

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



EVALUACIÓN DE CINCO FUNGICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE MILDIU
(*Peronospora* sp.) EN QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN CAJAMARCA.

T E S I S

Para optar el título profesional de
INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el bachiller:
LUIS CARLOS RAICO FLORES

Asesor:
Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDOÑEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los once días del mes de noviembre del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente **2C - 202** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 174-2020-FCA-UNC, de fecha 01 de diciembre del 2020**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: **"EVALUACIÓN DE CINCO FUNGICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora* sp.) EN QUINUA (*Chenopodium quinoa*) EN CAJAMARCA"**, realizada por el Bachiller **LUIS CARLOS RAICO FLORES** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y ocho minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de quince (15); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y nueve minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

M. C. John Victor López Orbegoso
PRESIDENTE

Ing. Urias Mostacero Plasencia
SECRETARIO

Ing. Oscar Rogelio Sáenz Narro
VOCAL

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios, porque siempre estuvo conmigo y me ayudó a superar momentos difíciles.

Con mucho amor a mis queridos padres, Irma y Nicolás, quienes son el soporte y la fuerza constante en mi formación profesional.

A mis hermanos Diana, Edgar, Ana y Cristian; por sus consejos y apoyo incondicional en el caminar de mi formación Académica.

EL AUTOR.

AGRADECIMIENTO

A mi maestro y asesor Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez, por su valioso esfuerzo y orientación en la conducción y culminación del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Orlando Cadenillas y al Ing. Wilder Bernal, equipo técnico del proyecto “cultivos andinos” de la Dirección Regional de Agricultura Cajamarca, por el apoyo incondicional y desmedido en la instalación y conducción de dicho trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Escuela de Agronomía, amigos y familiares quienes de una y otra manera contribuyeron para el desarrollo y culminación de dicha investigación.

ÍNDICE

Contenido	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de la investigación.....	2
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivo de la investigación.....	2
1.4. Hipótesis de la investigación	2
CAPÍTULO II	3
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Generalidades del cultivo de quinua.....	3
2.1.1. Descripción botánica.....	3
2.1.2. Taxonomía.....	4
2.1.3. Variedades	4
2.2. Plagas de la quinua.....	6
2.3. Enfermedades de la quinua.....	6
2.3.1. Mildiu.....	6
2.3.1.1. Agente causal	6
2.3.1.2. Taxonomía	7
2.3.1.3. Morfología.....	7
2.3.1.4. Plantas hospederas.	8
2.3.1.5. Ciclo de vida	8
2.3.1.6. Epidemiología	9
2.3.1.7. Síntomas.....	10
2.3.2. Otras enfermedades.....	11
2.4. Microorganismos con propiedades biocidas.....	12
2.4.1. Género <i>Bacillus</i>	12
2.5. Productos naturales con propiedad fungicida.....	13
2.6. Fermentos antagónicos con propiedad fungicida.....	14
2.7. Fungicidas azufrados.....	15

2.8.	Fungicidas cúpricos.....	16
2.9.	Ceniza.....	18
2.10.	Evaluación de mildiu en Quinoa.....	18
2.10.1.	Incidencia.....	18
2.10.2.	Severidad.....	19
CAPÍTULO III.....		20
MATERIALES Y MÉTODOS.....		20
3.1.	Ubicación.....	20
3.2.	Materiales.....	20
3.2.1.	Material biológico.....	20
3.2.2.	Material y equipo de laboratorio.....	21
3.2.3.	Material de campo.....	21
3.2.4.	Otros materiales.....	21
3.2.5.	Productos fúngicos, para preparar los Tratamientos.....	21
3.2.6.	Abono.....	21
3.3	Metodología.....	22
3.3.1.	Tratamientos.....	22
3.3.2.	Diseño estadístico.....	23
3.4.	Labores culturales del cultivo.....	24
3.4.1.	Preparación del terreno.....	24
3.4.2.	Delimitación de parcelas.....	24
3.4.3.	Abonamiento y siembra.....	24
3.4.4.	Riego por goteo.....	24
3.4.5.	Deshierbo.....	24
3.4.6.	Raleo.....	24
3.4.7.	Aporque.....	24
3.4.8.	Cosecha.....	25
3.5.	Aplicación de fungicidas.....	25
3.6.	Evaluaciones en estudio.....	26
3.6.1.	Incidencia.....	26
3.6.2.	Severidad.....	26
3.6.3.	Rendimiento de grano de quinua por parcela.....	29
3.7.	Actividades de laboratorio.....	29

CAPÍTULO IV	30
RESULTADOS Y DISCUSIONES	30
4.1. Identificación del patógeno.....	30
4.2. Incidencia de mildiu (<i>Peronospora</i> sp.....	31
4.3. Severidad de <i>Peronospora</i> sp.....	32
4.3.1. Análisis de varianza de severidad del patógeno <i>Peronospora</i> sp.	32
4.3.2. Prueba estadística de comparación múltiple de Duncan.	37
4.4. Rendimiento de unidades experimentales.	38
4.3.1. Análisis de varianza de rendimiento en quinua.	39
CAPÍTULO V	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
CAPÍTULO VI	41
BIBLIOGRAFÍA CITADA	41
ANEXOS	47

Lista de tablas

Número	Página
1. Condiciones climáticas promedio durante el periodo de conducción del experimento.....	20
2. Tratamientos en estudio y características.	22
3. Aplicación de fungicidas en diferentes etapas fenológicas del cultivo de quinua.....	25
4. Escalas de evaluación para determinar la severidad del Mildiu (<i>Peronospora</i> sp.) en hojas de quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>).	27
5. Escala de evaluación en hojas de quinua.....	28
6. Porcentaje de incidencia de mildiu (<i>Peronospora</i> sp.), en quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>), evaluado en las parcelas con los tratamientos respectivos.	31
7. Severidad de plantas de quinua (%) en DBCA.....	32
8. Análisis de varianza de severidad.	33
9. Resumen de comparaciones entre promedios de severidad.....	37
10. Promedio de rendimiento (kg* há^{-1}) de parcelas de quinua.	38
11. Análisis de varianza del rendimiento.	39
12. Rendimiento de granos de quinua (kg* há^{-1}) en DBCA.	47

Lista de figuras

Número	Página
1. Croquis del diseño experimental.....	23
2. Síntoma de mildiu en hoja de quinua.....	31
3. Esporangioforo, ramificado, bifurcada y esporangios de <i>Peronospora</i> sp.	31
4. Delimitación del terreno.	48
5. Cartel del campo experimental.....	48
6. Evaluación de mildiu en quinua.	49
7. Deshierbo de parcelas de quinua.	49
8. Plantas de quinua con síntomas de mildiu.	50
9. Preparación del caldo sulfocálcico.....	51
10.Preparación del caldo bordelés.	51
11.Aplicación de Go isolates.	52
12.Aplicación de ceniza.	52
13.Caída de hojas ocasionado por el mildiu.	53
14.Inicio de floración en quinua	53
15.Escala de evaluación de mildiu.....	53
16.Tratamiento 1 (Caldo sulfocálcico)	54
17.Tratamiento 3 (Go isolates).	54
18.Pesado de granos de quinua	55

Luis Carlos Raico Flores. 2022. Evaluación de cinco fungicidas orgánicos para el control de mildiu (*Peronospora sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca - Perú.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de cinco fungicidas orgánicos en el control de mildiu (*Peronospora sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca, con la finalidad de reducir el uso de productos químicos. Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro repeticiones (R) y seis tratamientos (T): caldo sulfocálcico (T1), caldo bordelés (T2), Go isolates (T3), kombucha (T4), ceniza (T5) y el testigo (T0). Concluyendo que todos los tratamientos mostraron el 100 % de incidencia del mildiu; en cambio, el porcentaje de severidad presentado en las plantas de quinua de cada tratamiento fue: 42.361 % en el T3 con un rendimiento del grano de 3310.938 kg*ha⁻¹, 47.917 % en el T2 con un rendimiento de 3093.750 kg*ha⁻¹, el más alto rendimiento se evidenció en el T1 con 3496.094 kg*ha⁻¹ y un 44.445 % de severidad en las plantas; aplicando Kombucha (T4), la severidad en las plantas fue de 45.139 %, con un rendimiento de 3057.031 kg*ha⁻¹; en las plantas tratadas con ceniza (T5), la severidad fue de 46.528 % y el rendimiento de 2908.594 kg*ha⁻¹, ocupando el último lugar en rendimiento. Las plantas testigo (T0) alcanzaron el más alto nivel de severidad con 64.583 % y un rendimiento del grano de 2969.531 kg*ha⁻¹. Hubo diferencias significativas en la evaluación de severidad del mildiu entre tratamientos; por lo que se realizó la prueba estadística de comparación múltiple de Duncan. Estos fungicidas orgánicos son una alternativa en el control de mildiu en cultivos de quinua.

Palabras claves: Quinua, *Peronospora sp.*, control, fungicidas.

Luis Carlos Raico Flores. 2022. Evaluation of five organic fungicides for the control of mildew (*Peronospora* sp.) In quinoa (*Chenopodium quinoa*) in Cajamarca. Thesis Agricultural Engineer. Faculty of Agricultural Sciences. National University of Cajamarca Peru.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of five organic fungicides in the control of mildew (*Peronospora* sp.) in quinoa (*Chenopodium quinoa*) in Cajamarca, in order to reduce the use of chemical products. The Randomized Complete Block Design was used, with four repetitions (R) and six treatments (T): sulfocalcic broth (T1), Bordeaux mixture (T2), Go isolates (T3), kombucha (T4), ash (T5) and the control (T0). Concluding that all treatments showed 100% incidence of mildew; instead, the percentage of severity presented in the quinoa plants of each treatment was: 42.361% in T3 with a grain yield of 3310.938 kg*ha⁻¹, 47.917% in T2 with a yield of 3093.750 kg*ha⁻¹, the highest yield was evidenced in T1 with 3,496,094 kg*ha⁻¹ and 44,445 % severity in the plants; applying Kombucha (T4), the severity in the plants was 45.139%, with a yield of 3057.031 kg*ha⁻¹; in the plants treated with ash (T5), the severity was 46.528% and the yield was 2908.594 kg*ha⁻¹, occupying the last place in yield. The control plants (T0) reached the highest level of severity with 64,583 % and a grain yield of 2969,531 kg*ha⁻¹. There were significant differences in the mildew severity evaluation between treatments; therefore, Duncan's multiple comparison statistical test was performed. These organic fungicides are an alternative to control mildew in quinoa crops.

Key words: Quinoa, *Peronospora* sp., control, fungicides.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (***Chenopodium quinoa Willd***) como otros cultivos de origen americano como el chocho (***Lupinus mutabilis***) y la quiwicha (***Amaranthus caudatus***), fueron marginados con la llegada de los españoles, pero las poblaciones originarias lo siguieron cultivando, por considerarlo alimento indispensable en su dieta diaria, por su fibra de alta calidad y alto valor proteico que actualmente se conoce (Núñez 2019).

En estos últimos años el cultivo de quinua se ha incrementado debido a la comercialización de su grano a nivel nacional e internacional, el cual contiene 0.60 g de proteína en 100 g de peso; tolerancia a condiciones adversas como sequía, heladas y suelos salinos; razón por lo que se está cultivando en América del Norte y Europa. En América del sur se ha incrementado el área de cultivo en Colombia, Chile y Argentina (Paz 2014).

Como todo cultivo presenta problemas de sanidad, principalmente en suelos de baja fertilidad. Los productores aún no ponen en práctica las labores culturales oportunas y los controles fitosanitarios, desconocen las demandas y exigencias del mercado; condiciones que conllevan a tener áreas pequeñas del cultivo y con rendimientos que no reflejan el potencial genético de cada variedad (Danielsen y Ames 2000).

Peronospora sp., es el patógeno de importancia de esta planta, ocasiona principalmente defoliación desde los primeros estadíos de vida (Danielsen y Ames 2002), ocasionando el incremento económico del cultivo durante los controles fitosanitarios, que no son oportunos. Los productores cajamarquinos desconocen el uso de productos orgánicos que se usan para el control de

diferentes fitoenfermedades, ya que con ellos se obtendría cosechas orgánicas sin riesgo para la alimentación humana y animal, hecho que justifica la realización de la presente investigación, utilizando productos orgánicos y alternativos, para limitar la proliferación del mildiu en el cultivo de quinua.

1.1. Problema de la investigación

En los últimos años, el Perú ha alcanzado una alta demanda mundial en la comercialización de quinua, donde los mercados prefieren quinua orgánica. Sin embargo, los rendimientos en Cajamarca son considerados bajos (<1500 kg/ha), por la presencia de enfermedades fungosas, siendo el mildiu (*Peronospora sp.*) una de las principales fitoenfermedades que, en daños severos, puede causar pérdidas económicas a los agricultores. Motivo por el cual, la presente investigación buscó nuevos fungicidas alternativos; utilizando caldo sulfocálcico, caldo bordelés, Kombucha, Go isolates y ceniza, en el control de este patógeno; esto en el marco de una producción orgánica como lo demandan los mercados internacionales.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los cinco fungicidas orgánicos, ejerce un mejor control del mildiu (*Peronospora sp.*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*)?

1.3. Objetivo de la investigación

Determinar el fungicida tradicional eficiente para el control de *Peronospora sp.*, causante del mildiu en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca.

1.4. Hipótesis de la investigación

Existen productos naturales, fermentos antagónicos y microorganismos con propiedades biocidas que controlan el mildiu (*Peronospora sp.*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de quinua.

Referente al centro de origen, se consideró el altiplano de Perú y Bolivia, sin embargo, existen restos arqueológicos de este cultivo, en diferentes lugares de los andes de Sudamérica; hallazgos que indican múltiples centros de domesticación y que el Altiplano es considerado como centro de concentración de las diferentes variantes genéticas (Tapia 1990).

Hasta la década de los años 80, se reportó que la quinua no tiene un centro génico conocido, considerándolo a los agricultores de la América Andina, los que la domesticaron y que, en la Hoya del Titicaca, encontró las condiciones adecuadas para su cultivo en sus diferentes variedades (Diómedes 1985).

2.1.1. Descripción botánica.

Planta anual, de 1 m a 3.5 m de altura, según los ecotipos, razas y el lugar donde se cultivan. Existen plantas con tallo principal y ramas laterales cortas; principalmente son los ecotipos del altiplano; otros con todas las ramas de igual tamaño son los ecotipos de valle, y otras de los tipos intermedios (Tapia 1990).

a) Germinación, se inicia a las pocas horas de humedecida la semilla, la raíz pivotante puede llegar hasta 30 cm de profundidad. A partir de unos pocos centímetros del cuello, empieza a ramificarse en raíces secundarias, terciarias, de las cuales salen las raicillas (Cervantes y Medina 2016).

b) Tallo, cilíndrico en el cuello de la planta y después anguloso al inicio de sus ramificaciones. Tiene una hendidura de poca profundidad, que abarca casi toda la cara, la cual se extiende de una rama a otra (Tapia 1990).

c) Inflorescencia, por la disposición de las flores en racimo se considera como una panoja. Algunas veces está claramente diferenciada del resto de la planta, siendo terminal y sin ramificaciones, pero en otras no existe una diferenciación clara debido a que el eje principal tiene ramificaciones que le dan una forma cónica (León 2016).

d) Fruto, es un aquenio cubierto por el perigonio, se desprende con facilidad cuando se cosecha, en estado maduro el perigonio tiene forma estrellada. La semilla presenta tres partes definidas: el epispermo, el embrión, y el perispermo (FAO y UNALM 2016).

2.1.2. Taxonomía.

Incluido en la división Angiosperma, clase Dicotiledónea, orden Centrospermales, familia Chenopodiaceae, género *Chenopodium*, especie *Chenopodium quinoa* (Mosqueira 1996).

2.1.3. Variedades

Las quinuas se clasifican en dos grupos; unas con alto contenido de saponina (quinuas amargas) y otras con bajo contenido de éstas (quinuas dulces y semidulces). En cuanto a la adaptación de nuevas variedades en la sierra norte, se ha observado que las quinuas procedentes del centro del país (Huancayo y Cuzco) tienen mayor capacidad de adaptación respecto a las variedades procedentes del sur (Puno); mostrando fundamentalmente mayor potencial de rendimiento (porte y vigor de la planta) y mayor resistencia a *Peronospora sp.* (Tejada 2014).

a) Variedad Blanca de Junín.

Es propia de la región central del Perú, fue liberado en la región Junín (FAO Y UNALM 2016). Poco tolerante al mildiú, periodo vegetativo de 180 días, con granos blancos y medianos, de bajo contenido de saponina. La panoja es de forma glomerulada, pudiendo la planta alcanzar una altura de 170 cm. Sus rendimientos varían mucho según el nivel de fertilización, pudiendo obtenerse hasta 2500 Kg*ha⁻¹, con niveles de 80-40-0 de N- P₂O₅– K₂O (INIA y FAO 2013).

Su adaptación óptima es en valles interandinos hasta los 3500 de altitud, hábito de crecimiento ramificado hasta el tercio superior, susceptible a bajas temperaturas, moderadamente tolerante a la sequía y tolera la humedad. (INIA y FAO 2013).

b) Otras variedades.

FAO y UNALM (2016), señala las diferentes variedades que se adaptan mejor en valles interandinos:

- **Salcedo INIA**, recomendado para regiones del altiplano, valles interandinos y costa, de tamaño grande y con un contenido de saponina dulce.
- **INIA 415 Pasankalla**, recomendado para regiones del altiplano, valles interandino y costa, con un contenido de saponinas dulce.
- **Ayacuchana INIA**, recomendado para valles interandinos, de tamaño pequeño, con un contenido de saponinas semi dulce.
- **Mantaro**, recomendado para valles interandinos, tamaño mediano y con un contenido de saponina dulce.
- **INIA 431 – Altiplano**, recomendado para el altiplano y costa, tamaño grande y con un contenido de saponinas dulce.

2.2. Plagas de la quinua.

Los Insectos cortadores en plantas tiernas de quinua, están formados principalmente por tres especies que son: ***Feltia experta***, ***Spodoptera sp.*** y ***Copitarsia turbata***; todos pertenecen al orden Lepidóptera y familia Noctuidae. El principal insecto destructor y minador del grano de quinua es la especie ***Hymenia recurvalis***, que pertenece al orden lepidóptera y familia Pyralidae. Entre los insectos picadores – chupadores, tenemos ***Myzus sp.*** y ***Macrosiphum sp.*** del orden Homoptero y familia Aphididae (Huaripata 1991).

El coleóptero ***Astylus sp.*** es una de las plagas más comunes que se encuentran haciendo daño a las flores y consumo de polen (FAO y UNALM 2016).

Estudios más recientes indican que hay más de 23 especies de insectos plaga, lo cual ocasionan daños en el cultivo de quinua, directos e indirectos. Los principales daños lo ocasionan las plagas del orden lepidóptera (INIA 2020).

2.3. Enfermedades de la quinua.

2.3.1. Mildiu.

2.3.1.1. **Agente causal. *Peronospora farinosa f.sp. chenopodii*** (Fr.) Fr. ataca especies de la familia Chenopodiaceae que agrupa a los géneros ***Beta***, ***Spinacia*** y ***Chenopodium***. Un aislamiento de ***Peronospora farinosa*** solo ataca al género del cual ha sido aislado. Debido a esta especialización fisiológica el patógeno esta subdividido en 3 grupos según sus hospederos: ***Peronospora farinosa f.sp. betae*** en ***Beta spp.***, ***P. farinosa f.sp. spinaciae*** en ***Spinacia spp.***, y ***P. farinosa f.sp. chenopodii*** en ***Chenopodium spp.*** (Danielsen y Ames citados por Rojas 2016).

El mildiú en quinua para su manifestación requiere de condiciones ambientales adecuadas, humedades relativas superiores al 80 % y temperaturas máximas de 23 °C. Por tanto, la enfermedad no se presenta con la misma intensidad en las diferentes zonas de producción de este cultivo (Bonifacio y Vargas 2000).

2.3.1.2. Taxonomía. Clase Oomycetes, orden Peronosporales, familia Peronosporaceae, género *Peronospora* (Roncal 2004). Todas las especies de esta familia son parásitos obligados (Alexopoulos 1962).

2.3.1.3. Morfología.

a) Hifas, cenocíticas y multinucleadas, se desarrollan en los espacios intercelulares de las hojas del hospedero, proyectando haustorios al interior de las células para absorber nutrientes (Roncal 2004).

b) Esporangioforos, se originan de las hifas que se encuentran dentro del parénquima foliar; estos emergen en grupos a través de los estomas, se ramifican en el tercio superior; cada rama termina en dicotomías, en cuyo ápice se diferencian esporangios. Cada esporangioforo es difícil de ser removido por el agua y el viento (Roncal 2004).

Miden entre 167 y 227 μm de longitud y 11.0 y 14.8 μm de diámetro, los extremos de las ramas terminan en 2 o 3 puntos dispuestos en ángulo recto o agudo, en los que se insertan esporangios (Danielsen y Ames 2000).

c) Esporangios, Se diferencian crecen y desarrollan en el ápice de cada dicotomía, son de forma ovoide en cuya terminación terminal se distingue una papila; en la plenitud de su crecimiento alcanzan de 25.7 – 31.9 μm de largo y de 19.3 – 24.3 μm de ancho. Cada esporangio presenta pared ligeramente rugosa y protoplasma granulado, son de color castaño claro translúcido y germinan directamente formando un tubo germinativo. Por esta forma de germinación se les designa indistintamente con los nombres de esporangio, espóra o conidia (Danielsen y Ames 2000).

d) Oogonios y Anteridios, considerados gametangios, el primero representa al femenino y el segundo al masculino (Danielsen y Ames 2000). Recientemente se han caracterizado como órganos de diferente polaridad; oogonio negativo (-) y anteridio positivo (+) (Roncal 2004).

e) Oosporas. Son esporas, resultado de intercambio genético, pueden sobrevivir periodos largos; en quinua se establecen en las semillas y el suelo, considerados como fuentes de inóculo primario (Danielsen y Ames 2000); el intercambio genético ocurre en condiciones adecuadas de humedad (superiores a 75 %) y temperaturas entre 13 y 18 °C (Roncal 2004).

Existen reportes que se producen en los meses de octubre a abril, especialmente en las hojas. El diámetro de estas es de 22.2 y 29.6 µm, comúnmente se establecen en el episperma (Tapia *et al.* 1979).

2.3.1.4. Plantas hospederas. Prospera en kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), espinaca (*Spinaca oleracea*), remolacha (*Beta vulgaris*) u otros chenopodiáceas (Flores *et al.* 2010).

2.3.1.5. Ciclo de vida. El esporangio germina siempre que haya una humedad relativa alta en el aire mayor al 80 %. El tubo germinativo forma en su extremo un apresorio, del cual se diferencia la hifa infectiva que perfora la epidermis de la hoja y después de un periodo de latencia comienza a crecer formando micelio que se desplaza por los espacios intercelulares del mesófilo. Cinco a seis días después de la penetración, se inicia la producción de esporangióforos que se proyectan hacia la superficie inferior de las hojas (Danielsen y Ames 2000).

Los esporangióforos, una vez que alcanzan su desarrollo máximo, forman los esporangios, que son las estructuras propagativas del patógeno, capaces de mantener la epidemia durante todo el ciclo en que la planta permanece en el campo. En este momento la zona afectada muestra los primeros síntomas como ligera clorosis, indicando que las células afectadas se están debilitando y perdiendo su capacidad de síntesis; este estado coincide con la producción de esporangios. Finalmente, el tejido se necrosa desapareciendo la parte vegetativa del hongo (Danielsen y Ames 2000).

Durante el cultivo se producen varias generaciones del patógeno sin intercambio genético y produce infecciones sucesivas (policíclicas), pero si producen infecciones sucesivas (policíclicas). Cuando el cultivo entra en senescencia,

ocurre el intercambio genético del hongo; de esta manera se generan las oosporas que sirven como estructuras de conservación del patógeno, permaneciendo latentes adheridas a las semillas y rastrojos. Posteriormente, en presencia de un hospedero susceptible y condiciones climáticas apropiadas, estos permanecen inactivos en estado latente, germinan e inician un nuevo ciclo de vida (FAO 2016).

2.3.1.6. Epidemiología. Se debe considerar el triángulo universal de la fitoenfermedad, la cual está formada por la relación que existe entre hospedero susceptible, patógeno virulento, ambiente con temperatura y humedad ideal. La intervención del hombre también juega un papel importante para la aparición de esta fitoenfermedad (Roncal 2004).

Las condiciones ambientales de alta humedad relativa mayor a 80 % y temperaturas máximas de 23 °C, son los principales factores para el desarrollo de la enfermedad, debido a que permiten la germinación de oosporas y esporangios, dando lugar a ciclos sucesivos de la enfermedad en un mismo campo. El rocío de las mañanas facilita al patógeno que, colonice y se establezca en el parénquima foliar, pero si las condiciones de humedad bajan, las esporas se deshidratan y la esporulación desaparece. También se ha observado, que periodos con nubosidad y con ausencia de lluvias, favorecen a la enfermedad, debido a que los procesos de infección ocurren en un amplio rango de temperatura que oscila entre 0 a 25 °C, sobre todo en zonas de cultivo al seco, con riego oportuno (FAO 2016).

Esta enfermedad aparece desde estado de plántula, por la presencia del inóculo en la semilla y el suelo. En cámara de crecimiento, se ha observado esta infección primaria como esporulación abundante en toda la superficie de las hojas cotiledonales. Los esporangios se desplazan por acción del viento afectando a otras plantas o al follaje sano de la misma (infección secundaria). Los esporangios como estructuras propagativas, se producen en forma policíclica durante el periodo de cultivo, siempre y cuando exista humedad y temperatura adecuada. La quinua es afectada por mildiu en cualquier estado de desarrollo de la planta y cuando la infección es temprana repercute en el rendimiento (Danielsen y Ames 2000).

Las condiciones climáticas en la sierra del Perú, son ideales para el desarrollo del mildiu durante los meses (octubre a abril) de lluvias fuertes 900 – 300 mm en promedio. Una excepción es el altiplano sur de Bolivia donde la precipitación anual es tan baja que el mildiu generalmente no se presenta (Ortiz *et al.* 2004).

2.3.1.7. Síntomas. En algunas plantas de quinua las lesiones están bien localizadas y definidas; en otras son amplias, pálidas, húmedas y pueden abarcar toda el área foliar. Es frecuente la distorsión de tejidos atacados, las hojas muestran depresiones pronunciadas o especie de ampollas pálidas o coloreadas. También se presentan casos de infección sistémica, dando la apariencia de planta virósica, enana y amarillenta; este caso solo se presenta si la parasitación se da en las primeras etapas del cultivo (Tapia *et al.* 1979).

La sintomatología se manifiesta principalmente en el follaje. Inicia como manchas cloróticas irregulares de color amarillo, rosadas, rojizas, anaranjadas o pardas; dependiendo de la variedad. Simultáneamente la zona infectada del envés de la hoja se recubre de un afelpamiento gris violeta constituido por las estructuras esporulativas del patógeno. Posteriormente las manchas se hacen de mayor tamaño y se unen, dando un aspecto clorótico general en la planta, con mayor incidencia en hojas basales de la planta (FAO 2016).

Los distintos cultivares de quinua reaccionan diferentemente a la enfermedad. La reacción de la planta ante el ataque de *Peronospora sp.*, es influenciada por el genotipo del patógeno y por las condiciones ambientales. Así, en cultivares resistentes puede haber una reacción de hipersensibilidad, observándose pequeñas manchas similares a las causadas por picadura de insectos. En cultivares susceptibles en cambio, la mancha se agranda sucesivamente tomando coloración amarillenta, rojiza o marrón; dependiendo del pigmento predominante en la planta. En una misma hoja es posible encontrar varias manchas pequeñas, o pocas manchas grandes (Danielsen y Ames 2000).

Si el ataque ocurre en los inicios del crecimiento de la planta, se pueden perder completamente la producción. En variedades resistentes las pérdidas oscilan entre 20 y 40 %. Cuando la enfermedad se presenta al inicio de la floración, esta se atrofia y el llenado de granos se reduce; si se presenta después, se puede confundir con la senescencia. Si la enfermedad persiste durante la fase de grano

masoso, puede ocasionar ennegrecimiento del grano. En ecotipos de grano grande, ocasiona la reducción del tamaño del grano o granos vanos, mientras que, en variedades criollas y resistentes, el tamaño no se ve afectado. Las semillas que logran desarrollarse también se ven afectadas con la diseminación de las oosporas del fitopatógeno. (FAO 2016).

Un efecto del mildiu es la defoliación que causa en la planta, sin embargo, esa sintomatología puede ser confundida por otros factores, tales como estrés abiótico producido por sequias y heladas, y por senescencia natural. En cultivares altamente susceptibles, el mildiu puede causar una defoliación de 100 % y como consecuencia, maduración prematura. En el cultivares de resistencia mediana, la defoliación parece ser un mecanismo de defensa de la planta. Se ha podido ver en campo que la infección temprana en las primeras hojas verdaderas provoca la caída de las mismas, lo cual reduce la diseminación del patógeno a las hojas nuevas (Danielsen y Ames 2000).

Cuando las variedades son susceptibles y el ataque es severo, se observa una distorsión de los tejidos afectados y las hojas muestran depresiones pronunciadas, semejándose a ampollas pálidas o coloreadas. En otros casos, las infecciones del patógeno adoptan una característica de tipo sistémico, capaz de llevar a una confusión por ataque de virus; esta sintomatología inicia en las primeras etapas de la planta por medio de oosporas en el momento de la germinación de la semilla (Flores *et al.* 2010).

2.3.2. Otras enfermedades.

La chupadera fungosa, causada por *Rhizoctonia sp.* se presenta al momento de la germinación en forma pre o post – emergente (Huaripata 1991).

Las diferentes enfermedades encontradas en cultivo de quinua: podredumbre marrón del tallo (*Phoma exigua var foevata*), podredumbre radicular o mal de almácigos (*Rhizoctonia sp.*, *Fusarium sp.*, *Pythium sp.*), moho verde (*Cladosporium sp.*), Mancha ojival del tallo (*Phoma spp.*), manchas foliares (*Ascochyta hyalospora*), ojo de gallo (*Cercospora sp.*), mancha bacteriana (*Pseudomonas spp.*) (FAO y UNALM 2016).

2.4. Microorganismos con propiedades biocidas.

En la naturaleza se encuentran diferentes especies de bacterias y hongos que producen diferentes tipos de antibióticos, como: ***Streptomyces griseus***, que sintetiza estreptomicina (bactericida), candicina (fungotóxico); ***Bacillus subtilis***, ***B. licheniformes***, ***Bacillus sp.*** C12, que producen más de 70 antibióticos contra bacterias y hongos; ***Penicillium griseofulvum*** producen griseofulvina, producto de comportamiento fungistático; ***Streptomyces spp.***, contra levaduras y hongos (Roncal 2004).

2.4.1. Género *Bacillus*.

Las diferentes especies del género *Bacillus*, se caracterizan por ser bioplaguicidas. Fue descubierto por el botánico alemán Ferdinand Cohn; el manifestó que cada célula bacterial presenta unas endosporas, que le proporcionan resistencia al calor; en comparación con otras formas microbianas (Madigan *et al.* 2004).

Bacillus subtilis, frecuentemente se encuentran en el suelo, son Gram-positivo, catalasa-positivo, produce endosporas resistentes al calor y metabolizan principios antibióticos. Tienen la capacidad de producir moléculas bioactivas con propiedades antifúngicas, con baja toxicidad, alta biodegradabilidad y con características favorables para el ecosistema en comparación con los productos químicos utilizados en la actualidad (Madigan *et al.* 2004).

B. subtilis, se caracteriza por producir subtilisinas, consideradas bacteriosinas, debido a que inhiben o matan a otras especies estrechamente relacionadas e incluso a cepas de la misma especie, se distinguen de los antibióticos dado a que tienen un espectro de actividad más amplio. (Madigan *et al.* 2004). Las bacteriosinas son sustancias proteicas sumamente específicas, se asemejan a los bacteriófagos en muchos aspectos, pero difieren de ellos principalmente en que no se producen en células bacterianas hospedantes (Agrios 1996).

La antibiosis es el principal mecanismo de acción de ***B. subtilis*** contra los patógenos, a través de la formación de lipopéptidos antifúngicos como la sulfactina, iturina y fengicinas. Tiene una fuerte actividad biosida hacia un amplio

rango de patógenos del suelo, foliares y de post cosecha. Además de su actividad biosida, se caracteriza también por ser una bacteria poco competitiva en la rizosfera (Madigan *et al.* 2004).

Bacillus amyloliquefaciens, es una bacteria Gram positiva, está relacionada estrechamente con bacterias de suelo de la especie ***Bacillus subtilis***. Las dos especies comparten muchos genes homólogos y parecen tan similares que no es posible diferenciar visualmente las dos especies. La estructura, el metabolismo, y ciclo de vida de ***B. amyloliquefaciens*** son varillas gram positivas, con flagelos peritricos permitiendo la movilidad. Las células a menudo aparecen como largas cadenas a diferencia de muchas otras especies de *Bacillus* que se forman con células individuales. La temperatura óptima para el crecimiento celular es de 30 – 40 °C. Formula esporas que permiten la supervivencia durante un largo periodo de tiempo. Sus endosporas aparecen en el centro de las células (Muradian 2015)

Es una bacteria de suelo no patógeno para las plantas, es capaz de producir endosporas que le permite sobrevivir durante largos periodos de tiempo. También muestra propiedades antifúngicas que son influenciadas por la disponibilidad de nitrógeno del medio ambiente. Presenta cepas antagonistas microbianas capaces de producir compuestos volátiles y no volátiles, que presentan inhibición contra fitopatógenos (Muradian 2015).

2.5. Productos naturales con propiedad fungicida.

Go isolates, nombre comercial que se denomina al producto natural conformado por ***Bacillus subtilis*** y ***B. amyloliquefaciens***, su aplicación permite el crecimiento y desarrollo de plantas, debido a que metaboliza principios de giberelinas y bases de fitohormonas (Roncal 2004), además se comportan descomponiendo la materia orgánica; Investigaciones en laboratorio y campo han demostrado que este producto contribuye en la recuperación microbiana de los suelos (Bioflora 2017).

Go isolates control fitoenfermedades, causadas por fitopatógenos que prosperan en campo; además, el incremento poblacional permite competir con otros microorganismos por los nutrientes y/o espacio en el sustrato agrícola. Cada una de estas especies metaboliza compuestos de comportamiento antibiótico protegiendo a los cultivos de infecciones por hongos y bacterias; dependiendo de la susceptibilidad al antibiótico, estas poblaciones de los patógenos del suelo, disminuyen considerablemente la infección (Bioflora 2017).

2.6. Fermentos antagónicos con propiedad fungicida.

Kombucha, es un preparado a base de té (*Thea arabica* L.) y una colonia simbiótica de hongos y bacterias (Torres y Roncal 2016). El líquido se obtiene por fermentación de la sacarosa por acción de los microorganismos que conforman el basidiocarpo; destacan el hongo **Saccharomyces sp.** y la bacteria **Acetobacter sp.** (Miranda y Roncal 2014).

Se prepara haciendo hervir 100 g de té (*Thea arabica*) en 500 ml de agua por cinco minutos, de esta manera se obtiene un líquido de color marrón amarillento como consecuencia del desprendimiento de pigmentos y aceites esenciales de las hojas procesadas del té; este sustrato se deja enfriar al ambiente durante 60 minutos, inmediatamente se agrega 300 g de sacarosa (azúcar comercial). La solución de té azucarado se dispone en un depósito de cristal asépticamente tratado, sobre él se coloca el cuerpo fructífero, cuyos microorganismos se ocupan de la fermentación de la sacarosa, hasta convertirlo en ácido acético, a partir del séptimo día (Miranda y Roncal 2014).

Tiene propiedades de “desintoxicación”, reduce las propiedades tóxicas de sustancias mediante modificaciones químicas inducidas en el organismo que generan un compuesto que es menos tóxico o que se elimina con mayor facilidad, además “desinfecta”, debido a que elimina todo tipo de microorganismos patógenos, con excepción de esporas bacterianas que han experimentado liofilización natural. Se utiliza como “desinfectante” eliminando microorganismos de material quirúrgico y sustratos de diferente naturaleza (Roncal 2004).

Kombucha, concentrado y diluido en 1/10 y 1/100, ensayados en condiciones in vitro, mostró antagonismo a *Verticillium sp.*, *Alternaria sp.*, *Rhizoctonia solani*, y menor a *Fusarium sp.* (Miranda y Roncal 2014).

Torres (2016), realizó ensayos en condiciones “in vitro” deduciendo que, Kombucha concentrada aplicada sobre esclerocios de *Sclerotium cepivorum*, no permitieron la formación del micelio del hongo; indicando que los metabolitos de *Saccharomyces sp* y *Zygosaccharomyces sp.*, inhibieron el brotamiento de éstos; además, concluye que Kombucha destruye filamentos e inactiva esclerocios en forma proporcional, siendo la dilución concentrada y 1/10 las más efectivas.

2.7. Fungicidas azufrados.

Se conocen desde las primeras décadas del siglo XIX, la primera vez que se utilizó como fungicida fue contra el oídio de la vid (*vitis vinífera*) en 1821. En 1851, Grisón; dando origen al uso de fungicidas (Carrero y Planes 2008)

El principio letal de estos productos está relacionado con la acción directa, debido a que permiten la concentración de los rayos solares facilitando la necrosis de las partes somáticas expuestas del hongo; y la intoxicación a través del dióxido de azufre. Por otro lado, se ha determinado que el ácido sulfhídrico es el producto letal de las esporas del hongo (Roncal 2004).

Caldo sulfocálcico, producto natural utilizado para el control de hongos e insectos dañinos de los cultivos, además aporta nutrientes para el crecimiento adecuado de la planta (Tejada citado por Rojas 2016).

Al momento de su aplicación en solución con el agua, está constituido principalmente por polisulfuros y tiosulfato de calcio. Después de la aspersion en la superficie foliar estos compuestos se convierten rápidamente en azufre elemental y algunos compuestos no fungitóxicos (Restrepo 2016).

Este producto tiene una acción fungitóxica debido al azufre elemental formado. Investigaciones a nivel del metabolismo del hongo, revelan que ciertas formas de azufre, incluyendo el ácido sulfhídrico y los polisulfuros, tienen un mecanismo de acción toxica por acumulación de algunos ácidos metabólicos orgánicos que producen la inactivación de una o más enzimas en ciertos proceso metabólicos,

disminuye la fosforilación oxidativa, iniciándose la acumulación de adenosina difosfato (ADP) y fosfato inorgánico, que son reguladores metabólicos, aumenta la oxidación de los sustratos endógenos para formar mayor cantidad de adenosina trifosfato (ATP) (Restrepo 2016).

La adición de azufre causa una disminución de la asimilación de oxígeno, los sustratos son agotados lentamente y la ATP requerida para el metabolismo no se forma en cantidades suficientes. Es tóxico como fumigante en aspersión (por contacto) ya que el organismo se ve rápidamente desposeído de su energía almacenada en forma de carbohidratos, ácidos grasos y otros compuestos energéticos, lo que sumado a la poca disponibilidad de lípidos y ácidos nucleicos afecta a las esporas y estas mueren (Restrepo 2016).

Tejada y Escobal (2014), señalan los siguientes pasos para su preparación:

Se utiliza 2 kg de azufre en polvo, 1 kg de cal viva o apagada, 10 L de agua y un depósito de metal de 20 L.

El proceso de preparación consiste en hacer hervir el agua, cuidando en mantener el volumen inicial, agregando en simultaneo el azufre y cal, teniendo cuidado, principalmente con el azufre. El caldo queda listo cuando toma el color de vino tinto, color teja barro o color ladrillo. Finalmente se deja enfriar, se tamiza y se recomienda aplicar una cucharada de aceite comestible para evitar su contacto con el aire, se guarda en un envase con tapa hermética. Puede guardarse de tres meses a un año en lugares protegidos del sol.

2.8. Fungicidas cúpricos.

En este grupo destacan los fungicidas denominados de cobres inorgánicos, como el caldo bordelés (Roncal 2004).

El cobre, actúa como protector de contacto en plantas, al ser aplicado se forma una lámina superficial de protección que evita que las esporas se establezcan y se desarrollen (Tello 2014).

El efecto tóxico de las sales de cobre sobre los hongos es la inhibición de la germinación de las esporas. Cuando se neutraliza el sulfato de cobre ($\text{Cu}(\text{SO}_4)$) con la cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), precipita el sulfato cuprocálcico, que es la

materia activa del caldo bordelés, producto de estructura amorfa, con escasos signos de organización cristalina, estas unidades se unen íntimamente formando una masa continua que se adhiere fuertemente a la superficie vegetal; y, en contacto con el agua presentan una mayor capacidad de liberación de cobre activo y de forma más regular (Losandes 2002).

Caldo bordelés. Fungicida que se puede utilizar para proteger a las plantas de las enfermedades provocadas por hongos que causan diferentes fitoenfermedades como antracnosis, royas, alternariosis, monillasis, mildiu, oidiosis; consiste en una solución de sulfato de cobre ($\text{Cu (SO}_4\text{)}$) neutralizado con cal hidratada (Ca (OH)_2), el cobre es el ingrediente de acción fungicida y la cal interactúa con este, para reducir el efecto desecante que tendría en la planta si fuera aplicado solo (CATIE 2015).

Se caracteriza por su adherencia, que conduce a tener mayor persistencia y resistencia al lavado por lluvias; no se debe aplicar a plantas pequeñas o recién emergidas ni en plantas en plena floración (Gómez 2016).

El cobre, en sus diferentes formulaciones, puede considerarse prácticamente inocuo para la fauna benéfica. Se considera como no tóxico para coccinélidos (*Cyra sp.*), sírfidos (*Allograpta piurana*), crisopas (*Chrisoperla carnea*), míridos (*Orius sp.*), nábidos (*Nabis sp.*), himenópteros (*Apis mellifera*), y demás fauna benéfica. Para ácaros fitófagos (*Tetranychus sp.*) se considera como neutro. Para fauna salvaje es considerado como no tóxico. Para la fauna acuática es medianamente tóxico (Losandes, 2002).

La fitotoxicidad del caldo bordelés disminuye al incrementar la proporción de la cal con respecto al sulfato de cobre, debido a que el cobre (Cu) es el único elemento tóxico contra los patógenos y en ocasiones intoxica las plantas, mientras que la función de la cal es fundamentalmente la de servir de "amortiguador" (Agrios 1996).

Para su preparación se utiliza dos tinajas plásticas. En la primera tina, se disuelve el sulfato de cobre en agua; en la segunda tina se diluye la cal. Luego se mezcla la tina que contiene el sulfato de cobre, sobre la tina que contiene la cal (nunca al revés) y revolver constantemente; se utiliza inmediatamente, aunque se puede conservar hasta tres días (CATIE 2015)

2.9. Ceniza.

Es el producto de la combustión obtenidas de la quema de madera, estiércol de vacunos, residuos de rastrojos, además de las producidas en el fogón. La ceniza debe aplicarse homogéneamente sobre las plantas. En granos almacenados actúa protegiendo contra el ataque de insectos, debe mezclarse homogéneamente con los granos para que ocupe todos los espacios intergranulares y restringir el movimiento de la plaga (Infante y Toledo 2008). Actúa de manera preventiva en el control de enfermedades y plagas. Por su contenido de potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), también aporta nutrientes a las plantas. Se debe aplicar en las primeras horas de la mañana o en las últimas horas de la tarde (CATIE 2015).

2.10. Evaluación de mildiu en Quinoa.

Se refiere a la magnitud del daño que ocasiona *Peronospora sp.* en relación con el área somática y la extensión del terreno cultivado. Los datos de las evaluaciones individuales se deben relacionar a la superficie cultivada, para precisar la acción patogénica y la repercusión en el rendimiento (Roncal 2004).

2.10.1. Incidencia. Corresponde a determinar el número de plantas enfermas, en un área de cultivo. Los datos se obtienen, localizando puntos estratégicos de evaluación; en extensiones uniformes se evalúan las esquinas y el centro y en otras se sigue el muestreo en zigzag, en ambos casos se toman un cierto número de plantas, teniendo en cuenta el tamaño y la densidad del cultivo; generalmente se acostumbra diez unidades por punto escogido, en los cuales se precisa, la cantidad de plantas afectadas; que son aquellas que manifiestan como mínimo un síntoma característico de la Fitoenfermedad; y además se anota el número de plantas sanas (Roncal 2004).

$$\text{Incidencia de la fitoenfermedad} = \frac{\text{número de plantas enfermas}}{\text{número de plantas totales}} \times 100$$

2.10.2. Severidad. Comprende el área afectada de una planta en relación a su soma; los datos obtenidos se traducen a la superficie cultivada. Para calcular el porcentaje de severidad se utilizan diferentes escalas de evaluación, desde las propuestas por Nathan A. Cobb en 1892, hasta aquellas descritas por cada investigador; teniendo en cuenta, la edad de la planta, los órganos afectados, periodo vegetativo, y otras que permitan precisar la magnitud del daño en base a grados de evaluación (Roncal 2004).

$$\textit{Severidad de la enfermedad} = \frac{\textit{Sumatoria del (N}^\circ \textit{ Plantas de Grado } n) \times (\% \textit{ Promedio Grado)}}{\textit{Número total de plantas evaluadas}}$$

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación.

La investigación se realizó en el campo Experimental de Cultivos Andinos - Dirección Regional de Agricultura Cajamarca; ubicado a 3.5 km carretera a Baños del Inca - Cajamarca, 2750 de altitud, coordenadas geográficas 7° 09' 53" latitud sur y 78° 29' 35" longitud oeste (**Fuente:** Dirección Regional de Agricultura Cajamarca).

Tabla 1. Condiciones climáticas promedio durante el periodo de conducción del experimento.

Mes	Condiciones climáticas		
	Temperatura promedio (°C)	Humedad relativa promedio (%)	Precipitación (mm)
Noviembre	15.8	58	63.2
Diciembre	15.8	66	168.1
Enero	15.2	65	99.0
Febrero	15.6	66	126.4
Marzo	15.7	69	117.3
Abril	15.0	65	73.3
Mayo	14.7	65	52.7

Fuente: Estación Meteorológica Agrícola Augusto Weberbauer (2017-2018).

3.2. Materiales.

3.2.1. Material biológico.

Plantas de quinua (*Chenopodium quinoa* var. Blanca Junín).

3.2.2. Material y equipo de laboratorio.

a) **Material de Vidrio:** láminas porta objetos y láminas cubre objetos.

b) **Equipo óptico:** lupa, microscopio, estereoscopio, cámara fotográfica.

3.2.3. Material de campo: rafia, estacas, wincha, lampa, pico, etiquetas, mochila fumigadora, libreta de apuntes, cámara húmeda, balanza.

3.2.4. Otros materiales: bata de protección, aguja hipodérmica N° 25, cinta adhesiva, alcohol 96°, agua destilada, cámaras húmedas de plástico de 500 cc.

3.2.5. Productos fúngicos, para preparar los Tratamientos:

a) Sulfato cúprico ($\text{Cu (SO}_4\text{)}$), azufre (S), cal viva (CaO) y ceniza.

b) Fermentos: Kombucha (***Saccharomyces sp.*** y ***Acetobacter sp.***).

c) Biofungicida: Go isolates (***Bacillus sustilis*** y ***B. amyloliquefaciens***).

3.2.6. Abono: para el presente experimento se consideró 2.5 t*ha^{-1} de gallinaza compostada (N 2.02 %, P_2O_5 3.6 %, K_2O 0.89 %).

3.3 Metodología

3.3.1. Tratamientos.

Tabla 2. Tratamientos en estudio y características.

Tratamientos		
Clave	Nombre del producto	Dosis
T0	Testigo	–
T1	Caldo Sulfocálcico	500 ml de caldo sulfocálcico diluido en 20 L de agua.
T2	Caldo Bordelés	20 g de CaO, más 20 g de sulfato de cobre diluido en 20 L de agua.
T3	Go isolates	60 ml de Go isolates diluido en 20 L de agua.
T4	Kombucha	100 ml de kombucha concentrada, diluido en 1 L de agua.
T5	Ceniza	Sin diluir.

3.3.2. Diseño estadístico.

Se condujo bajo el Diseño Bloques Completos al Azar (BCA), con seis tratamientos y cuatro repeticiones.

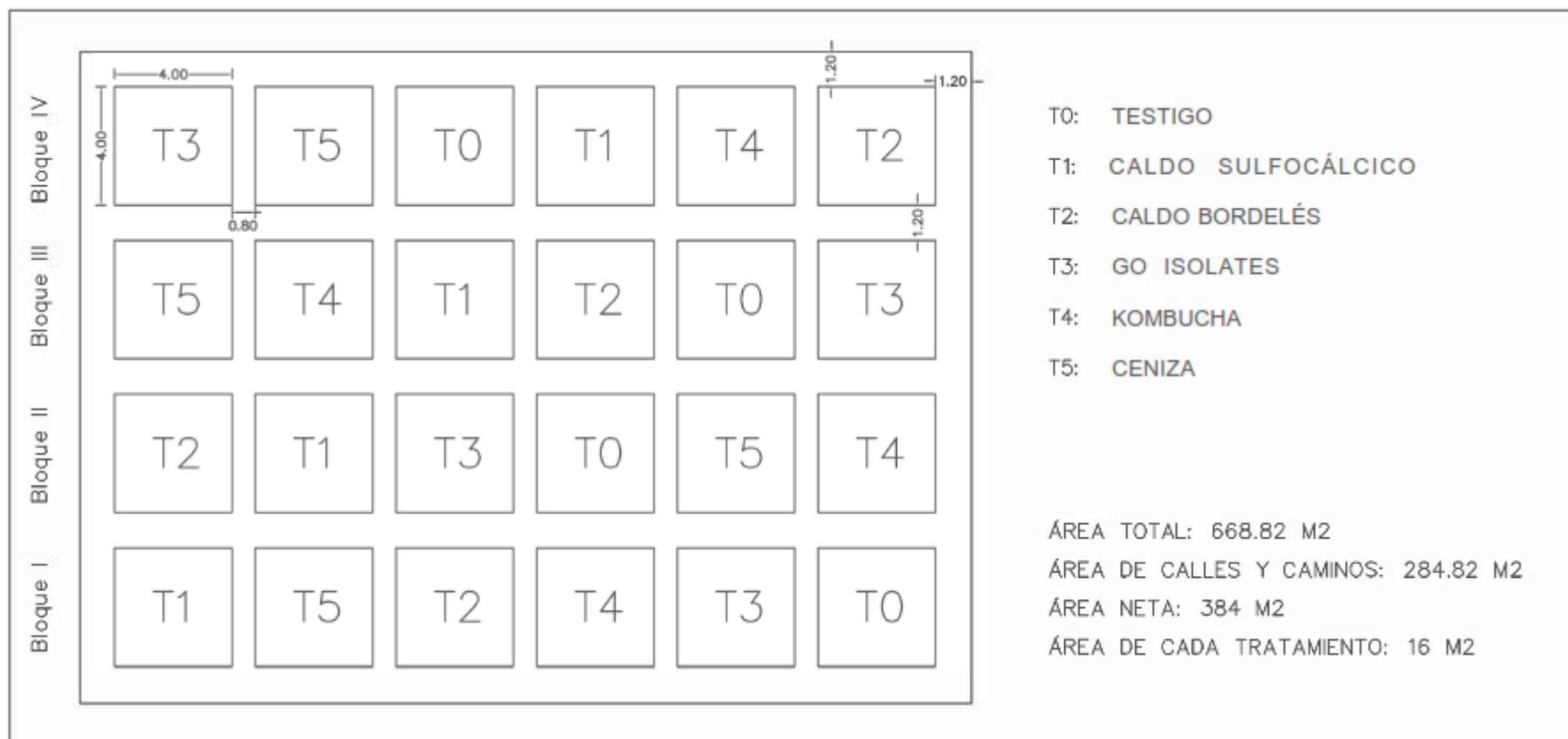


Figura 1. Croquis del diseño experimental

3.4. Labores culturales del cultivo.

3.4.1. Preparación del terreno.

Se realizó con tractor, después de la roturación, se realizó dos cruces, quedando el terreno completamente mullido.

3.4.2. Delimitación de parcelas.

Se realizó con estacas, cordeles y rafia, teniendo en cuenta el diseño experimental. La distancia entre surcos fue 1 m.

3.4.3. Abonamiento y siembra.

Se dispuso el abono en el fondo del surco, inmediatamente después se cubrió con suelo agrícola, sobre el cual se arrojó la semilla en chorro continuo, para luego ser tapada con una capa de suelo, quedando a una profundidad de 2 a 3 cm.

3.4.4. Riego por goteo.

Esta actividad se llevó en las dos primeras semanas de instalado el cultivo y por espacio de dos horas, inter - diarios.

3.4.5. Deshierbo.

Se realizó en forma manual, cuando las plantas tenían en promedio 15 cm de alto; con la finalidad de evitar la presencia de malezas.

3.4.6. Raleo.

Se llevó a cabo cuando las plantas tenían en promedio 25 cm de altura, con la finalidad de evitar un microclima que facilite la presencia de plagas y enfermedades y competencia entre plantas del mismo cultivo.

La densidad de plantas después del raleo fue de 15 plantas por metro lineal.

3.4.7. Aporque.

Se llevó a cabo cuando las plantas tenían en promedio 65 cm de altura.

Esta actividad es importante debido a que retiene la humedad, disminuye la presencia de enfermedades y disminuye el tumbado de plantas.

3.4.8. Cosecha.

Se realizó de manera escalonada, cuando la planta estuvo totalmente seca, defoliada y los granos adquirieron una consistencia resistente a la presión con las uñas; Se cortaron todas las panojas con ayuda de una hoz para luego ser llevados a un ambiente seco para su posterior trillado con ayuda de una trilladora estacionaria, venteado, secado y finalmente pesado.

3.5. Aplicación de fungicidas.

Tabla 3. Aplicación de fungicidas en diferentes etapas fenológicas del cultivo de quinua.

N°	Fecha de aplicación	Altura y datos fenológicos del cultivo
1	15 diciembre 2017	15 cm de altura, cuatro hojas verdaderas.
2	22 diciembre 2017	20 cm, cuatro hojas verdaderas.
3	28 diciembre de 2017	30 cm, seis hojas verdaderas.
4	5 enero de 2018	56 cm de altura, inicio de ramificación.
5	12 enero de 2018	71 cm de altura, dos ramas.
6	19 enero de 2018	94 cm de altura, 6 ramas.
7	26 enero de 2018	110 cm altura, inicio de panojamiento.
8	01 febrero de 2018	118 cm altura, panojamiento.
9	8 febrero de 2018	132 cm altura, inicio de formación del grano.
10	15 febrero de 2018	145 cm altura, grano lechoso.
11	22 febrero de 2018	180 cm altura, grano lechoso.
12	02 marzo de 2018	195 cm altura, grano lechoso.

3.6. Evaluaciones en estudio.

Las evaluaciones de los diferentes tratamientos, se realizaron en el inicio de la formación del grano de quinua.

3.6.1. Incidencia.

Para determinar la sanidad del cultivo, considerando las aplicaciones de los fungicidas se utilizó la siguiente fórmula matemática.

En cada tratamiento, al azar, se tomaron tres plantas del surco central, estas minuciosamente fueron observadas, considerando planta enferma cuando en cada hoja se determinó brotes de presencia de mildiu.

$$\text{Incidencia de la fitoenfermedad} = \frac{\text{número de plantas enfermas}}{\text{número de plantas totales}} \times 100$$

3.6.2. Severidad.

Para determinar la severidad del mildiu en cada tratamiento, se elaboró una escala de evaluación y se utilizó la siguiente fórmula matemática.

$$\text{Severidad de la fitoenfermedad} = \frac{\text{Sumatoria (N° hojas enfermas)(\% mayor del Grado de infección)}}{\text{Número total de hojas evaluadas por planta}}$$

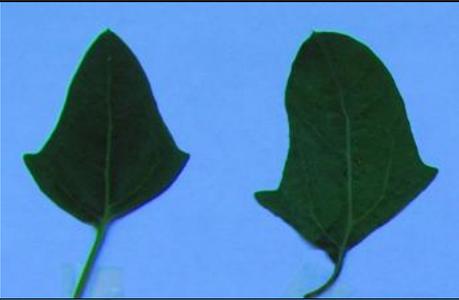
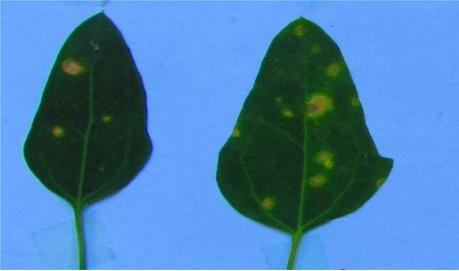
El porcentaje de área foliar afectada por el mildiu, se obtuvo de la muestra de 9 hojas de quinua por parcela; tomadas del tercio inferior, medio y superior. En total fueron 36 hojas evaluadas, por tratamiento.

Las muestras obtenidas fueron tomadas para su posterior evaluación, en la etapa de floración del cultivo de quinua.

Tabla 4. Escalas de evaluación para determinar la severidad del Mildiu (*Peronospora sp.*) en hojas de quinua (*Chenopodium quinoa*).

Grado	% infección	Descripción
0	0 %	Plantas con hojas aparentemente sanas.
1	1 – 25 %	Plantas con hojas con puntos cloróticos.
2	26 – 50 %	Plantas con hojas con manchas cloróticas.
3	51 – 75 %	Plantas con hojas mostrando necrosis pajiza, rodeada de una clorosis generalizada, hasta un 75 %.
4	76 – 100 %	Hojas muertas y defoliadas.

Tabla 5. Escala de evaluación en hojas de quinua.

Grado	% infección	Escala de evaluación
0	0	
1	1 – 25	
2	26 – 50	
3	51 – 75	
4	76 – 100	

3.6.3. Rendimiento de grano de quinua por parcela.

Una vez que el cultivo de quinua estaba apto para cosechar y realizándose todas las actividades correspondientes, se procedió al pesado de granos de quinua obtenidos por cada unidad experimental en Kg, con la ayuda de una balanza electrónica. La obtención de datos se obtuvo de las plantas de los dos surcos centrales de cada parcela, estas fueron cortadas grupalmente y cosechadas con una trilladora estacionaria. Para este caso el rendimiento se estimó a partir del área de los dos surcos centrales (8.0 m²).

3.7. Actividades de laboratorio.

Las muestras de hojas de Quinua, obtenidas en campo con signos de la enfermedad, fueron llevadas al laboratorio de fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca. Se seleccionó hojas de quinua de los diferentes tratamientos, con muestras de infección causada por hongos; se dispuso en cámaras húmedas, para ser observadas después de 24 horas a través del microscopio, para su posterior identificación.

Estas muestras se tomaron durante los primeros síntomas de la enfermedad en las parcelas instaladas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Identificación del patógeno.

En la figura 2, se muestra los síntomas de mildiu (*Peronospora sp.*), en hojas de quinua y el desarrollo de su signo formando el mildiu característico, en forma de felpas de color gris oscuro en el has, además el síntoma de necrosis del parénquima y el halo clorótico respectivo.

En la figura 3, se distingue el esporangioforo sin septos, con ramificación en el tercio superior; estas terminan en dicotomías, conocido como esterigmas, en cuyo ápice se diferencia, crece y desarrolla el esporangio, el cual, en su interior se encuentran las esporas que corresponde al inóculo de este patógeno.



Figura 2. Síntoma de mildiu en hoja de quinua.



Figura 3. Esporangioforo, ramificado, bifurcado y esporangios de *Peronospora* sp.

4.2. Incidencia de mildiu (*Peronospora* sp.) en quinua.

Tabla 6. Porcentaje de incidencia de mildiu (*Peronospora* sp.), en quinua (*Chenopodium quinoa*), evaluado en las parcelas con los tratamientos respectivos.

Tratamientos	Incidencia %
Testigo	100
Caldo Sulfocálcico	100
Caldo Bordelés	100
Go isolates	100
Kombucha	100
Ceniza	100

Los productos utilizados en la presente investigación, no mostraron una eficacia en el control, llegándose a demostrar la incidencia del patógeno en un 100 %, cuya severidad por cada tratamiento fue variable, estos datos muestran controversia de proliferación del fitopatógeno bajo condiciones de humedad mayor a 80 % y temperaturas de 0 – 25 °C; en cambio en nuestro experimento la temperatura promedio fue de 15.4 °C y una humedad relativa promedio de 64.86 %, que para las condiciones de Cajamarca se mostraron adecuadas para que prospere el patógeno.

4.3. Severidad de *Peronospora* sp. en quinua.

4.3.1. Análisis de varianza de severidad del patógeno *Peronospora* sp.

Tabla 7. Severidad de plantas de quinua (%) en DBCA.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
Testigo	69.444	61.111	63.889	63.889	258.333	64.583
Caldo sulfocálcico	47.222	38.889	52.778	38.889	177.778	44.445
Caldo bordelés	44.444	38.889	55.556	52.778	191.667	47.917
Go isolates	47.222	38.889	36.111	47.222	169.444	42.361
Kombucha	44.444	44.444	50.000	41.667	180.555	45.139
Ceniza	41.667	36.111	55.556	52.778	186.112	46.528
Total	294.443	258.333	313.890	297.223	1163.889	48.495

Considerando los datos mostrados la tabla 8, se realizó el análisis de varianza (ANVA), cuyo coeficiente de variabilidad fue de 11.48 %.

Tabla 8. Análisis de varianza de severidad.

Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	F tabular	
					0.05	0.01
Bloques	3	273.6103	91.2034	2.94	3.29	5.42
Tratamientos	5	1313.3288	262.6658	8.47 **	2.90	4.56
Error	15	465.2126	31.0142			
Total	23	2052.1517				

CV = 11.48 %

Esto comprueba que se rechaza la H_0 , es decir que hay diferencias entre tratamientos. Por lo tanto, para determinar donde se hallan las diferencias, se realizará una prueba estadística de rango múltiple.

En la tabla 7, se muestra el porcentaje de severidad de *Peronospora sp.*, en el cultivo de quinua variedad Blanca Junín, tratados con productos naturales, cuyos promedios no alcanzaron el 50 % de infección, en comparación con el testigo que fue afectado en 64.583 %, reporte que, para otros cultivos, se considera como enfermedad devastadora, según la categorización de Stagman y Harrar (Roncal 2004).

En la investigación el porcentaje de severidad del mildiu en quinua, arrojó diferencias estadísticas entre el testigo con el resto de tratamientos; en cambio el análisis de rendimiento, no arrojó diferencias estadísticas entre tratamientos, pero si diferencias numéricas.

Relacionando la severidad de la fitoenfermedad con el rendimiento, encontramos datos controversiales; como por ejemplo las parcelas tratadas con Go isolates (T3), el porcentaje de severidad fue de 42.361 %, caracterizándose como el mejor fungicida, cuya producción fue de 3310.938 kg*ha⁻¹, que corresponde al segundo lugar de rendimiento. De igual manera ocurre con la aplicación de caldo sulfocálcico (T1), cuya infección del patógeno alcanzó el 44.445 % de severidad, ocupando el segundo lugar, pero si el mejor rendimiento con 3496.094 kg*ha⁻¹.

Con la aplicación de caldo bordelés (T2), se obtuvo 47.917 % de severidad, considerado, el tratamiento menos efectivo contra *Peronospora sp.*; pero referente al rendimiento este tratamiento ocupó el tercer lugar con 3093.75 kg*ha⁻¹.

La severidad del mildiu en quinua, tratado con Kombucha (T4), fue de 45.139 % de severidad, ocupando el tercer lugar; cuyo rendimiento fue de 3057.031 kg*ha⁻¹, que en orden de mérito ocupa el cuarto lugar.

Empleando ceniza (T5), el porcentaje de severidad de mildiu en quinua, fue de 46.528 %, ocupando el cuarto lugar y en rendimiento ocupó el último lugar, con 2908.594 kg*ha⁻¹, dato que supera al promedio de producción de quinua a nivel nacional (2 500 kg*ha⁻¹). El más alto porcentaje de severidad de mildiu en quinua se obtuvo con el tratamiento testigo (T0), con 64.583 %; cuyo rendimiento fue de 2969.531 kg*ha⁻¹.

Referente a los componentes de los productos, utilizados como fungicidas orgánicos y el biofungicida Go isolates, reportamos que sí tuvieron efecto contra el patógeno *Peronospora sp.*

En todos los tratamientos, las infecciones del mildiu en quinua, mayormente se presentan en hojas del tercio inferior y medio de la planta; si se trata del tercio inferior, estas hojas ya se encuentran seniles, cuyo proceso fotosintético no tiene repercusión en el llenado del grano; dato semejante ocurre con la infección en hojas del tercio medio. El rendimiento superior al promedio nacional, se debió a que las hojas del tercio superior de la planta, incluso las pequeñas hojas en el interior de la panoja no fueron afectadas por el hongo y cuya fotosíntesis sí tuvo que ver con el rendimiento.

El biofungicida Go isolates, fue el que mostró menor porcentaje de severidad (42.361 %) en este cultivo, indicando que sus microorganismos integrantes *Bacillus subtilis* y *B. amyloliquefaciens*, fueron favorecidos por la humedad del ambiente que fue de 64.86 % en el periodo que se desarrolló la investigación, permitiendo la

producción de antibióticos contra el inóculo de este patógeno; no favoreciendo la germinación del inóculo esporangio, esta característica es reportada por la casa comercial. Referente al rendimiento, ocupa el segundo lugar, la diferencia es sólo numérica más no estadística.

Aplicando caldo sulfocálcico se consiguió el 44.445 % de severidad, ocupando el segundo lugar y el primero en rendimiento con 3496.094 kg*ha⁻¹. Referente al efecto nocivo del producto contra *Peronospora sp.*, se conoce que el azufre (S) tiene comportamiento fungicida de contacto, además en mezcla con la cal agrícola, forman el compuesto sulfuro de calcio (CaS), que tiene propiedades fungicida, como lo reporta Carrero y Planes (2008), además la cal, cuando se hidrata forma hidróxido de calcio, que penetra dentro de la célula, en donde el Calcio (Ca) integra la pared celular, fortaleciendo a la célula y por lo tanto a la planta como lo reporta Roncal (2004), también actúa reduciendo el efecto desecante de la planta (Losandes 2002).

Referente al mayor rendimiento conseguido, determinamos que caldo sulfocálcico protege a los órganos fotosintéticamente activos, favoreciendo la fotosíntesis transformada en peso de grano.

Utilizando caldo bordelés, el patógeno se disemina con facilidad en la planta ocupando el 47.917 %, de severidad que fue el que ocupó en más alto nivel. Este valor no se refleja con el rendimiento, que fue de 3093.750 kg*ha⁻¹, ocupando el tercer lugar. Estos datos controversiales se deben a que el patógeno mayormente prospera en hojas del tercio inferior y medio que limitadamente contribuyen con la fotosíntesis en beneficio de formar grano.

El porcentaje alto de severidad; se debe a que este producto no muestra especificidad para controlar mildiu; además especulamos se debió a la baja cantidad de sulfato de cobre y cal que se utilizó en la preparación de este tratamiento. Dado a que el INTA (2013) indica una dosis 80 g de sulfato de cobre y 80 g de cal mezclado en 20 L de agua, para un mejor control.

La fitotoxicidad del caldo bordelés disminuye al reducir la proporción de la cal, esto debido al cobre, el cual es el único elemento tóxico contra patógenos, mientras que la función de la cal es de servir de amortiguador, como lo indica Agrios (1996).

Aplicando kombucha, consideramos que el tratamiento no fue tan eficaz, en el control de mildiu en quinua, dado a que no se había tenido reportes de aplicaciones de este producto en campo, principalmente para el control de ***Peronospora sp.***, pero si, en contra de otros fitopatógenos, en condiciones in vitro, como lo reportan Miranda y Roncal (2014), en control de hongos fitopatógenos utilizando este producto orgánico, solo se han dado en pruebas de laboratorio, el cual tuvieron buenos resultados; pero no se realizaron pruebas en campo, para ver el efecto que tiene este producto en el control de mildiu.

Las plantas de quinua tratadas con ceniza, mostraron un resultado deficiente en el control de ***Peronospora sp.*** consiguiendo el 46.528 % de severidad y el rendimiento más bajo entre todos los tratamientos incluido el testigo. La aplicación de este producto se realizó sin diluir en agua, como no es el caso de los demás productos que si fueron diluidos; es una de estas las razones para un control deficiente del patógeno, dado a qué condiciones ambientales en las épocas de desarrollo del cultivo en campo, fueron desfavorables esto debido a las fuertes precipitaciones y vientos que asieron que este producto sea deficiente.

4.3.2. Prueba estadística de comparación múltiple de Duncan.

Se usó esta prueba ya que se alcanzó una buena precisión en el experimento, es decir nuestro coeficiente de variabilidad es bajo (11.48 %). Dado a que nuestra precisión es buena se incurrió en la elaboración de esta prueba.

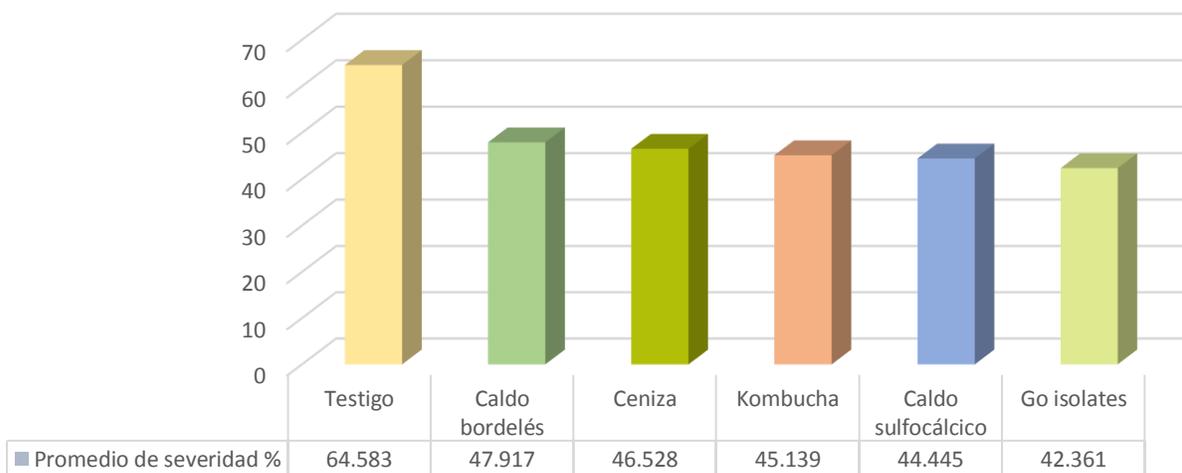
Tabla 9. Resumen de comparaciones entre promedios de severidad.

Tratamientos	Promedio de severidad (%)	Prueba Duncan
Testigo	64.583	A
Caldo bordelés	47.917	B
Ceniza	46.528	B
Kombucha	45.139	B
Caldo sulfocálcico	44.445	B
Go isolates	42.361	B

La prueba de comparaciones múltiples de Duncan, indica que:

Existe diferencias estadísticas entre el tratamiento testigo (T0) con el resto de tratamientos, el cual alcanzó los más altos índices de severidad con 64.583 %.

Gráfico 1. Porcentaie de severidad del mildiu en los tratamientos.



No hay diferencias estadísticas entre el resto de tratamientos (Caldo bordelés, Ceniza, Kombucha, Caldo sulfocálcico, Go isolates), pero si diferencias numéricas.

4.4. Rendimiento de unidades experimentales.

Tabla 10. Promedio de rendimiento (kg*há⁻¹) de parcelas de quinua.

Tratamientos	Rendimiento (kg*há ⁻¹)
Caldo sulfocálcico	3496.094
Go isolates	3310.938
Caldo bordelés	3093.750
Kombucha	3057.031
Testigo	2969.531
Ceniza	2908.594

Considerando los datos mostrados la tabla 11, se realizó el análisis de varianza (ANVA), cuyo coeficiente de variabilidad fue de 10.80 %.

4.3.1. Análisis de varianza de rendimiento en quinua.

Tabla 11. Análisis de varianza del rendimiento.

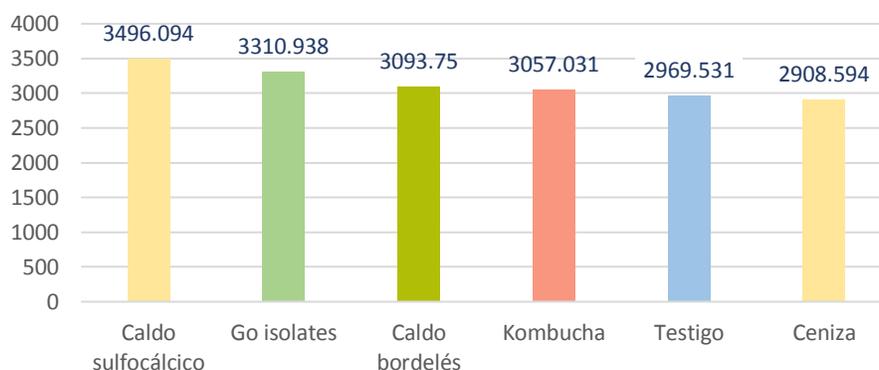
Fuentes de variación	Grados libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	F tabular	
					0.05	0.01
Bloques	3	1.041	0.3470	1.18	3.29	5.42
Tratamientos	5	2.536	0.5072	1.73	2.90	4.56
Error	15	4.403	0.2935			
Total	23	7.980				

$$CV = 10.80 \%$$

Esto comprueba que no se rechaza la H_0 , es decir que no hay diferencias significativas entre tratamientos, por lo que no se realizó la prueba de rango múltiple.

El análisis de variancia (tabla 11) indica que los tratamientos para el control de mildiú en quinua Blanca de Junín no encontraron diferencias significativas en el rendimiento, entre bloques y tratamientos, por lo que no se realizó la prueba de rango múltiple.

Gráfico 2. Rendimiento del grano de quinua ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).



Según el ANVA no se encontraron diferencias estadísticas, pero si diferencias numéricas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. El tratamiento que tuvo mejor efecto en el control de *Peronospora sp.* fue Go isolates; evaluándose una severidad de 42.361 %. Ocupando el segundo lugar en rendimiento con 3310.938 kg*ha⁻¹.

5.2. El segundo mejor tratamiento para el control de *Peronospora sp.* en quinua fue el caldo sulfocálcico con 44.445 % de severidad y en rendimiento ocupó el primer lugar con 3496.094 kg*ha⁻¹.

5.3. Aplicando kombucha se evaluó 45.139 % de severidad de *Peronospora sp.*, ocupando el tercer lugar; ocupando el cuarto lugar en rendimiento con 3057.031 kg*ha⁻¹.

5.4. El tratamiento con caldo bordelés presentó un 47.917 % de severidad de *Peronospora sp.*, con un rendimiento promedio de 3093.750 kg/ha⁻¹. Y el T5 (ceniza) con un 46.528 % de severidad y un rendimiento de 2908.594 kg/ha⁻¹.

5.5. Se recomienda para posteriores investigaciones; realizar evaluaciones de incidencia y severidad de *Peronospora sp.*, en los diferentes estados fenológicos del cultivo de quinua, para tener una mejor evaluación del daño causado por este fitopatógeno.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Agrios, G.N. 1996. Fitopatología. 2 ed. México, Editorial Limusa. 838 p.

Alexopoulos, CJ; Mims, CW. 1979. Introductory Mycology. 3ed. New York, Estados Unidos. s.e. 632 p.

Bioflora 2017. Resistencia a las enfermedades para cultivos de verano usando Go isolates (en línea). Consultado el 15 de agosto del 2019. Disponible en <https://www.bioflora.com./disease-resistance-spring-crops-using-go-isolates/>

Bonifacio A., Vargas A. 2000. Variedad de quinua Jacha Grano. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia, Boletín Técnico Nro. 4 p.

Carrero, JM. 1996. Lucha Integrada contra Plagas Agrícolas y Forestales. Madrid, España, editorial Mundi-Prensa. 256p.

Carrero, JM; Planes, S. 2008. Plagas del campo. 13 ed. Madrid, España, editorial Mundi-Prensa. 775 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2015. Técnicas básicas para la elaboración de insumos agroecológicos. Guatemala. 28 p. consultado 25 octubre 2019. Disponible en <https://www.catie.ac.cr/guatemala/attachments/article/18/tecnicas-basicas-para-la-elaboracion-de-insumos-peque.pdf>

Cervantes, N; Medina, F. 2016. Evaluación del Rendimiento del Cultivo de Quinua (*Chenopodium quinoa* willd), en el Sector de Pumaranra, Anexo Kerapata del Distrito de Tamburco. Tesis. Abancay, Apurimac-peru, Universidad Tecnológica de los Andes. 99 p.

Danielsen, S; Ames, T. 2000. El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la Quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina: manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno. Centro Internacional de la papa, Lima, Perú. 32 p.

Diómedes, Z. 1985. Manual de horticultura para el Perú. Barcelona, España. Editorial Manfer. 120 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); INIA (Instituto Nacional de Información Agraria. 2013. Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú. Lima, Perú. 79 p

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura); UNALM (Universidad Agraria La molina). 2016. Guía de cultivo de la Quinua. 2 ed. Lima, Perú. 123 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016. Quinua manejo integrado de plagas: estrategias en el cultivo de la Quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina (en línea). Santiago, Chile. 189 p. consultado 20 mayo 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6038s.pdf>.

Flores Martínez, JV; Alanya Ccope, YE; Chilquillo Meneses, MD; Chávez Centeno, V; Cusiato Santiago, GE; Sarmiento Palomino, RJ; Pujaico Salvatierra, G; Risco Mendoza, A. 2010. Proyecto integral de quinua: tecnología productiva de la quinua. Perú, Solid OPD. 74p. consultado 20

diciembre 2018. Disponible en <https://librosagronicosperu.blogspot.com/2016/02/quinua-descargar-gratis-libros-de.html>.

Gómez, E.B. 2016. Efectos de tres Fungicidas en el Control de *Peronospora farinosa* en *Chenopodium quinoa* Willd. Var. Illpa-Inia en el caserío Pueblo Nuevo - Santiago de Chuco. Tesis. Universidad Nacional de Trujillo.

Huaripata Chico, CA. 1991. Estudio de dos variedades y un ecotipo de quinua (*Chenopodium quinoa* willd) con tres densidades de siembra en Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 64 p.

INIA. 2020. Manual técnico: Plagas de la quinua, manejo integrado para una agricultura sostenible y resiliente. Lima, Perú. 92 p.

Castellanos, JZ. 2014. Acidez del Suelo y su Corrección. Hojas Técnicas de Fertilab, México. 4 p. consultado 02 noviembre 2018. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo>.

León, B. 2016. Biocontrol del Mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum.) de la quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) con cepas de *Trichoderma* sp con Capacidad Endofítica. Tesis. Puno- Perú, Universidad Nacional del Altiplano. 128 p.

López Escobar, JF. 2017. Evaluación de *Bacillus amyloliquefaciens* sobre incidencia de *Fusarium oxysporum* en arveja china. Tesis Ing. Agrónomo. Guatemala, Universidad Rafael Landivar. 35 p. Consultado 15 agosto del 2019. Disponible en <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisortiz/2017/06/17/lopez-juan.pdf>.

Losandes. 2002. Acción y mecanismo del cobre contrarrestando enfermedades en las plantas. Consultado 15 julio 2019. Disponible en <http://www.losandes.com.arg>

Madigan, MT; Martinko, JM; Parker, J. 2002. Biología de los microorganismos. 10 ed. Madrid, España, s.e. 1096 p.

Miranda, L. Roncal, M. 2014. Propiedades antagónicas de kombucha a fitopatógenos fungosos en condiciones "In Vitro". Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 62 p.

Mosqueira Chavez, WR. 1996. Comparativo de doce cultivares de quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) en dos localidades de la provincia de Cajamarca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 78 p.

Muradian, M. 2015. *Bacillus amyloliquefaciens*. Consultado 03 noviembre 2017. Disponible en: https://microbewiki.kenyon.edu/index.php/Bacillus_amyloliquefaciens

Núñez Torreblanca, N. 2019. La Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) alternativa de seguridad alimentaria para zonas desérticas. Consultado 10 enero 2022. Disponible en: <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/472>

Ortiz, R., Danielsen, S., Ames, T., Castro, A. 2004. Cultivos Andinos FAO. Capítulo V: plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Consultado 8 de enero 2022. <http://www.r1c.fao.org/el/agricultura/produ/sdrórnc/contenido/libro03/cap5.htm#17>

Paz Luis. 2014. Inteligencia Prospectiva Estratégica, Balances y Perspectivas sobre el consumo Nacional e Internacional de la Quinua. Sierra Exportadora.

Consultado 13 agosto 2019. Disponible en <http://www.sierraexportadora.gob.pe/descargas/prospectiva/Quinoa/Inteligencia>

Restrepo, J. 2016. El ABC de la agricultura orgánica y harinas de roca. 1ra edición. Editorial SISMAS.

Rojas Coba, RE. 2016. Eficiencia de productos naturales en el control del mildiu (*Peronospora farinosa*) en quinua (*Chenopodium quinoa* willd Var. Altiplano) en el distrito de Baños del Inca. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 96 p.

Roncal Ordoñez, MS. 2004. Principios de la Fitopatología Andina. Lima, Perú, editorial Grafica Bracamonte. 420 p.

Tapia, M; Gandarillas, H; Alandia, S; Cardozo, A; Mujica, A; Ortiz, R; Otazu, V; Rea, J; Salas, B; Zanabria, E.1979. La Quinoa y la Kañiwa Cultivos Andinos. Colombia. IICA. 227p.

Tapia, ME. 1990. Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. IICA. 205 p.

Tejada C, T y Escobal V, F. 2014. El caldo sulfocálcico para el control de plagas. Instituto de Innovación Agraria. Cajamarca, Perú.

Tello, CE. 2014. Efecto del óxido cuproso, hidróxido de cobre y tebuconazole, en *Moniliophthora perniciosa*, en el cultivo de *Theobroma cacao*, variedad criolla, satipo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo.

Toledo, J; Infante, F. 2008. Manejo integrado de plagas. México, editorial Trillas. 327 p.

Torres Rojas, MF. 2016. Propiedades antagónicas de diluciones de Kombucha contra *Sclerotium cepivorum* Berk. Tesis Ing. Agrónomo. Cajamarca, Perú, UNC. 77 p.

ANEXOS

Tabla 12. Rendimiento de granos de quinua (kg* há^{-1}) en DBCA.

Tratamientos	Repeticiones				Total	Promedio
	I	II	III	IV		
Testigo	2578.125	3246.875	3046.875	3006.250	11878.125	2969.531
Caldo sulfocálcico	3637.500	3625.000	3337.500	3384.375	13984.375	3496.094
Caldo bordelés	3359.375	2768.750	3440.625	2806.250	12375.000	3093.750
Go isolates	3453.125	3550.000	3075.000	3165.625	13243.750	3310.938
Kombucha	2490.625	3818.750	2715.625	3203.125	12228.125	3057.031
Ceniza	2493.750	3112.500	2956.250	3071.875	11634.375	2908.594
Total	18012.500	20121.875	18571.875	18637.500	75343.750	3139.323



Figura 4. Delimitación del terreno.



AGRONOMÍA
UNC

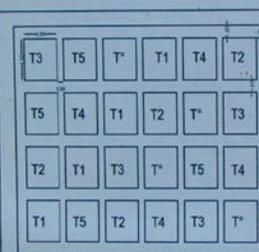
Proyecto Tesis

"EVALUACIÓN DE CINCO FUNGICIDAS ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DE MILDIU (Peronospora sp.) EN QUINUA (Chenopodium quinoa) EN CAJAMARCA"



DATOS GENERALES	
VARIEDAD	BLANCA DE JUNIN
FECHA DE SIEMBRA	09 DE NOVIEMBRE DEL 2017
CICLO VEGETATIVO	160 A 180 DIAS
TRATAMIENTOS	-CALDO SULFOCALCICO -CALDO BORDALEZ -GO ISOLATES -KOMBUCHA -CENIZA
REPETICIONES	CUATRO

Figura 4. Croquis del diseño experimental



T* TESTIGO

T1 CALDO SULFOCALCICO

T2 CALDO BORDALEZ

T3 GO ISOLATES

T4 KOMBUCHA

T5 CENIZA

AREA TOTAL: 600.00 M²

AREA DE CALLES Y CANCHOS: 200.00 M²

AREA NETA: 300.00 M²

AREA DE CADA TRATAMIENTO: 75.00 M²



Figura 5. Cartel del campo experimental.



Figura 6. Evaluación del mildiu en quinua.



Figura 7. Deshierbo de parcelas de quinua.



Figura 8. Plantas de quinua con síntomas de mildiu.



Figura 9. Preparación del caldo sulfocálcico.



Figura 10. Preparación del caldo bordelés.



Figura 11. Aplicación de Go isolates.



Figura 12. Aplicación de ceniza.



Figura 13. Caída de hojas ocasionado por el mildiu.



Figura 14. Inicio de floración en quinua.



Figura 15. Escala de evaluación de mildiu.



Figura 16. Tratamiento 1 (Caldo sulfocálcico).



Figura 17. Tratamiento 3 (Go isolates).



Figura 18. Pesado de granos de quinua.