aplica
•Incompatibilidad con otros productos: Es compatible con la mayoría de los productos fitosanitarios.

III.B DEL FORMULADO
•Densidad Relativa: 1.28 ±0.05 g/ml
•Estado Físico: Líquido soluble
•Color: Marrón terroso.
•pH: 6 - 7
•Olor: Característico
•Inflamabilidad: No inflamable.
•Explosividad: No explosivo.
•Corrosividad: No corrosivo.

IV. PROPIEDADES BIOLÓGICAS
Modo de Acción
Fungisei es un biofungicida que actúa por contacto previniendo y controlando enfermedades fúngicas de las plantas.
Mecanismo de Acción
Fungisei produce un grupo de lipopéptidos de amplio espectro y elevada actividad que controlan el daño producido por hongos. Su modo de acción se basa en la interrupción de la pared celular provocando una ruptura de la membrana celular de los patógenos. Así mismo evita la germinación de las esporas previniendo la instalación del patógeno y destruye el tubo germinativo. Fungisei tiene un efecto como inductor de defensas creando una resistencia sistémica de la planta a la enfermedad (RSI), promoviendo los mecanismos de defensa natural de la planta durante prolongados

V. TOXICIDAD
Toxicidad: Ligeramente peligroso
•DL50oral aguda (ratas): >2000 mg/kg de peso corporal.
•DL50dermal aguda (ratas): >2000 mg/kg de peso corporal.
•CL50 (4 horas) inhalatoria (ratas): >2.43 mg/L de aire
•Irritación dermal (conejos): No irrita.
•Irritación ocular (conejos): No irrita.
•Sensibilización cutánea (conejos de india): No sensibilizante.

VI. ECOTOXICIDAD E IMPACTO AMBIENTAL DEL INGREDIENTE ACTIVO
•Toxicidad en Aves
Coturnix japonica, DL50: > 5000 mg i.a. por kg de peso corporal por día.
•Toxicidad en organismos acuáticos
Cyprinus carpio, CL50 (96 horas): > 100 mg i.a./L

• En abejas la toxicidad del producto formulado DL50 (Toxicidad Aguda Oral) no es posible de calcular, debido a la baja mortalidad durante los ensayos.
DL50(Toxicidad Aguda por contacto): no es posible de calcular, debido a la baja mortalidad durante los ensayos.

Comportamiento en suelo, agua y aire
Bacillus subtilis cepa IAB/BS03 es un microorganismo cosmopolita, ampliamente distribuido por ecosistemas a lo largo del planeta. Puede encontrarse en diversos medios, incluyendo prácticamente la totalidad de los medios agrarios. Por lo tanto, el comportamiento del microorganismo *Bacillus subtilis* cepa IAB/BS03 en el suelo, agua y aire no presenta ningún riesgo, ya que es análogo al mismo microorganismo cuyo origen no es debido a la aplicación del producto y se encuentra en forma natural y en mayor cantidad en el medio.

VII. RECOMENDACIONES DE USO

CULTIVO	PLAGA		DOSIS (L/200L)	PC (días)	LMR (ppm)
	Nombre Común	Nombre Científico			
Pimiento	Oídio	<i>Leveillula taurica</i>	0.4 - 0.6	N.A.	N.A.
Vid	Oídio	<i>Erysiphe necator</i>	0.4 - 0.6	N.A.	N.A.
Arándano	Podredumbre gris/Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>	0.4 - 0.6	N.A.	N.A.
Pató	Muerte regresiva	<i>Lesliopsis nectans</i>	0.6 - 0.8	N.A.	N.A.

PC: Período de Carenza / LMR: Límite Máximo de Residuo / N.A.: No aplica

VIII. CONDICIONES DE APLICACIÓN
Aplicar de manera preventiva o al observar los primeros síntomas de la enfermedad.
Se recomienda un máximo de 5 aplicaciones alternadas por campaña con un intervalo entre aplicaciones de 7 a 10 días. Se recomienda rotar con fungicidas de diferente mecanismo de acción para evitar el desarrollo de resistencia.



Av. Javier Prado Este 6210 Oficina 401 La Molina, Lima - Perú
Telf: (511) 419-3000 / e-mail: info@corpmontana.com
www.corpmontana.com

Se recomienda acidificar el medio ligeramente (pH 6) antes de la disolución del producto en el tanque de la aplicación.

II. COMPATIBILIDAD

Fungisei es compatible con la mayoría de productos fitosanitarios de uso común. Antes de realizar una mezcla, se recomienda previamente realizar pruebas de compatibilidad.

III. REINGRESO A UN ÁREA TRATADA

No ingresar a las áreas tratadas sin ropa de protección adecuada, durante las primeras 4 horas después de la aplicación.

IV. FITOTOXICIDAD

No es fitotóxico usado a las dosis y en los cultivos recomendados en la etiqueta del producto.



Av. Javier Prado Este 6210 Oficina 401 La Molina. Lima - Perú
Telf: (511) 419-3000 / e-mail: info@corpmontana.com
www.corpmontana.com

Anexo 19

Ficha Técnica de Trichosen (*Trichoderma harzianum*)**SUBDIRECCION DE CONTROL BIOLÓGICO****HONGOS ANTAGONISTAS****Características Generales**

Los hongos antagonistas son microorganismos vivos que viven a expensas de otros hongos que producen enfermedades en las plantas, materia orgánica y nutrientes secretadas por las raíces, estos hongos antagonistas requieren de abundante materia orgánica en el suelo en donde se aplica así como un pH adecuado. Son inocuos para el hombre, animales y plantas.

Mecanismos de acción

Los hongos antagonistas actúan por medio de competencia por sustrato, producción de sustancias fungotóxicas, inducción de resistencia y micoparasitismo.

Micoparasitismo, los hongos antagonistas son capaces de parasitar micelios de hongos, envuelve al hongo patógeno y penetra en sus células causándole alteración de la pared celular, como degradación, retracción de la membrana plasmática, desorganización del citoplasma, inhibición de la germinación de esporas y elongación del tubo germinativo.

Inducción a resistencia, al instalarse en las raíces y hojas induce a la planta a producir fitoalexinas que le confieren resistencia a la planta contra el ataque de hongos patógenos.

Competencia, por sustrato, espacio y nutrientes con los fitopatógenos. Los antagonistas utilizan más eficientemente los recursos esenciales, dejando a los fitopatógenos menos capaces para desarrollar e infectar a la planta hospedera.

Antibiosis, producen gran cantidad de antibióticos que son fungotóxicos, inhibiendo el desarrollo o destruyendo la viabilidad del micelio o estructuras del fitopatógeno.

Simbiótico, Ayuda a la proliferación de micorrizas y bacterias fijadoras de nitrógeno, con lo que la planta requiere menos cantidad de nutrientes químicos

Presentación del producto

Conidias de hongos antagonistas desarrolladas en bolsa de 800 g

- * Concentración de conidias: 1 a + x10¹² conidias/bolsa
- * Porcentaje de germinación: 100% a las 14 horas
- * Porcentaje de pureza: 100%

UAC (Última Aplicación antes de la Cosecha): N/A

LRM (Límite Máximo de Residuos en ppm): N/A

PRCDA (Período Reingreso al Cultivo Después de la Aplicación): Mismo día

Hongos antagonistas producidos en el Laboratorio de la SCB

ESPECIE	ENFERMEDAD QUE CONTROLA
<i>Trichoderma viride</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> ; <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Phytophthora cinnamomi</i> , <i>Phytophthora</i> spp. <i>Armillaria mellea</i> , <i>Phytium</i> spp., <i>Cladosporium fulvum</i> , <i>oidium</i> , <i>Fusarium</i> spp.
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i> ; <i>Phytophthora</i> spp., <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Armillaria mellea</i> , <i>Phytium</i> spp. <i>Botrytis cinerea</i> y otros
<i>Trichoderma virens</i>	<i>Rhizoctonia</i> , <i>Phytium</i> , <i>Fusarium solani</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Sclerotinia</i> , <i>sclerotium</i> , <i>Cercospora</i>
<i>Trichoderma martiale</i>	<i>Oidiopsis taurica</i> , <i>Phytophthora palmivora</i> (previa consulta)

RECOMENDACIONES PARA EL ALMACENAMIENTO DE HONGOS ANTAGONISTAS

Los hongos antagonistas por ser microorganismos vivos requieren de condiciones de almacenamiento óptimo. Al recibirlos, trasladarlos inmediatamente al lugar en donde permanecerán hasta su uso, debiendo ser retirados de las cajas y colocados en anaqueles en forma individual, **no apiñada**, este lugar debe estar libre de polvo, debiendo realizar la limpieza del piso con un trapeador con lejía sin barrer para evitar levantar el polvo, y los anaqueles deben limpiarse con alcohol comercial.

Si las condiciones de almacenamiento no son los adecuados, pueden producirse contaminaciones con hongos como *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, que por ser de coloración verdosa pueden confundirse con el hongo antagonista. Las temperaturas altas, de más de 30 °C, matan las conidias del hongo, bajando su rendimiento, y por lo tanto no son eficientes al momento de su aplicación.

Por lo tanto el producto debe ser conservado a medio ambiente en un lugar limpio, fresco y sombreado. Pudiendo permanecer hasta por un mes a 20 – 25 °C y hasta por tres meses a 16 °C después de recibidos.

RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DE HONGOS ANTAGONISTAS

- Los hongos antagonistas se emplean como preventivos, para proteger a los cultivos antes de que la enfermedad se desarrolle. Se utilizan en aspersión y como cobertura de semillas antes de ser sembradas, al momento del transplante y en el agua de riego, especialmente si este es por goteo ya que así protegerá a las raíces y cuello de la planta del ataque de los hongos de suelo, en aplicaciones foliares cuando se detectan los primeros síntomas de infección por hongos fitopatógenos.
- La programación de aplicación de los hongos antagonistas no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas, azufrados, etc.
- En el empleo de los hongos antagonistas, se debe tener en cuenta la materia orgánica existente en el suelo ya que esta ayudará al desarrollo de los hongos antagonistas ejerciendo un mejor control de la enfermedad.
- Utilizar agua potable, de río o de pozo (las aguas turbias, de río o de pozo, se deben dejar reposar por lo menos 30 minutos antes de utilizarla). La dureza y la acidez del agua son factores importantes para el buen funcionamiento de los hongos antagonistas; la dureza debe ser menor a 130 ppm (carbonatos) y el pH menor de 6,5. El empleo de ablandadores de agua disminuyen la dureza, bajando también el pH. Las aguas duras inhiben la germinación de las conidias.
- La aplicación de los hongos antagonistas debe hacerse, preferentemente, por la tarde, cuando la radiación solar no es muy fuerte.
- El éxito de la aplicación y el control con hongos antagonistas depende también de la elección de los equipos de aspersión. Se utilizan equipos (mochilas) convencionales, utilizando boquilla cónica de gotas finas, de tal manera que se obtenga una aplicación uniforme mojando bien la planta. Los equipos deberán ser nuevos o limpios, libres de residuos químicos, los cuales inhiben la viabilidad de las conidias. Tener especial cuidado en la limpieza del equipo cuando anteriormente se ha utilizado para la aplicación de fungicidas.

PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DE HONGOS ANTAGONISTAS

Aplicaciones foliares:

DOSIS: 2 – 4 bolsas por 200 litros de agua.

1. Preparar el agua para aplicar el hongo antagonista. Medir la dureza y acidez del agua, si los valores sobrepasan a 130 ppm y pH 7 respectivamente utilizar ablandadores para disminuir la dureza y por consiguiente el pH. Si se emplea agua cuya dureza es menor a 130 ppm, entonces, usar un corrector de acidez.
2. Colocar 100 ml de aceite de aceite agrícola vegetal, en cada una de las bolsas y agregar 1 litro de agua preparada. Frotar con la mano para desprender las esporas de arroz.
3. Verter el agua en un recipiente (balde) con la ayuda de un colador. Nuevamente colocar medio litro de agua en la bolsa y verter.
4. Una vez más agregar medio litro de agua en la bolsa y verter. Repetir este proceso hasta separar por completo las esporas de arroz. Aproximadamente con 2.5 litros de agua, se logra separar las esporas del arroz. A esta solución podemos llamarle caldo de antagonistas para fines prácticos.
5. Colocar los 2.5 litros de caldo de antagonista en una botella o balde y dejarlo a temperatura ambiente, en un lugar sombreado por un periodo de 6 horas como mínimo.
6. Repetir ítem 2 hasta ítem 7 para cada una de las bolsas. Agitar la mezcla y verterla en el cilindro.
7. Llenar el equipo de aspersión y seguir agitando cada vez que se repita esta acción.
8. Dirigir la aspersión mojando bien la planta.
9. El arroz que queda después del lavado, echarlo debajo de las plantas, debido a que aún conservan esporas adheridas, servirán para eliminar enfermedades radiculares.
10. En casos de no contar con cilindros de 200 litros se sugiere las siguientes unidades por mochilas:
 - * En Mochilas de 15 litros, primero agregar 375 mililitros del caldo preparado y completar con agua los 15 litros.
 - * En Mochilas de 20 litros, primero agregar 500 mililitros del caldo preparado y complementar con agua los 20 litros.

Aplicación al cuello de planta:

1. En vivero, preparar el hongo igual que para aplicaciones foliares y aplicar al cuello de planta mojando bien.
2. En campo definitivo aplicar a través del riego por goteo o con mochila a la altura de la copa de la planta, que es donde se encuentran las raíces. Para un mejor aprovechamiento del hongo antagonista, aplicar junto con materia orgánica, el hongo colonizará la materia orgánica dándole mayor persistencia en campo.

Tratamiento de plántulas:

Dosis : 1 bolsa en 40 litros de agua

1. Vaciar el contenido de la bolsa en un balde, agregar 40 litros de agua
2. Agregar 40 ml de adherente o aceite agrícola vegetal
3. Obtenido el preparado, lavar el arroz para soltar las conidias de *Trichoderma*
4. Sumergir las plántulas antes del trasplante (agitar la solución constantemente)

Tratamiento de semillas:

Dosis : 1 bolsa por 50 k de semilla

1. Humedecer la semilla (la semilla debe estar húmeda para que el hongo pueda impregnarse)
2. Poner la semilla en un recipiente y agregar el hongo moviendo bien para impregnarla
3. Dejar orear
4. Sembrar

Propagación de plantas en vivero

Dosis: 4 bolsas por 200 litros de agua

1. Aplicar el producto utilizando una bomba de aspersión, mojando bien el sustrato en donde se encuentra la semilla (charola, bolsa, cama).
2. Repetir la aplicación antes de llevarlos al campo definitivo o al trasplante.
3. Para mejores resultados se recomienda el uso de un enraizador

Para siembra en almaciguera:

Dosis: 1 bolsa en 1 metro cúbico de materia orgánica

1. Distribuir el contenido de la bolsa en la materia orgánica previamente humedecida
2. Mover para distribuir el hongo
3. Dejar 3 a 5 días
4. Distribuir la materia orgánica tratada en las camas y sembrar.

PRECAUCIONES

Los hongos antagonistas no son tóxicos para los seres humanos, animales o plantas, pero algunos son muy polvorientos por lo que podrían causar alergias a personas muy sensibles. Para su preparación y aplicación se deben tener ciertas precauciones:

- Preparar la solución bajo sombra, nunca a pleno sol.
- Para realizar el lavado del arroz, usar guantes y mascarilla y anteojos si se dispone
- Para las aplicaciones, es recomendable usar mascarilla, guantes, usar sombrero y anteojos para protegerse los ojos.
- Evitar todo contacto innecesario con el producto, no ingerirlo ni inhalarlo.
- No fumar o comer durante su manipuleo.
- Lavarse y cambiar de ropa después del trabajo.

VENTAJAS

- No contamina fuentes de agua ni el medio ambiente
- No es tóxico en humanos, animales y plantas
- No hay riesgo de intoxicación de los aplicadores
- Reduce los costos de producción por la no utilización de fungicidas químicos
- Al establecerse en el campo constituye un reservorio benéfico de inóculo
- Puede usarse en la agricultura convencional y orgánica
- Puede aplicarse con insecticidas, fertilizantes foliares, bactericidas, algunos fungicidas que son compatibles

Anexo 20

Ficha Técnica de Metalaxil (Fitoklin)



FICHA TECNICA DE FITOKLIN

1. GENERALIDADES

a) Nombre comercial	:	FITOKLIN	
b) Ingrediente activo	:	Metalaxil	
c) Clase	:	Fungicida Agrícola	
d) Grupo	:	Fenilamidas (acilalanina)	
e) Formulación	:	Polvo Mojable	
f) Composición química	:	Metalaxyl	350 g/kg
		Ingredientes inertes	650 g/kg

2. PROPIEDADES FISICO - QUIMICAS

a) Aspecto	:	Polvo fino homogéneo
b) Color	:	Rojo grosella
c) Estabilidad en almacén	:	Estable por 2 años a temperatura ambiente, cuando el producto se mantiene en su envase original herméticamente cerrado. Se recomienda almacenarlo en ambientes secos y ventilados con temperaturas no mayores a 30°C.
e) Corrosividad	:	No corrosivo
f) Inflamabilidad	:	No inflamable
g) Compatibilidad	:	el producto es compatible con la mayoría de plaguicidas de uso común en el país, excepto con aquellos de marcada reacción alcalina.

3. TOXICOLOGIA

a) DL50 oral aguda	:	> 1000 mg/kg
DL50 dermal	:	> 2000 mg/kg
b) Categoría toxicológica	:	III – Ligeramente peligroso
c) Antídotos en caso de Intoxicaciones	:	En caso de ingestión accidental, provocar el vomito y pedir atención medica. No tiene antídoto específico, tratar al paciente sintomáticamente.
d) Precauciones para su uso	:	Usar máscara, guantes y ropa protectora durante su manipuleo y aplicación. No comer, beber ni fumar

Tecnología Química y Comercio S.A.
Calle René Descartes N° 311, Urb. Sta. Raquel, 2da. Etapa Ate. Lima-Perú.
Telf.: 51(1) 612-6565 / Fax:348-0640
www.tqc.com.pe





durante su preparación y aplicación. Después de su aplicación bañarse con abundante agua y jabón. Cambiarse de ropa. Almacenar en lugar seco, seguro y ventilado. Mantenerlo en su envase original. No almacenar junto con alimentos ni medicinas.

- 4. MODO DE ACCION** : Fungicida sistémico de acción curativa y preventiva
- 5. MECANISMO DE ACCION** : Interfiere con la síntesis de proteínas mediante la inhibición de la biosíntesis del RNA ribosomal.
- 6. FITOTOXICIDAD** : No causa Fitotoxicidad a las dosis recomendadas.
- 7. MODO DE APLICACIÓN** : En pulverización o por sistema de riego, disuelto en suficiente cantidad de agua para lograr una adecuada distribución del preparado sobre el área de aplicación (Realizar una premezcla en un recipiente aparte)
- 8. MOMENTOS DE APLICACIÓN:**
- APLICACIONES PREVENTIVAS:**
Iniciar las aplicaciones cuando existan condiciones favorables para el desarrollo del hongo. En zonas endémicas empezar los tratamientos cuando las plantas tengan suficiente follaje.
- APLICACIONES CURATIVAS:**
Iniciar las aplicaciones cuando se noten las primeras manchas o ataques del hongo en hojas procurando mojar completamente las plantas. Repetir cada 10 a 15 días si las condiciones de ataque y la incidencia persistieran.



9. USOS Y DOSIS

CULTIVO	ENFERMEDAD		Dosis g/cil	P.C. (Dias)	L.M.R (ppm)
	Nombre científico	Nombre común			
Papa tomate	<i>Phytophthora infestans</i>	"Hielo" o "Rancha"	150-250	10	0.05 0.5
Aji, rocoto y pimiento	<i>Phytophthora infestans</i>	"Hielo"	150-250	10	10 1
Zapallo, zapallito, sandía, melón pepino	<i>Pseudoperonospora cubensis</i>	"Mildiu"	200	10	1 0.2 0.5
Ajo, cebolla y cebollín	<i>Peronospora destructor</i>	"Mildiu"	200	10	2
Lechuga	<i>Bremia lactuca</i>	"Mildiu"	200	10	2
Vid	<i>Plasmopara viticola</i>	"Mildiu"	200	28	1
Col, brócoli, coliflor	<i>Peronospora parasitica</i>	"Mildiu"	200	28	0.5
Palto	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	"Podrición radicular"	200-250	7	0.2
Mandarino	<i>Phytophthora parasitica</i>	"Gomosis del cuello"	200-250	30	5
Páprika	<i>Phytophthora capsici</i>	"Podrición radicular"	200-250	7	1
Quinoa	<i>Peronospora farinosa</i>	"Mildiu"	200-250	ND*	0.05

*Se recomienda aplicar Fitoklin solo hasta el inicio de la aparición de la inflorescencia.

- 10. PERIODO DE REINGRESO:** No ingresar al área tratada antes de las 24 horas de la aplicación.
- 10. N° DE REGISTRO SENASA :** 533-97-AG-SENASA
- 11. TITULAR DE REGISTRO :** **Tecnología Química y Comercio S.A.**
Calle René Descartes 311.
Urb. Santa Raquel 2ª. Etapa
Ate - Telf. 612-6565 Fax 348-1020
Lima - Perú

Departamento Técnico

Fecha última actualización: febrero 2022

Tecnología Química y Comercio S.A.
Calle René Descartes N° 311, Urb. Sta. Raquel, 2da. Etapa Ate. Lima-Perú.
Telf.: 61(1) 612-6565 / Fax:348-0640
www.tqc.com.pe



Anexo 21

Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
EFICIENCIA DE LOS BIOCONTROLADOS EN EL CONTROL DEL MILDIO (<i>Peronospora variabilis</i>) EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE QUINUA (<i>Chenopodium quinoa</i>) EN LA EE CANAÁN UNSCH. 2763 MSNM	<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es la Eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)?</p> <p>PROBLEMA ESPECÍFICO 1. ¿Cuál es la intensidad (incidencia y severidad) del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con la aplicación de biocontroladores; <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) 2. ¿Cuál es el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con la aplicación de biocontroladores; <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)? 3. ¿Cuál es el rendimiento en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con la aplicación de biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> para el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Evaluar la eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).</p> <p>OBJETIVO ESPECÍFICO 1. Determinar la intensidad (incidencia y severidad) del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con la aplicación de biocontroladores; <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) 2. Calcular el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) con la aplicación de biocontroladores; <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>)? 3. Determinar el rendimiento en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) con la aplicación de biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> para el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>)?</p>	<p>Biocontroladores: Son ingredientes activos que se obtienen de microorganismos benéficos y plantas que tienen la propiedad de controlar microorganismos fitopatógenos.</p> <p>Mildiu: El mildiu <i>Peronospora variabilis</i>, es un pseudo hongo que pertenece al grupo de los oomycetos y afecta de manera específica a las diferentes variedades susceptibles de la quinua.</p> <p>Quinua: Es una planta dicotiledónea y herbácea que crecen en zonas alto andinas</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL Los biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> influyen positivamente en el control de la intensidad (incidencia y severidad) y el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).</p> <p>HIPOTESIS ESPECÍFICA 1. Por lo menos uno de los biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) influyen disminuyendo la incidencia y severidad del mildiu <i>Peronospora variabilis</i> en las plantas de <i>Chenopodium quinoa</i>. 2. Por lo menos uno de los biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) influyen positivamente en el área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) del mildiu en las plantas de <i>Chenopodium quinoa</i>. 3. Por lo menos uno de los biocontroladores <i>Bacillus subtilis</i>, <i>Trichoderma harzianum</i> y el extracto de <i>Allium sativum</i> en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) presentan mayor o igual rendimiento en comparación al control en la producción de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).</p>	<p>Variable Independiente Biocontrolador</p> <p>Indicadores 1. <i>Bacillus subtilis</i> 2. <i>Trichoderma harzianum</i> 3. Extracto de <i>Allium sativum</i></p> <p>Variable Dependiente Mildiu</p> <p>Indicadores 1. Intensidad (Incidencia y severidad) 2. Área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE)</p> <p>Variable Interviniente Quinua Indicadores Variedad de quinua (Blanca Junin, Pasnkalla) 1. Rendimiento</p>	<p>Tipo de investigación -Básica</p> <p>Nivel de investigación -Explicativa</p> <p>Método -Estadístico</p> <p>Diseño Diseño de parcelas divididas (DPD) implementado en el diseño experimental de bloques completos randomizados (DBCR)</p> <p>Técnica -Experimentación</p> <p>Instrumentos -Balanza de precisión. Flexometro</p>

Nota. Elaboración propia (2023).

**UNSCH**ESCUELA DE
POSGRADO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD 173-2023-UNSCH-EPG/EGAP

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado - UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución Directoral N° 198-2021-UNSCH-EPG/D, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNS CH, otorga lo siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR	Bach. Víctor Chavez Centeno
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS	MAESTRÍA EN CIENCIAS
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO	MAESTRO(A) EN CIENCIAS, MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD
TÍTULO DE TESIS	Eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiu (<i>Peronospora variabilis</i>) en la producción orgánica de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) en la EE Canaán UNSCH 2763 msnm
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD:	9% de similitud
Nº DE TRABAJO	2201945825
FECHA	20-oct.-2023

Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 20 de octubre del 2023.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
ESCUELA DE POSGRADO

Ing. Edith Geovana Asto Peña
Responsable Área Académica

Eficiencia de los
biocontroladores en el control
del mildiu (*Peronospora
variabilis*) en la producción
orgánica de quinua
(*Chenopodium quinoa*) en la EE
Canaán UNSCH 2763 msnm
por Victor Chavez Centeno

Fecha de entrega: 20-oct-2023 11:24a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2201945825

Nombre del archivo: TESIS_CHAVEZ_CENTENO_201023.docx (5.11M)

Total de palabras: 19735

Total de caracteres: 107412

Eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiu (Peronospora variabilis) en la producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa) en la EE Canaán UNSCH 2763 msnm

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	orcid.org Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	<1%
6	qdoc.tips Fuente de Internet	<1%
7	1library.co Fuente de Internet	<1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	dokumen.site Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	doczz.es Fuente de Internet	<1 %
13	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.untrm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
16	repositorioinstitucional.buap.mx Fuente de Internet	<1 %
17	repositorioinstitucional.uabc.mx Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.upec.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unan.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
20	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %

21	www.novauniversitas.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
22	dspace.unl.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
24	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1 %
26	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 30 words



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO (A) EN CIENCIAS, MENCION GESTION AMBIENTAL Y
BIODIVERSIDAD**

RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 0740-2023-UNSCH-EPG/D

Siendo las 04:00 p.m. de 11 de Octubre de 2023 se reunieron en el auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de tesis, presidido por el **Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA** director (e) de la Escuela de Posgrado, el **Dr. Jesús DE LA CRUZ ARANGO** director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Biológicas, por los siguientes miembros: **Dr. Saturnino Martin TENORIO BAUTISTA** y el **Dr. Yuri Oliver AYALA SULCA**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulado, **EFICIENCIA DE LOS BIOCONTROLADORES EN EL CONTROL DEL MILDIU (*Peronospora variabilis*) EN LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN LA EE CANAÁN UNSCH 2763 MSNM.** En la Ciudad de Ayacucho del 2023, presentada por el **Bach. Victor CHAVEZ CENTENO**. Teniendo como asesor al **Dr. Edwin PORTAL QUICAÑA**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar al Grado Académico de **MAESTRO (A) EN CIENCIAS, MENCION GESTION AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD**, Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por la graduanda. A continuación el Jurado Examinador y Calificador de tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo: DISCUTIDA (18)

CALIFICACION (*)

Aprobado por unanimidad	X
Aprobado por Mayoría	-
Desaprobada por Unanimidad	-
Desaprobada por mayoría	-

(*) Marcar con aspa

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. Victor CHAVEZ CENTENO** el Grado Académico de **MAESTRO (A) EN CIENCIAS, MENCION GESTION AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD**,. Siendo la 6:30 p.m. hrs. Se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las 6:30 p.m. hrs. Del 11 de octubre 2023.

.....
Dr. Emilio Germán RAMÍREZ ROCA
Director (e) de la Escuela de Posgrado

.....
Dr. Jesús DE LA CRUZ ARANGO
Director de la Unidad de Posgrado – FCB

.....
Dr. Saturnino Martin TENORIO BAUTISTA
Miembro

.....
Dr. Yuri Oliver AYALA SULCA
Miembro

.....
Dr. Edward Eusebio BARBOZA PALOMINO
Secretario Docente (e)

Observaciones:

.....

.....