

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES PARA EL
CONTROL DEL MILDIU (*Peronospora variabilis* Gäum) EN QUINUA
(*Chenopodium quinoa* Willd.)**

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

RONALD IDROGO HERRERA

Asesores:

MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ

TORIBIO NOLBERTO TEJADA CAMPOS

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 diecisiete días del mes de mayo del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2C - 211 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 023-2022-FCA-UNC, de fecha 18 de febrero del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: **"EVALUACIÓN DE PRODUCTOS NO CONVENCIONALES PARA EL CONTROL DE MILDIU (*Peronospora variabilis* Gäum.) EN QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd.)"**, realizada por el Bachiller **RONALD IDROGO HERRERA** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diez horas y veinte 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 catorce (14); 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 cinco minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

M. Cs. John Víctor López Orbegoso
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Jesús Hipólito De La Cruz Rojas
SECRETARIO

Ing. Uñas Mostacero Plasencia
VOCAL

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez
ASESOR

Dr. Toribio Nolberto Tejada Campos
ASESOR

DEDICATORIA

A DIOS, por ser mi fortaleza, mi guía, porque nunca te has desentendido de mí, porque tú me guiaras y me encaminaras en mi vida profesional y me das el conocimiento y la sabiduría para aprender día tras día nuevos conocimientos en mi vida profesional.

A mis queridos padres, Riol y María que son los tesoros más grandes que Dios me dio, ellos son la inspiración para la culminación de este trabajo de investigación.

A mi hermana Lilian y mi sobrina Andrea, por brindarme cariño, comprensión y motivación para seguir adelante en mi vida profesional.

A mis queridos abuelos y tíos por el apoyo constante que me brindaron en cada momento para seguir adelante y crecer en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la vida, la salud y permitir hacer realidad mis metas y objetivos soñados, también porque ha permitido que este trabajo sea culminado de manera exitosa.

A toda mi familia que me apoyaron siempre e hicieron realidad mis sueños de ser un profesional de bien para la sociedad, gracias mil gracias a ellos por inculcarme valores morales y éticos día tras día.

Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez, ing. Toribio Nolberto Tejada Campos y a todos mis profesores de la Universidad Nacional de Cajamarca por apoyarme y brindarme sus conocimientos científicos, estoy infinitamente agradecido, porque ellos son profesionales que desempeñan labores de trabajo, eficiencia y eficacia.

A mis compañeros y amigos que compartimos momentos inolvidables de felicidad, tristezas, diversión que quedara para recuerdo, les deseo a ellos que logren sus metas y objetivos trazados para así poder crecer todos nosotros como profesionales de éxito durante toda nuestra vida.

ÍNDICE

Contenido.....	página
Resumen	i
Abstract.....	ii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Formulación del problema	2
1.2. Objetivo de la investigación.....	2
1.3. Hipótesis de la investigación	2
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Antecedentes de control de mildiu, en quinua.....	3
2.2. Generalidades de la quinua	5
2.2.1. Descripción botánica	5
a. Raíz	5
b. Tallo.....	5
c. Hojas	5
d. Inflorescencia	5
e. Flores	5
f. Fruto.....	6
2.2.2. Taxonomía	6
2.3. Fenología de la quinua.....	6
a. Pre – emergencia	6
b. Emergencia	6
c. Hojas verdaderas.....	6
d. Cuatro a seis hojas verdaderas	6
e. Ramificación	6
f. Inicio de panoja.....	6
g. Panojamiento.....	7
h. Inicio de floración.....	7
i. Floración.....	7
j. Grano lechoso	7

k. Grano pastoso	7
l. Madurez fisiológica	7
2.4. Condiciones agroclimáticas	7
2.4.1. Temperatura	7
2.4.2. Fotoperíodo	8
2.4.3. Requerimientos de humedad.....	8
2.4.4. Suelos	8
2.5. Mildiu de la quinua	8
2.5.1. Agente causal.....	8
2.5.2. Morfología	9
2.5.3. Ciclo de vida.....	11
2.5.4. Epidemiología.....	12
2.5.5. Síntomas	13
2.5.6. Evaluación del patógeno	13
2.5.7. Manejo integrado para controlar mildiu en quinua	15
a. Control cultural	15
b. Control biológico y químico	15
c. Resistencia y tolerancia	16
2.6. Fungicidas tradicionales para controlar mildiu en quinua	16
2.6.1. Caldo sulfocalcico	16
2.6.2. Caldo bordalés	16
2.6.3. Bicarbonato de sodio.....	17
2.6.4. Bicarbonato de potasio.....	17

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	18
3.2. Materiales	18
3.2.1. Material biológico.....	18
3.2.2. Equipos de laboratorio	18
3.2.3. Materiales de campo	18
3.2.4. Materiales de gabinete	19
3.3. Metodología	19
3.3.1. Distribución de tratamientos en el campo experimental	19

3.3.2. Diseño estadístico	19
3.3.3. Descripción de fungicidas no convencionales utilizados como tratamientos en la presente investigación	20
a. T1: Caldo sulfocálcico.....	20
b. T2: Caldo bordalés	20
c. T3: Bicarbonato de sodio.....	20
d. T4: Caldo sulfocálcico + Bicarbonato de Sodio.....	20
e. T5: Caldo bordalés + Bicarbonato de Sodio	20
f. T6: Leche + Bicarbonato de Sodio	21
g. T7: Suero de leche + Bicarbonato de Sodio	21
h. T8: Trivia 727 (fungicida químico comercial).....	21
i. T9 Testigo sin control	21
j. T10: Testigo aspersion con agua.....	21
3.3.4. Actividades realizadas en campo	21
a. Preparación de terreno	21
b. Primer Abonamiento y siembra	21
c. Deshierbo	22
d. Raleo	22
e. Segundo abonamiento y aporque	22
f. Plagas y enfermedades	22
g. Siega	22
h. Secado.....	23
i. Trilla.....	23
j. Venteo	23
k. Almacenamiento	23
3.3.5. Variables evaluadas	23
a. Porcentaje de severidad en follaje en los tercios superior, medio e inferior de la planta.....	24
b. Rendimiento de grano.....	24

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES.....25

4.1. Porcentaje de severidad de mildiu (*Peronospora variabilis*) en quinua (*Chenopodium quinoa*), en estado de formación del grano25

a. Severidad de mildiu en el tercio superior de la planta durante la formación de grano25

b. Daño foliar en el tercio medio de la planta durante la formación de grano28

c. Daño foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación de grano31

4.2. Rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa*).....33

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES35

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA.....36

ANEXOS.....38

RESUMEN

La presente Tesis tuvo como objetivo “determinar el fungicida no convencional, recomendable para el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el cultivo de quinua *Chenopodium quinoa* Willd)”. Para esta investigación se utilizó la variedad INIA – 420; instalado en la localidad de Marcobamba, distrito Namora, departamento Cajamarca – Perú; bajo el Diseño Experimental de Bloques Completamente Randomizado (DBCR), con 10 tratamientos: caldo sulfocalcico (T1), caldo bordalés (T2), bicarbonato de sodio (T3), caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio (T4), caldo bordalés + bicarbonato sodio (T5), leche + bicarbonato de sodio (T6), suero + bicarbonato de sodio (T7), testigo químico (Trivia 727) (T8), testigo sin aplicación (T9) y un testigo con aspersion con agua (T10). Para cumplir con el objetivo se tuvo en cuenta evaluar el daño foliar, en el tercio superior, medio e inferior de la planta durante la formación del grano y el rendimiento respectivo. Concluyendo que los tratamientos T1, T4 y T5, se considera que tiene efecto fungicida contra *P. variabilis*, cuyos rendimientos de grano fueron de 954.47; 806.25 y 903.12 kg ha⁻¹, respectivamente; valores estadísticamente inferiores al T8 (testigo químico) que fue de 1179.02 kg ha⁻¹. Estos fungicidas no convencionales son accesibles a la economía del agricultor de la sierra norte del Perú.

Palabras claves: Esporangióforo, Esporangio, Haustorio, Hifa, Dicotómico, Anteridio, Oogonio.

ABSTRACT

The objective of this Thesis was "to determine the non-conventional fungicide, recommended for the control of mildew (*Peronospora variabilis* Gäum) in the cultivation of quinoa *Chenopodium quinoa* Willd)". For this investigation, the INIA – 420 variety was used; installed in the town of Marcobamba, Namora district, Cajamarca department - Peru; under the Completely Randomized Block Experimental Design (RCDB), with 10 treatments: sulfocalcic broth (T1), Bordeaux mixture (T2), sodium bicarbonate (T3), sulfocalcic broth + sodium bicarbonate (T4), Bordeaux mixture + sodium bicarbonate (T5), milk + sodium bicarbonate (T6), whey + sodium bicarbonate (T7), chemical control (Trivia 727) (T8), control without application (T9) and a control with water spray (T10). To meet the objective, it was taken into account to evaluate the foliar damage, in the upper, middle and lower third of the plant during grain formation and the respective yield. Concluding that treatments T1, T4 and T5 are considered to have a fungicidal effect against *P. variabilis*, whose grain yields were 954.47; 806.25 and 903.12 kg ha⁻¹, respectively; values statistically lower than T8 (chemical control) which was 1179.02 kg ha⁻¹. These unconventional fungicides are accessible to the economy of the farmer in the northern highlands of Peru.

Keywords: Sporangiphore, Sporangium, Haustorium, Hypha, Dichotomous, Antheridium, Oogonium.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) al igual que el maíz (*Zea mays* L.), quiwicha (*Amaranthus caudatus*), oca (*Oxalis tuberosa*), olluco (*Ullucus tuberosus*), papa (*Solanum tuberosum*); y otros cultivos andinos, constituyen históricamente los principales alimentos del hombre andino (Estrada, Apaza y Delgado 2012).

La quinua, a partir de la primera década del siglo XXI, se ha constituido en cultivo de expectativa para el agricultor de costa y sierra, principalmente de Perú, Ecuador y Bolivia; debido a la demanda que ha empezado a generarse en los mercados locales, regionales e internacionales (Estrada, Apaza y 2012).

Sin embargo, como cualquier otro cultivo es afectada por diversas enfermedades, destacando entre ellas el mildiu, cuya causa es *Peronospora variabilis* Gäum (Risco 2014), patógeno que se presenta en los diferentes estados fenológicos de la planta, causando pérdidas de consideración, en las diferentes regiones del Perú (Calixtro 2017).

Para controlar a este patógeno, los agricultores de la Región Cajamarca, utilizan productos químicos, cuyos remanentes tóxicos, han impedido su exportación. Razón por lo cual decidimos, realizar la presente investigación, utilizando fungicidas no convencionales que por la naturaleza de su composición son, biodegradables y amigables con el medio ambiente, con alternativa frente a los fungicidas sintéticos para así poder garantizar un producto orgánico de calidad.

1.1. Formulación del problema

¿Qué fungicida no convencional, controla el mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd)?

1.2. Objetivo de la investigación

Determinar el fungicida no convencional, recomendable para el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el cultivo de quinua *Chenopodium quinoa* Willd).

1.3. Hipótesis de la investigación

Existen fungicidas no convencionales que controlan el mildiu (*Peronospora variabilis* Gäum) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de control de mildiu, en quinua

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) y potasio (KHCO_3), en proporción de 2000 ppm, causan la ruptura de las paredes celulares de diferentes hongos; de esta manera se inhibe la germinación de esporangios y oidiosporas, respectivamente, además se altera la morfología de esporangioforos y conidióforos; incrementando su tamaño (Bettiol 2006).

Estudios realizados en la Universidad Nacional de Cajamarca, utilizando *Trichoderma harzianum*, *T. viride*, Aminovigor, caldo sulfocalcico, kombucha 1, kombucha 2, calceja, calcecarja, fungicida químico y el respectivo testigo; se determinó que los mejores productos naturales, contra Mildiu en quinua, fue la Calcecarja y Aminovigor (Rojas, Tejada y Roncal 2015).

Leche cruda de vaca, pulverizada en las plantas, una vez por semana, en las concentraciones del 5 a 10 %, controla Oidiosis de la calabaza (*Cucurbita máxima*) y pepino (*Cucumis sativus*) con efectividad semejante a los fungicidas químicos (Bettiol 2006).

Aplicaciones de caldo bórdales, caldo sulfocalcico y caldo silicosulfocalcico reducen la incidencia y severidad del mildiu en quinua, generando mayor rendimiento en kg ha^{-1} (Benítez 2016).

En Brasil se comercializa el producto natural "Milsana", extraído de *Reynoutria sachalinensis* (maleza enlazada gigante o maleza enlazada sakhalin japonesa) y promueve la formación de fitoalexinas y antioxidantes, y estimulando el engrosamiento de las paredes celulares dificultando la germinación y penetración del tubo germinativo de la causa de oidiosis en cucurbitáceas y el rosal (Bettiol 2006).

Preparando una solución de leche de vacuno y jengibre = kion (*Zingiber officinale*), se obtiene un fungicida que controla la cenicilla = oidiosis de tomate (*Solanum lycopersicum*); resultados semejantes se obtienen con macerado de ajo (*Allium sativum*), menta (*Mentha piperita*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y la mezcla de cebolla (*Allium cepa*) con ajo, también dan buenos resultados en el control de esta oidiosis (Delucchi., *et al* 2012).

En Estados Unidos se comercializa el producto, Elexa 4PD, que contiene 4% de quitosana (quitina = polisacárido natural), producto extraído de caparazones de crustáceos, y se utiliza para el control de oidiosis y mildiu (Bettiol 2006).

El uso de cobre, actúa como protector de contacto en plantas, al aplicarlo se forma una lámina superficial de protección que evita que las esporas se establezcan y se desarrollen. No logrando penetrar a los tejidos de las plantas. Asimismo, al aplicar cobre se forma una película sobre las hojas de las plantas. Además, el cobre contenido en los tratamientos se disuelve en una muy pequeña proporción y los iones Cu^{2+} son absorbidos por contacto por los microorganismos que intentan establecerse en las plantas en la etapa de germinación de las esporas. Por lo que el Cu^{2+} sustituye a otros metales esenciales para la vida de los patógenos en cantidades infinitesimales produciendo una intoxicación y la muerte (Tello 2014).

Además, el cobre para el control de hongos en plantas, su acción es en los esporangios y las zoosporas en las que desnaturalizan enzimas de la cadena respiratoria, consiste en la inhibición de la transferencia de electrones en la respiración celular, el metabolismo energético en el ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa, afecta la germinación de las esporas, evitando así la aparición de ataques secundarios de la enfermedad (Tun 2008).

De otro lado; la acción del azufre, altera mecanismos metabólicos que bloquean la respiración celular e inhiben la síntesis de ácido nucleico y la formación de proteínas (Cruz s.f.).

2.2. Generalidades de la quinua

Especie domesticada y cultivada en el Perú desde épocas prehispánicas, desde 0 a 4000 de altitud. El grano, es fuente de la mayoría de los aminoácidos esenciales, destacando la Arginina 7.4 % Leusina 7.1 % Lisina 6.6 % Isoleucina 6.4 % Trionina 4.8 % Valina 4.0 % Fenilalanina 3.5 % Tirosina 2.8 % Metionina 2.4 % además contiene vitamina A (caroteno), Vitamina B (riboflavina), el niacina y la vitamina C, el ácido ascórbico (León 2003). Posee minerales disponibles como el fosforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y posee un alto porcentaje de fibra dietética total (FDT); constituyendo de esta manera, en uno de los alimentos más completos (Gómez y Aguilar 2016).

2.2.1. Descripción botánica

Tiene tamaño variable, desde 1 m a 3,5 m de alto; varía según los ecotipos, razas y el medio donde se cultive (Mujica 1988).

- a) **Raíz**, pivotante y fasciculadas de 0.50 a 2.80 m de longitud, vigorosa, ramificada y fibrosa; características que le confieren estabilidad y tolerancia a la sequía (Quispe 2015).
- b) **Tallo**, cilíndrico, la corteza dura - compacta, con medula suave cuando las plantas son tiernas, y cuando maduran y secan tiene textura esponjosa (Mosqueira 1996).
- c) **Hojas**, multiformes; pueden ser alternas, simples, de coloración variada desde verde al rojo (Tapia 1997).
- d) **Inflorescencia**, panoja, formada por un eje central, ejes secundarios y terciarios que sostienen glomérulos (grupos florales). Las panojas pueden ser compactas, intermedias y laxas (Huaripata 1991).
- e) **Flores**, presentan flores; hermafroditas con pistilo y estambres ubicados en la parte superior del glomérulo; las pistiladas o flores femeninas ubicadas en la parte inferior del glomérulo y las androestériles con pistilo y estambre estériles (León 2016).

- f) **Fruto**, aquenio cubierto por el perigonio sepaloide de forma de estrella. El aquenio es seco e indehisciente. El aquenio está formado por el pericarpio. La semilla tiene una capa externa llamada episperma, el órgano de reserva o perisperma y el embrión (león 2003).

2.2.2. Taxonomía

Reino: Vegetal; división: Fanerógamas; clase: Dicotiledóneas; orden: Angiospermas; familia: Chenopodiáceas; género: *Chenopodium*; especie: *Chenopodium quinoa* (Risco 2014).

2.3. Fenología de la quinua

Cervantes y Medina (2016), diferenciaron las etapas fenológicas del cultivo de quinua de la siguiente manera:

- a) **Pre – emergencia**, diferenciación de la radícula y plúmula; ocurre entre dos y tres días después de la siembra.
- b) **Emergencia**, cuando la plántula emerge del suelo, se aprecia las hojas cotiledonales y ocurre a partir del cuarto al sexto día de la siembra en suelo húmedo, y en siete días en suelos que no alcanzan la capacidad de campo.
- c) **Hojas verdaderas**, el primer par se forma sobre las hojas cotiledoneales, y esto ocurre entre 15 – 20 días después de la siembra.
- d) **Cuatro a seis hojas verdaderas**, cuando las hojas cotiledonales se vuelven amarillas, se observa 3 pares de hojas verdaderas extendidas, el tiempo que dura es de 25 – 45 días.
- e) **Ramificación**, se inicia cuando la planta presenta ocho hojas verdaderas, y ocurre entre 45 – 50 días de la siembra.
- f) **Inicio de panoja**, período en el que el ápice del tallo se elonga se engruesa y se forma la inflorescencia, esto ocurre entre 55 – 60 días después de la siembra.
- g) **Panojamiento**, período en el que la inflorescencia se endurece por completo y dura entre 65 – 70 días después de la siembra.

- h) **Inicio de floración**, período en que la flor hermafrodita se encuentra abierta con estambres separados y dura entre 75 – 80 días después de la siembra, en esta fase es bastante sensible a la sequía con helada
- i) **Floración**, período en la que se observa hasta un 50 % de las flores de la inflorescencia de las panojas abiertas, dura 80– 90 días después de la siembra, esta fase es muy sensible a las heladas y granizadas
- j) **Grano lechoso**, período en que se observa un líquido blanquecino del fruto al ser presionado, dura 100 – 130 días después de la siembra, en esta fase el déficit hídrico es sumamente perjudicial para el rendimiento disminuyéndolo drásticamente el llenado de grano.
- k) **Grano pastoso**, período en la que, al ser presionado el fruto, presenta consistencia pastosa de color blanco, dura 130 – 160 días después de la siembra, en esta fase el ataque, de aves (gorriones, palomas) causa daño considerable al cultivo.
- l) **Madurez fisiológica**, período en la que el grano al ser presionado por las uñas, presenta resistencia a la penetración, dura 160 – 180 días después de la siembra y tiene un contenido de humedad de 14 a 16 %; en esta etapa ocurre un amarillamiento y defoliación completa de la planta. Además, en esta fase la presencia de lluvia es perjudicial ya que hace perder la calidad y sabor del grano.

2.4. Condiciones agroclimáticas

2.4.1. Temperatura

Manifiesta su potencial genético a temperaturas de 15 y 20 °C, sin embargo, a 10 °C desarrolla satisfactoriamente. Soporta el frío hasta -8 °C, en determinadas etapas fenológicas, siendo la más tolerante la ramificación y las más susceptibles la floración, resistiendo hasta -2 °C, seguido del llenado de grano. Temperaturas extremas de 38°C provoca aborto de flores e impide la formación del polen y el grano; por ello, en los valles abrigados y la costa norte se debe evitar su cultivo (Tejada 2015).

2.4.2. Fotoperíodo

La quinua por tener amplia variabilidad genética, presenta notable plasticidad; existiendo genotipos de días cortos, y días largos e incluso indiferentes al fotoperíodo, este cultivo prospera adecuadamente con tan solo 12 horas diarias en el hemisferio sur, sobre todo en los Andes de Sur América, mientras que en el hemisferio norte y zonas australes con días de hasta 14 horas (Cervantes y Medina 2016).

2.4.3. Requerimientos de agua

Prospera en zonas con 200 a 250 mm de pp por año, resiste la falta de humedad del suelo, la resistencia a la sequía es extremadamente diferenciada con cultivos de la sierra peruana. Como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), papa (*Solanum tuberosum*), arveja (*Pisum sativum*), haba (*Vicia faba*), kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y trigo (*Triticum aestivum*) (Tejada 2015).

2.4.4. Suelos

La planta requiere de suelos francos, franco-arenosos, franco-arcilloso, con pendientes de 4 a 8 %, con alto contenido de materia orgánica. No se recomienda sembrar en suelos arcillosos, por mostrar susceptibilidad al exceso de humedad (Cervantes y Medina 2016).

2.5. Mildiu de la quinua

2.5.1. Agente causal

Peronospora variabilis Gäum, patógeno de importancia en los diferentes lugares de la región donde se cultiva quinua; hasta el 2016, este patógeno se reportó como *P. farinosa* f. sp. *chenopodii* (Fr.) Fr.; cambiando de nombre, en mérito al estudio de técnicas moleculares. Como parásito obligado es biotrófo, integrante de los Oomycetos, orden Peronosporales y familia Peronosporaceae (León 2016).

El signo está conformado por esporangióforos y esporangios visibles como felpas de color gris claro a oscuro, dispuestos generalmente en el envés de las hojas. Los esporangióforos, se originan de los filamentos intercelulares del parénquima, son difíciles de ser removidos por el agua y el viento; en cambio los esporangios

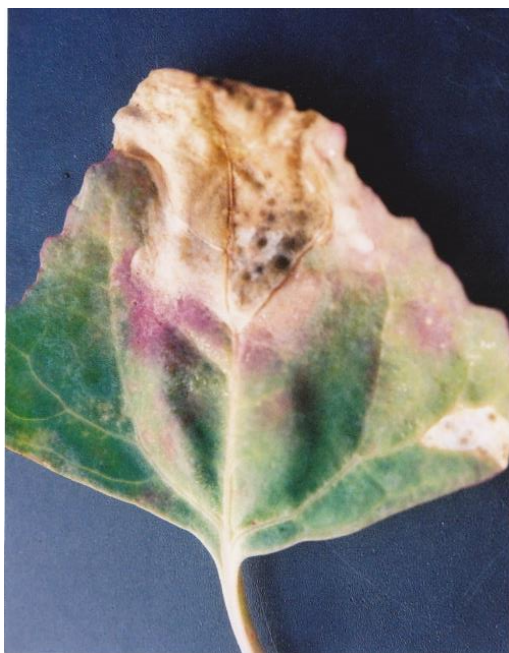
mayormente de forma esférica son fácilmente desprendidos, facilitando la diseminación, de la fitoenfermedad (Rojas, Toribio, Roncal 2015).

2.5.2. Morfología

La estructura vegetativa de *P. variabilis* está constituida por hifas, que crecen y desarrollan en forma inter e intracelular; produciendo esporangióforos ramificados con terminaciones dicotómicas, en cuyo ápice crece y desarrolla esporangios (Rojas, Toribio, Roncal 2015); estas estructuras emergen a través de estomas, formando el signo de apariencia felposa, denominado mildiu principalmente del envés de las hojas (Roncal 2004).

En el hospedero las hifas cenocíticas multinucleadas, desarrollan en los espacios intercelulares de hojas; proyectando haustorios al interior de las células para proveerse de alimento (Danielsen y Ames 2000).

Los esporangióforos arborescentes miden entre 167 y 227 μm de longitud por 11 - 14.8 μm de diámetro; Son de crecimiento determinado y tienen sincronización en la edad (Rojas, Toribio, Roncal 2015). Las ramas en número de cuatro a cinco unidades, terminan en dicotomías, formando ángulos agudos y rectos (Danielsen y Ames 2000), en cuyo ápice terminal se diferencian, crecen y desarrollan esporangios ovoides (Roncal 2004).



Figuras 1: Hoja de quinua con mildiu.



Figura 2: Esporangióforos de *P. variabilis*

Los esporangios a la madurez presentan una papila apical translúcida y son fácilmente desprendibles; miden 25.7 y 31.9 μm de largo por 19.3 a 24.3 μm de diámetro. Presentan pared ligeramente rugosa, protoplasma granulado que repercutiendo en el color castaño claro translúcido; germinan un tubo germinativo (Danielsen y Ames 2000), no producen zoosporas como ocurre con otros Oomycetes (Roncal 2004).

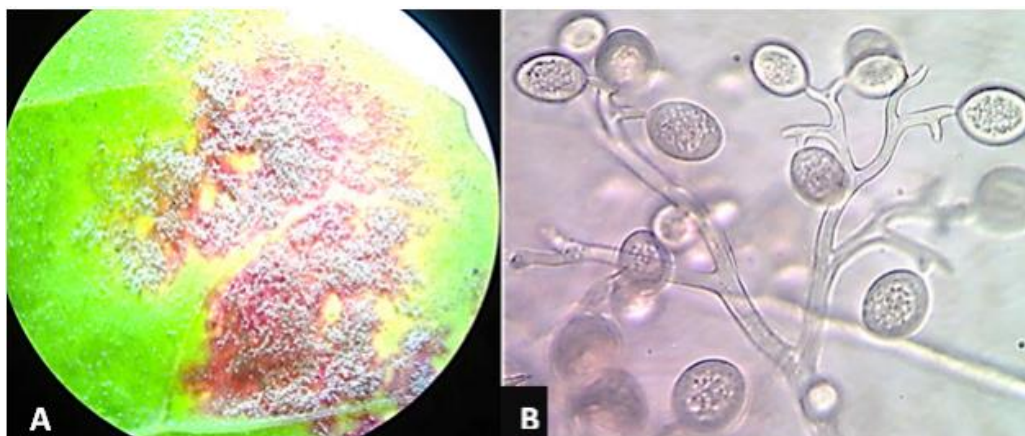


Figura 3. Envés de las hojas de quinua con signo de esporulaciones plumiza (A); esporangiόforo y esporangios de *Peronospora variabilis* (B).

Fuente: Risco y Mattos 2014

En la naturaleza producen oosporas, consecuencia del intercambio genético que ocurre en el oogonio, la oosfera se une con el anterozoide proveniente del anteridio a través del trichogino formando la oospora (Roncal 2004); esta estructura corresponde a la estructura de conservación (Roncal 1993), que sobreviven a

condiciones adversas. En quinua estas, son llevadas a través de las semillas, en otros casos se quedan en el suelo, sirviendo, así como fuentes de inóculo primario para el inicio de epidemias (Danielsen y Ames 2000).

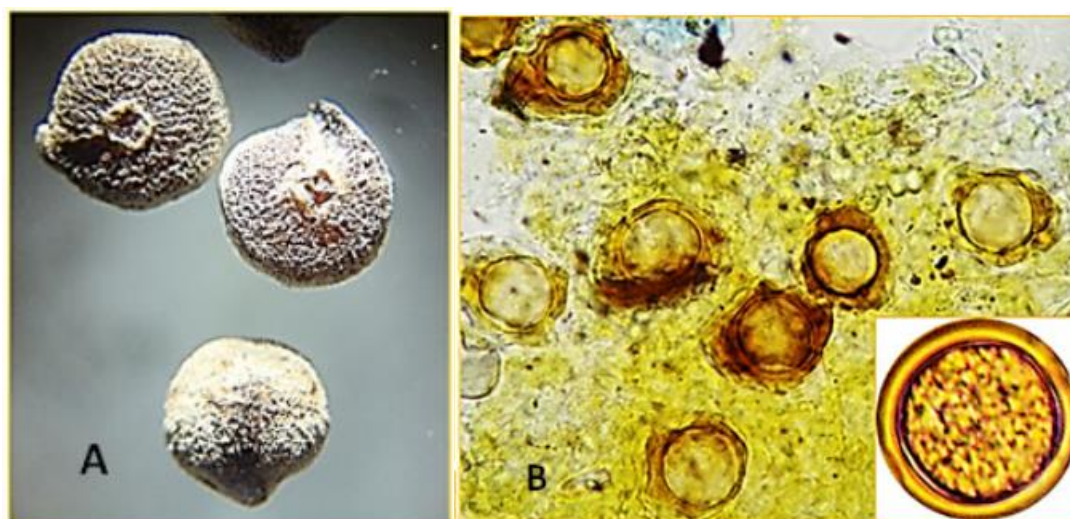


Figura 4. Semillas de quinua (A). Oosporas de *P. variabilis* (B).

Fuente: Risco y Mattos 2014

2.5.3. Ciclo de vida

Cuando los esporangios de *P. variabilis* caen en la superficie de las hojas, tallos jóvenes y otros órganos verdes de quinua y las condiciones de humedad superan el 80 % (Danielsen y Ames 2000) y la temperatura promedio es de 14 °C, germinan un tubo germinativo, con la diferenciación de un apresorio en el extremo, estructura que sirve de anclaje, para después desarrollar la infección por acción física, a través de la ruptura de la cutícula por hifa somática; otro tipo de infección ocurre por quimiotaxismo; el tubo germinativo ingresa por el estoma, se establece en la cámara sub estomática, para luego desarrollar la hifa que se desplaza por los espacios intercelulares, desarrollando de trecho en trecho haustorios que rupturan las paredes celulares del hospedero, embaginan la membrana, alimentándose del contenido celular del hospedero por osmosis (Roncal 2004); cinco a seis días después de la infección, el patógeno desarrolla los esporangióforos, preferentemente en el envés de las hojas, los que emergen en grupos a través de los estomas (Danielsen y Ames 2000), observándose como felpas de color gris claro a oscuro, micológicamente corresponde al signo, denominado mildiu (Roncal 2004).

Los esporangióforos, una vez que alcanzan su máximo desarrollo, forman las estructuras propagativas denominados esporangios; estos tienen la capacidad de mantener la epidemia durante el ciclo vegetativo de la planta. En este momento la zona afectada muestra los primeros síntomas de la enfermedad, que consisten en una ligera clorosis, como prueba de que las células afectadas se están debilitando y perdiendo su capacidad de fotosíntesis. Finalmente, la parte afectada se necrosa al tiempo que también desaparece la parte vegetativa del patógeno (Rojas, Tejada y Roncal 2015).

Este patógeno forma estructuras de diferente polaridad que aseguran su perpetuidad; representadas por anteridios y oogonios que al conjugarse forman oosporas, manteniéndose latentes por tiempos prolongados, en la cubierta de la semilla, hojarasca y suelo. Las oosporas sirven como fuente primaria de inóculo en la siguiente campaña agrícola (Rojas, Tejada y Roncal 2015).

2.5.4. Epidemiología

Para que se desarrolle la enfermedad se considera al patógeno (*P. variabilis*) virulento; hospedero quinua (*Ch. quinoa*) susceptible y ambiente (T° y HR) favorable (Danielsen y Ames 2000), destacando el rocío y su persistencia hasta altas horas de la mañana (Calixtro 2017).

La enfermedad se manifiesta desde estado de plántula, la infección en este estado es consecuencia del inóculo que permaneció en el suelo o en la semilla, se considera a esta la infección primaria o de campo y es el foco de la infección secundaria, La infección primaria en campo, como foco de infección inicial interviene en la infección secundaria, donde los esporangios de cada cosecha infectan a hojas de la misma planta o a plantas aledañas (Calixtro 2017).

En la zona andina las condiciones ambientales son ideales para el desarrollo del mildiu, durante los meses de lluvia (octubre a abril), causando defoliación con merma en el rendimiento (Danielsen y Ames 2016).

2.5.5. Síntomas

Se hacen evidentes en el follaje, como ligeros puntitos cloróticos, primero solo visibles en el has de las hojas, cuando aumentan de tamaño, adquieren formas irregulares (León *et al.*, 2016), y pigmentaciones purpura violáceas, áreas que terminan necrosándose, adquiriendo color pajizo a pajizo oscuro (Roncal 2004).

Ocurrida la infección, las hifas del hongo se distribuyen por los espacios intercelulares, alimentándose a través de haustorios, metabolizando toxinas que fácilmente se difunden en el parénquima, causando clorosis (Roncal 2004); bajo estas condiciones, ocupando casi la totalidad de la clorosis en el envés de la hoja aflora el signo afelpado de color gris violeta, finalmente ocurre defoliación (León *et al.*, 2016); entre más temprana es la infección, mayor es el grado de defoliación (Rojas, Tejada y Roncal 2015), cuando la enfermedad se presenta al inicio de formación de panoja, esta se atrofia, se afecta el llenado y tamaño de grano, y si la infección se da al final de la floración, la clorosis se puede confundir con la senescencia natural, no presentándose pérdidas de importancia (Saravia, Plata y Gandarillas 2014).

Las infecciones en tallos y ramas son menos pronunciadas que en las hojas, y cuando el ataque se incrementa afecta inflorescencia y granos (Alandia, Otazü y Salas 1979).

2.5.6. Evaluación del patógeno

Para estudiar la epidemiología de una enfermedad o identificar factores de resistencia y virulencia, es necesario utilizar un método de evaluación confiable y reproducible (Risco 2015).

Cultivares de quinua con alto nivel de resistencia, en periodos con humedad y temperatura ideales para que prospere "mildiu" la incidencia puede alcanzar el 100 %, valores de severidad significativos (Danielsen y Ames 2016).

Para evaluar mildiu en quinua, se reportan escalas, considerando solo el área foliar, el uso de estas depende del investigador. A continuación, se da a conocer dos ejemplos de escalas, propuestas por Risco (2014).

Tabla 01. Escala (1 a 10) para evaluación de área foliar afectada de toda la planta

N°	% de área foliar afectada	Descripción
0	0	ninguna infección
1	1 – 10	10 por ciento área foliar afectada
2	11 – 20	20 por ciento área foliar afectada
3	21 – 30	30 por ciento área foliar afectada
4	31 – 40	40 por ciento área foliar afectada
5	41 – 50	50 por ciento área foliar afectada
6	51 – 60	60 por ciento área foliar afectada
7	61 – 70	70 por ciento área foliar afectada
8	71 – 80	80 por ciento área foliar afectada
9	81 – 90	90 por ciento área foliar afectada
10	91 - 100	100 por ciento área foliar afectada

Tabla 02. Escala (1 a 5) para evaluación de área foliar afectada en el tercio medio de la planta.

N°	% de área foliar afectada	Descripción
0	0	ninguna infección
1	1 – 20	20 por ciento área foliar afectada
2	11 – 40	40 por ciento área foliar afectada
3	41 – 60	60 por ciento área foliar afectada
4	61 – 80	80 por ciento área foliar afectada
5	81 – 100	100 por ciento área foliar afectada

Se han realizado estudios de evaluación de mildiu en quinua, considerando infecciones y porcentaje de severidad en los tres tercios de la planta; llegando a determinar que los rangos de una escala con frecuencia menor entre los grados de infección, con la escala cuyo rango de cada grado es mayor no existe diferenciación significativa (Danielsen y Ames 2000).

Para describir el desarrollo de la enfermedad a lo largo de la época del cultivo e identificar diferencias entre cultivares se puede calcular un valor del área bajo la curva de progreso de la enfermedad, descrito originalmente en inglés como “*area under disease progress curve*’ (AUDPC)”, en base a mediciones de severidad. Esto requiere un mínimo de tres evaluaciones por campaña (Danielsen y Ames 2000).

La fórmula general para el cálculo de (AUDPC) es:

$$AUDPC = \sum_{i=0}^{n-1} (y_i + y_{i+1})/2 \times (t_{i+1} - t_i)$$

Donde “n” es el número de evaluaciones, y es la severidad y t es el número de días después de la siembra en que se hace la evaluación. El AUDPC es útil para comparar el desarrollo de la enfermedad bajo distintas condiciones climáticas y para evaluar la susceptibilidad/ resistencia de germoplasma. Incluyendo siempre un cultivar altamente susceptible como testigo (Risco y Mattos 2014).

2.5.7. Manejo integrado para controlar mildiu en quinua.

a. Control cultural, adecuada preparación del terreno; orientación de surcos, respecto al viento y pendiente del suelo, que permita drenaje adecuado; semillas de calidad y método de siembra adecuado; de acuerdo a la variedad el distanciamiento entre surcos no debe superar 0.50 m y entre plantas de 0.15 m; rotaciones de cultivos; incorporar abono orgánico y fertilizantes; raleo oportuno, para evitar competencia por nutrientes (León 2016).

b. Control biológico y químico, calcecarja y aminovigor, tienen eficiente control del mildiu en quinua (Rojas, Tejada y Roncal 2015); de igual manera ocurre con la aplicación de milsana, contra mildiu y oidiosis de diversos cultivos (Bettioli 2006); aplicaciones de caldo silicosulfocálcico, permitió disminución de incidencia y severidad del mildiu en quinua (Benítez 2016); aplicaciones de la leche de vacuno y caldo de jengibre, dan buenos resultados frente a oidiosis y mildius (Delucchi., *et al* 2012).

La aplicación de fungicidas de contacto y sistémico permiten un control eficiente, de mildiu, destacando Ridomil, como producto con mayor eficiencia, cuando la severidad es de 30 %; esta alternativa tecnológica es la que actualmente se aplica en parcelas comerciales de los Altiplanos Centro y Norte del Perú (León 2016).

c. Resistencia y tolerancia, las variedades con resistencia y/ tolerantes, se clasifican en dos grupos: quinuas con alto contenido de saponina (quinuas amargas) y quinuas con bajo contenido de saponina (quinuas dulces y semidulces), (Tejada 2015); además el uso de variedades resistentes con altos contenidos de saponina es la alternativa eficaz para el manejo del mildiu (León 2016).

Las variedades que tienen mayor adaptación en la sierra norte del Perú, son las procedentes de Huancayo y Cusco, estos se caracterizan por tener porte y vigor, que repercuten en el potencial de rendimiento y mayor resistencia al mildiu; destacan las variedades Mantaro, Blanca de Junín, Hualhuas, Amarilla de Maranganí, INIA 427 Amarilla Sacaca e INIA 433 Santa Ana. Variedades que tienen menor capacidad de adaptación proceden del sur de Puno como son la Salcedo INIA, INIA 415 Pasankalla, INIA 420 Negra Collana, INIA 431 Altiplano; pero presentan menor periodo vegetativo, menor altura de planta y mayor daño por mildiu (Tejado 2015).

2.6. Fungicidas tradicionales para controlar mildiu en quinua.

2.6.1. Caldo sulfocalcico, es el resultado de la mezcla de azufre (S) y cal viva (CaO); es de color vino tinto (color ladrillo). Excelente fungicida para control de roya, oidiosis, mildius, en diferentes cultivos; aporta nutrientes para el crecimiento, floración y fructificación de las plantas, para prepararlo se requiere de 10 litros de agua; se hace hervir, al momento del hervor agregar 0.5 kg de cal viva = oxido de calcio y 1 kg de azufre, agitando constantemente hasta conseguir la dilución completa del producto y se muestre de color ladrillo (Rojas, Tejada y Roncal 2015).

2.6.2. Caldo bordalés, constituido por sulfato de cobre y cal viva, tiene color celeste; eficiente contra rancha, oidiosis, mildius, ácaros; se ha comprobado que tienen propiedades repelentes contra algunos insectos. Se debe utilizar inmediatamente después de prepararlo, no se debe aplicar a plantas pequeñas o recién emergidas ni en plantas en plena floración (Gómez 2016), e inicios de fructificación, debido que causa muerte de plántulas y aborto de flores y frutos en formación (Roncal 2004). Para la preparación, utilizar recipientes de plástico y mover constantemente con varillas de madera (Gómez 2016).

2.6.3. Bicarbonato de sodio (NaHCO_3), producto derivado del ácido carbónico (H_2CO_3), contienen el anión HCO_3^- , cuya función principal es el transporte del CO_2 (López y Cifuentes 2017).

La propiedad antifúngica, depende de la dosis, que fluctúan entre 5 y 10 g L⁻¹. Asimismo, estudios demuestran que los bicarbonatos actúan contra los hongos, al inhibir la germinación del inoculo (oosporas, esporangios) (Roncal 2004) y la formación del tubo germinativo (López y Cifuentes 2017). Además, interviene disminuyendo la capacidad de formación de esporangios y esporas. Bicarbonatos incrementan el pH en la superficie de la hoja, colapsando las células del hongo, debido al desequilibrio del ion potasio (K), y la deshidratación de la pared celular del inóculo (López y Cifuentes 2017).

2.6.4. Bicarbonato de potasio (KHCO_3), de pH ligeramente básico, en reacción con el agua se obtienen moléculas dióxido de carbono (CO_2) y carbonato de potasio (K_2CO_3); tiene efecto fungicida, preferentemente de uso preventivo contra Oidiosis y Mildius (Salazar 2015); también controla daños foliares causados por patógenos que causan antracnosis (*Colletotrichum* sp.), cenicilla (*Erysiphe* sp.), fusariosis o pudrición radicular (*Fusarium* sp.), mancha o tizón de la hoja (*Alternaria* sp.), manchas y pecas de las hojas y frutos (*Phoma* sp.), moho gris (*Botryotinia fuckeliana*) y pudriciones de cuello, tallo y fruto (*Phytophthora* sp.); el efecto radica en la alteración de la presión osmótica, ocasionando la destrucción de las paredes celulares del patógeno (López y Cifuentes 2017).

Esta sal se debe aplicar semanalmente durante periodos en que se presentan brotes de la enfermedad, o cuando las condiciones para su desarrollo son adecuadas. Después de tres aplicaciones, las concentraciones de aplicación se pueden reducir para prevenir la enfermedad (Salazar 2015).

La eficacia de los diferentes bicarbonatos ha sido comprobada contra diferentes fitopatopatógenos: *Alternaria* spp., *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporoides*, *Colletotrichum musae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotium cepivorum*, *Venturia inaequalis*, asimismo, contra otros agentes que originan cenicillas como: *Leveillula taurica*, *Oidium lycopersicum*, *Sphaerotheca fuliginea*, *Sphaerotheca fusca* y *Shaerotheca pannosa* (Salazar 2015). Además Las suspensiones de bicarbonato de sodio, preparadas con agua, en concentraciones de entre 1 y 3 % (p/v) con un pH de 8,1 y 8,3 respectivamente (López y Cifuentes 2017).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La investigación se realizó en la localidad de Marcobamba, provincia Cajamarca, distrito de Namora, localidad Marcobamba; Latitud 7° 09' 47.84" Sur, Longitud 78° 24' 35.62" Oeste, Altitud 3032 m.

3.2. Materiales

3.2.1. Material biológico

Cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild var. INIA-420).

Patógeno causante de mildiu *Peronospora variabilis*

3.2.2. Equipo de laboratorio

Lupa, estereoscopio, microscopio.

3.2.3. Material de campo

a) Equipo: Fumigadora manual

b) Abonos: Se aplicó Guano de Isla, Fosfato diamónico y cloruro de potasio en dosis de 110-80-30 kg ha⁻¹ de N₂P₂O₅K₂O.

c) Fungicidas: Trivia 727; caldo sulfocálcico; azufre (S), oxido de calcio (CaO), sulfato de cobre (SOCu).

d) Herramientas: Picos, palanas, rastrillos.

e) Otros materiales: libreta de campo, lápiz, hoz, carretilla, costales, rafia, bolsas de papel, mantas, baldes, tinas, estacas, jeringas

3.2.4. Material de gabinete

Computadora, impresora, software estadístico SAS 9.2 y útiles de escritorio.

3.3. Metodología

3.3.1. Diseño estadístico.

La investigación se desarrolló bajo el diseño estadístico Bloques completamente randomizados.

Análisis de varianza

Fuente variabilidad (FV)	Grados de Libertad (GL)
Repeticiones	$(r-1)=3$
Tratamientos	$(t-1)=9$
Error Experimental	por diferencia= 27
Total	$(rt-1)=39$

El reporte de ANVA, condujo a realizar la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al 95% de seguridad, para observar la diferencia entre los promedios de los tratamientos.

3.3.2. Distribución de tratamientos en el campo experimental

T6	T3	T4	T7	T2	T9	T10	T1	T8	T5	Bloq 1
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
T5	T1	T2	T8	T4	T6	T7	T10	T3	T9	Bloq 2
210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	
T10	T7	T9	T1	T5	T8	T4	T2	T6	T3	Bloq 3
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	
T9	T5	T8	T3	T7	T1	T6	T4	T10	T2	Bloq 4
410	409	408	407	406	405	404	403	402	401	

Figura 01: Croquis del campo experimental y distribución de tratamientos

3.3.3. Descripción de los fungicidas no convencionales utilizados como Tratamientos en la presente investigación.

a. Caldo sulfocálcico (T1)

Producto de preparación casera, inventado en 1908; se usa como preventivo para controlar Mildiú, Oídiosis y pudriciones ocasionadas por *Botritis* sp. Por su contenido de azufre controla ácaros y trips. Estimula el desarrollo vegetativo y ayuda a superar las deficiencias de calcio y azufre de los cultivos (Tejada 2015).

Preparación:

- Primero se hierve 10 L de agua; luego se agrega 0,5 kg de cal y 1,0 kg de azufre.
- Se sigue hirviendo y moviendo constantemente, hasta que la sustancia tomó un color rojo vino (45 – 60 minutos).
- Durante el hervido se evapora 5 litros.
- Se deja enfriar, antes de envasar.
- Se usa 1 L de caldo sulfocálcico para 20 L de agua; es decir, se aplicó a dosis de 5 %. (1 L de solución = 950 ml de agua + 50 ml de caldo sulfocálcico).

Para aplicar este producto, se hace uso de jabón como adherente, en período lluvioso. El agua jabonosa se prepara disolviendo 40 g de jabón en 1 L de agua.

b. Caldo bordalés (T2)

Para obtener 20 L de caldo bordalés, el procedimiento consiste:

- En 18 litros de agua disolver 80 g de cal.
- En 2 L de agua disolver 80 g de sulfato de cobre.
- Luego, los 2 L con sulfato de cobre se mezcla con los 18 L de agua con cal.

c. Bicarbonato de sodio (T3)

En un litro de agua, se diluye 20 g de bicarbonato de sodio.

d. Caldo sulfocálcico + Bicarbonato de Sodio (T4)

A un L de caldo sulfocálcico, se agrega 10 g de bicarbonato de sodio.

e. Caldo bordalés + Bicarbonato de Sodio (T5)

A un L de caldo bordalés, se agrega 10 g de bicarbonato de sodio.

f. Leche + Bicarbonato de Sodio (T6)

Dos L de leche desnatada, se mezcla con ocho L de agua potable o de consumo; a un L de esta mezcla se agrega 10 g de bicarbonato de sodio. En periodos lluviosos se usa agua jabonosa como adherente.

g. Suero de leche + Bicarbonato de Sodio (T7)

Cinco L de suero, se mezcla con cinco L de agua. A un L de esta solución se agrega 10 g de bicarbonato de sodio. En periodos lluviosos se usa agua jabonosa como adherente.

h. Trivia 727 (fungicida químico comercial) (T8)

Este producto tiene como ingrediente activo Propineb y Fluopicolide. Comúnmente se utiliza tres gramos por litro de agua. En periodos lluviosos se usa 0.75 ml de Agri-oil por L como adherente.

i. Testigo sin control (T9), consistió en no realizar control alguno.

j. Testigo aspersión con agua (T10) consistió en la aplicación de agua en aspersión.

3.3.4. Actividades realizadas en campo

a) Preparación de terreno

Se realizó las labores de arado y surcado de terreno a inicios del mes de febrero. El surcado se hizo con ayuda de una maquina agrícola; lo cual facilito la realización de una serie de labores culturales que se aplican durante el cultivo. Además, se surco el terreno considerando una pendiente favorable para la distribución del agua para no erosionar el suelo y sin que en éste se produzca encharcamiento. La distancia entre surcos fue de 0.70 m entre surcos; la variedad a sembrar fue, INIA 420 (Negra Collana).

b) Primer abonamiento y siembra

El primer abonamiento se realizó manualmente, en dosis de 56 - 80 - 30 kg ha⁻¹ de N₂ P₂O₅ K₂O, con la intención de mejorar las características físicas y químicas del suelo; estos abonos se colocaron a un costado del surco.

Una vez terminado el abonamiento, se procedió a la siembra distribuyendo la semilla a chorro continuo, luego se tapó levemente con ayuda de palos y ramas

de árboles, esta operación se hizo cuando el suelo estuvo en Capacidad de Campo. De esta forma las semillas disponen de humedad adecuada y se reduce la competencia con hierbas acompañantes.

c) Deshierbo

Se realizó con lampa y consistió en eliminar las plantas indeseables entre las hileras y surcos de las plantas. Operación que se realizó cuando las plantas alcanzaron 5 cm de altura, y las hierbas acompañantes se hallaban pequeñas.

El deshierbo se realizó removiendo el suelo muy superficialmente con el fin de evitar sacar semillas de malezas de la parte interior hacia la parte superior, que al germinar se convierten en nuevas hierbas arvenses que compiten con el cultivo.

d) Raleo

Consistió en eliminar plantas en exceso, raquíticas, débiles y enfermas, y así lograr mayor espacio, nutrientes y aire para crecer.

Esta labor cultural se realizó después del deshierbo; y cuando las plantas tenían entre 10 a 12 cm de altura.

e) Segundo abonamiento y aporque

El abonamiento se realizó después del raleo y el deshierbo cuando las plantas tenían al menos unos 30 cm de altura, en dosis 54 kg ha⁻¹ de N₂ respectivamente. En seguida se hizo el aporque con ayuda de lampas aglomerando tierra a los costados de la hilera de las plantas, permitiendo cubrir el abono; el aporque se hizo de forma similar a la que se aplica al cultivo de maíz.

f) Plagas y enfermedades

Se encontraron insectos como diabroticas (*Diabrotica undecimpunctata*), *Astylus* sp, En reducida cantidad lo cual no ocasionaron daño severo el cultivo de quinua, pero si se encontró plantas con mildiu, para ello se aplicó los productos en estudio a cada parcela.

g) Siega

Se hizo con ayuda de hoces, se cortó en la base de la panoja y se almaceno en sacos en gavillas pequeñas, esta operación se efectuó en horas de la mañana para evitar el desgrane.

h) Secado

Las panojas cosechadas se trasladaron al almacén y se expusieron al secado, durante 4 días tendidas en mantas expuestas a la radiación solar.

i) Trilla

Una vez terminado el proceso de secado, inmediatamente se pasó a trillar las panojas con ayuda de una camioneta pasándole varias veces por encima de las panojas y se obtuvo los granos.

j) Venteo

Inmediatamente después de la trilla, se efectuó el venteo para eliminar los residuos finos que está conformado por los: perigonios, hojas, tallos, inflorescencias y flores. Generalmente esta labor se realizó en horas de la tarde, donde el viento fue más fuerte y continuo.

k) Almacenamiento

Consistió en colocar el grano limpio en bolsas de papel de cada tratamiento en estudio previamente identificado.

3.3.3. Variables evaluadas

- **La incidencia y severidad de la fitoenfermedad se determinó, haciendo uso de fórmulas matemáticas.**

$$\text{Ind. de fitoenfermedad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ de plantas totales}} \times 100$$

$$\text{Ind. de severidad} = \frac{\sum (\text{N}^\circ \text{ plantas enfermas}) (\% \text{ grado más alto})}{\text{N}^\circ \text{ de plantas totales}}$$

Tabla 3. Escala de evaluación de severidad

N°	Grado	% de infección	Descripción
1	G0	0	Planta aparentemente sana
2	G1	1 – 25	Puntos cloróticos en hojas de 0.4 a 1mm de diámetro; ocupando de 1 al 25 % de infección
3	G2	26 – 50	Manchas foliares, pajizas irregulares, rodeadas de clorosis irregular. De 26 al 50 % de infección
4	G3	51 – 75	Hojas con áreas necrosadas, afectando de 51 al 75 % de la hoja.
5	G4	76 – 100	Hojas necróticas ocupando el 76 al 100 %, seguido de defoliación.

a. Porcentaje de severidad en follaje en los tercios superior, medio e inferior de la planta, las evaluaciones se realizaron en seis plantas por parcela, escogidas al azar. Sacando el promedio respectivo de cada parcela; seguido del análisis de varianza; para determinar si existía diferencia estadística entre tratamientos.

b. Rendimiento de grano, para determinar el rendimiento se tuvo en cuenta la cosecha del grano de dos surcos centrales por parcela; pesados en una balanza analítica y este valor referido a cosecha por hectárea.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Porcentaje de severidad de mildiu (*Peronospora variabilis*) en quinua (*Chenopodium quinoa*), en estado de formación del grano.

a. Severidad de mildiu en el tercio superior de la planta durante la formación de grano.

En la **Tabla 4**, se observa el análisis de varianza en porcentaje, de severidad de mildiu (*P. variabilis*) en follaje, del tercio superior de las plantas de quinua, en estado fenológico de formación de grano.

Tabla 4. Análisis de varianza (ANVA), daño foliar en el tercio superior de la planta durante la formación de grano.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.0245	0.0082	2.92 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	0.185	0.0206	7.36 **	2.25	3.14
Error	27	0.0755	0.0028			
Total	39					

ns: No Significativo
 **: Alta Significación

$$CV = 18.20 \%$$

Según la tabla 4 del análisis de varianza para el daño foliar del tercio superior, se observa que no hay significación estadística para fuente de repeticiones, debido a que el Fc es menor que el Ft. Pero si existe alta significación estadística entre tratamientos; dado que el Fc es superior al Ft a los niveles de 5 y 1% respectivamente. Esto indica que el efecto de los tratamientos frente al mildiu es diferentes.

El coeficiente de variación es de 18.20 %. Además se realizó la prueba Duncan para la comparación de tratamientos.

Tabla 5. Prueba de significación de Duncan para la variable daño foliar en el tercio superior de la Planta durante la formación del grano, Causada por *Peronospora variabilis*.

Tratamientos en estudio	Daño, tercio superior	Significación
T6 Leche + bicarbonato de sodio	16.04	A
T9 Testigo	11.375	B
T7 Suero + bicarbonato de sodio	9.46	B
T4 Caldo sulfocalcico + bicarbonato Na	9.315	B
T2 Caldo bordalés	8.54	B
T3 Bicarbonato de sodio	7.165	B
T10 Testigo con aspersión	6.71	B
T1 Caldo sulfocalcico	6.5	B
T5 Caldo bordalés + bicarbonato de Na	6.375	B
T8 Testigo químico (Trivia 727)	1.418	C

Observando los resultados de la tabla 5, el T6, tuvo el mayor porcentaje de severidad de mildiu en hojas del tercio superior, con 16.04 %; producto que no tiene efecto fungicida, contra *Peronospora variabilis*, debido a que el bicarbonato en combinación con leche facilitan la germinación de esporangios comportándose como medio de cultivo.

El menor porcentaje de severidad se consiguió con el tratamiento (T8), utilizando el fungicida Trivia 727 (Propineb y Fluopicolide), con 1.418 % de infección, valor coherente con el efecto de este fungicida específico contra diferentes especies de Oomycetos, además, este producto tiene una acción fitosanitaria que protege por fuera (se forma una lámina de protección que evita que los esporangios se desarrollen) y cura por dentro de las hojas de las planta (de forma translaminar), de diferentes Oomycetos, asimismo este fungicida al tener dos ingredientes activos como el Propineb y Fluopicolide su mecanismo de acción del primero (Propineb), es un inhibidor multisitio y Fluopicolide con acción en proteínas específicas esenciales en las interacciones entre la membrana celular y el citoesqueleto, como lo reporta Villanueva (2016).

Con el resto de tratamientos, se reporta, que el porcentaje de severidad de infección de mildiu en hojas del tercio superior presenta valores estadísticamente iguales y numéricamente diferentes. Con el T5 se reporta 6.375 % de severidad, valor que indica el efecto fungicida del caldo bordalés, debido a que impide la germinación del inoculo del hongo; por intoxicación, bloqueo de respiración y deficiente biosíntesis de proteínas (Tello 2014), además el bicarbonato de sodio inhibe la germinación del inoculo (oosporas, esporangios), incrementando el pH en la superficie de la hoja, que

tienen comportamiento letal contra las células del hongo, como lo comenta López y Cifuentes (2017).

El mayor porcentaje de severidad de infección se consiguió con el Testigo (T9) con 11.375 % de infección; este alto valor se debe a que el hongo prospero de acuerdo a las condiciones ambientales lluvias frecuentes y la humedad relativa mayor de 70 % y humedad del suelo.

Como se observa en tabla 5, el efecto fungicida de los tratamientos en orden de mérito de mayor a menor severidad corresponde a los tratamientos T7, T4, T2, T3, T10 y T1, indicando que existe acción fungicida cuando los productos (caldo bordalés, caldo sulfocalcico y bicarbonato de sodio) se aplica en forma individual. Ocurriendo lo contrario cuando se mezcla (caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio T4) a excepción de la mezcla de caldo bordalés + bicarbonato de sodio (T5) que si tiene mejor control que los otros productos no convencionales.

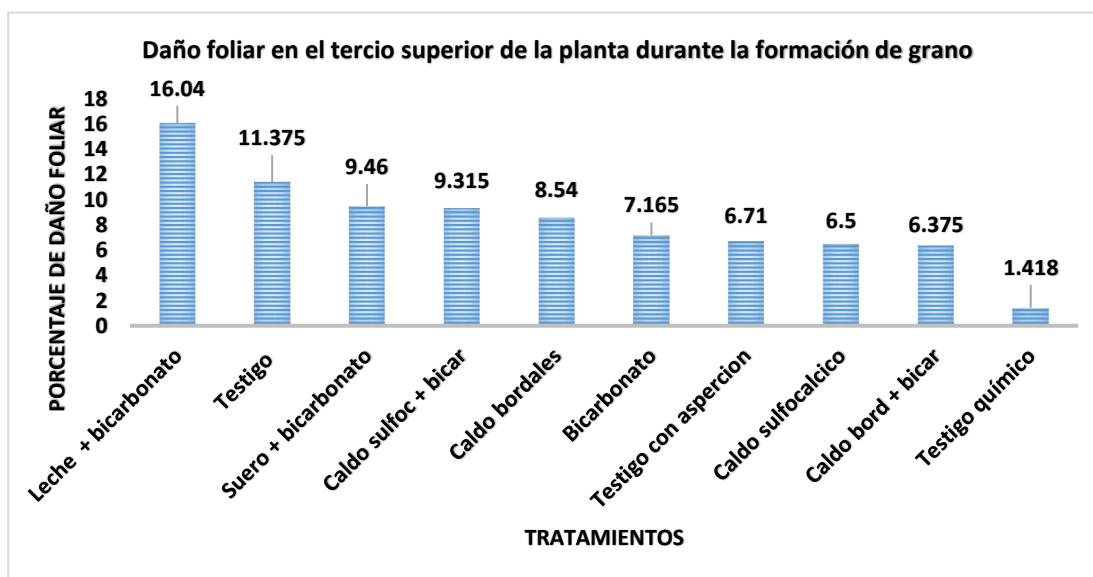


Figura 2. Grafica de comparación, de daño foliar del mildiu en el tercio superior de la planta durante la formación del grano.

b. Daño foliar en el tercio medio de la planta durante la formación de grano

En la **Tabla 6**, se observa el análisis de varianza para porcentaje de severidad foliar en el tercio medio de la planta durante la formación del grano causada por *P. variabilis* en plantas de quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Tabla 6. Análisis de varianza (ANVA), daño foliar en el tercio medio de la planta durante la formación de grano.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.0578	0.0193	3.94 *	2.96	4.60
Tratamiento	9	0.1887	0.021	4.29 **	2.25	3.14
Error	27	0.132	0.0049			
Total	39					

*: Significativo

** : Alta Significación

CV = 19.52 %

De acuerdo a la tabla 6, indica que existe alta diferencia estadística entre tratamientos y diferencia estadística para la fuente de repeticiones, es decir que los tratamientos presentan alta diferencia estadística en cuanto a daño foliar en el tercio medio de las plantas de quinua.

Además, el coeficiente de variación (C.V) fue de 19.52 %, Asimismo se procedió a realizar la prueba Duncan mostrando los siguientes resultados en la tabla 7.

Tabla 7. Prueba de significación de Duncan para la variable daño foliar en el tercio medio de la planta durante la formación de grano, causado por *P. variabilis*

Tratamientos en estudio	Daño, tercio medio	Significación
T6 Leche + bicarbonato de sodio (Na)	21.918	A
T9 Testigo	16.665	A B
T4 Caldo sulfocalcico + bicarbonato Na	15.208	A B
T3 Bicarbonato de sodio	14.583	A B
T7 Suero + bicarbonato de sodio	14.21	A B
T2 Caldo bordalés	12.165	B C
T10 Testigo con aspersión	11.085	B C
T1 Caldo sulfocalcico	10.08	B C
T5 Caldo bordalés + bicarbonato (Na)	9.543	B C
T8 Testigo químico (Trivia 727)	4.208	C

En la tabla 7, se observa que el tratamiento con mayor porcentaje de severidad fue la leche + bicarbonato de sodio con 21.918 %, productos que no tienen efecto fungicida, por el contrario contribuyeron en la germinación del inóculo del hongo; de igual manera sucede con los tratamientos T9, T4, T3 y T7; valores cuya severidad de infección son estadísticamente semejantes aunque numéricamente diferentes; otra vez se comprueba que la mezcla de leche con bicarbonato, no tienen efecto fungicida. Caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio (T4), es mezcla que tiene limitado efecto fungicida; sucediendo lo contrario cuando se aplican individualmente. Aplicando suero + bicarbonato de sodio (T7), existe ligera acción fungicida, debido a que el suero al no poseer grasas, facilitan que alguno de los componentes de éste actúen limitando la acción patogénica del hongo.

Por naturaleza Trivia 727 (T8), aplicado en hojas del tercio medio, mostro acción fungicida, ocupando el primer lugar con 4.208 % de severidad de infección foliar. Caldo bordalés (T2), tiene reducido efecto fungicida contra los Oomycetos, es así que en hojas del tercio medio el valor de severidad fue de 12.165 %, ocupando el sexto lugar, valor estadísticamente idénticos a los tratamientos T10 y T1, pero numéricamente diferentes.

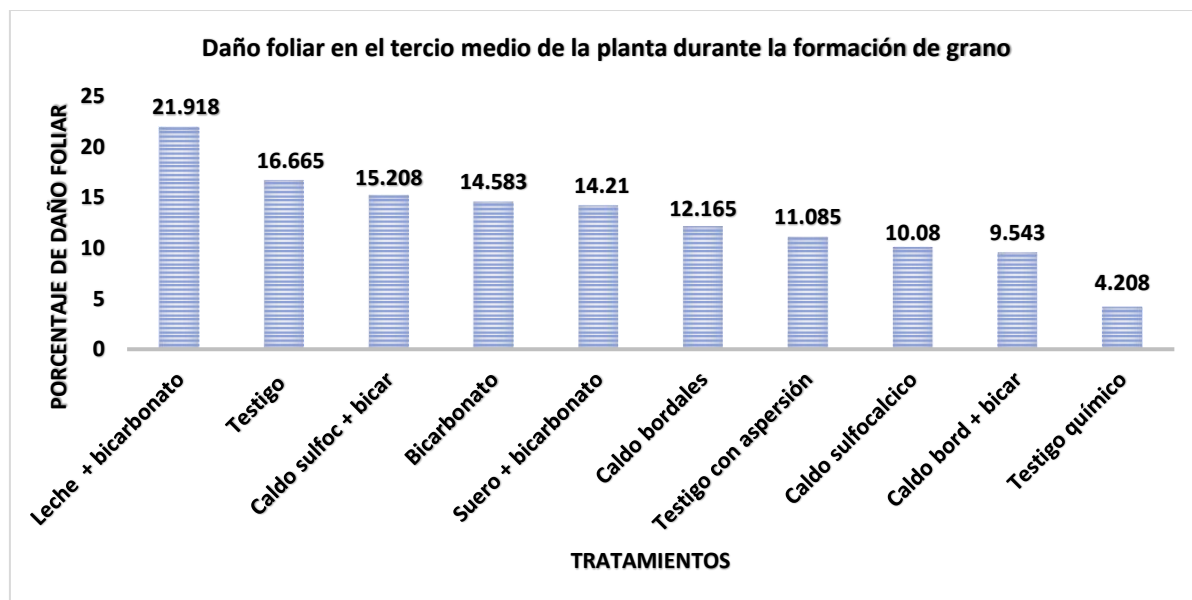


Figura 3. Se observa la comparación de los tratamientos, respecto a la severidad foliar del mildiu en el tercio medio de la planta durante la formación del grano.

c. Daño foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación de grano

En la **Tabla 8**, se observa el análisis de varianza para porcentaje de severidad foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación del grano causada por *P. variabilis* en quinua (*Chenopodium quinoa*).

Tabla 8. Análisis de varianza (ANVA), daño foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación de grano.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	0.0592	0.0197	3.28 *	2.96	4.60
Tratamiento	9	0.1855	0.0206	3.43 **	2.25	3.14
Error	27	0.1623	0.006			
Total	39					

*: Significativo

**: Alta Significación

CV = 13.52 %

En la tabla 8, nos muestra alta diferencia estadística entre tratamientos y menor diferencia estadística para la fuente de repeticiones durante la formación del grano, causada por *P. variabilis*.

El análisis de varianza mostro un coeficiente de variación de 18.52 %, el cual indica la variabilidad de los resultados frente al daño foliar en el tercio inferior, por lo tanto, se realizó la prueba Duncan obteniendo los siguientes resultados en la tabla 9.

Tabla 9. Prueba de significación de Duncan para la variable daño foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación de grano, causado por *Peronospora variabilis*.

Tratamientos en estudio		Daño, tercio inferior	Significación
T6	Leche + bicarbonato de sodio	27.085	A
T9	Testigo	20.833	A B
T4	Caldo sulfocalcico + bicarbonato Na	20.123	A B
T3	Bicarbonato de sodio	19.208	A B
T7	Suero + bicarbonato de sodio	19.085	A B
T2	Caldo bordalés	16.083	B C
T10	Testigo con aspersión	14.958	B C
T1	Caldo sulfocalcico	13.79	B C
T5	Caldo bordalés + bicarbonato de sodio	13.21	C
T8	Testigo químico (Trivia 727)	7.168	C

En la tabla 9, indica que el tratamiento que tuvo mayor porcentaje de severidad fue la leche + bicarbonato con 27.085 %, demostrándose que este producto no tiene efecto fungicida; este valor es semejante a los tratamientos Testigo (T9), Caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio (T4), Bicarbonato de sodio (T3) y suero + bicarbonato de sodio (T7), respectivamente.

En cambio aplicando Trivia 727 (T8), en hojas del tercio inferior, se reportó 7.168 % de severidad. La severidad de las aplicaciones de Caldo bordalés + bicarbonato de sodio (T5) y Caldo sulfocalcico (T1), son estadísticamente similares y numéricamente diferentes; productos que poseen efecto fungicida aunque no comparables con el producto químico Trivia 727.

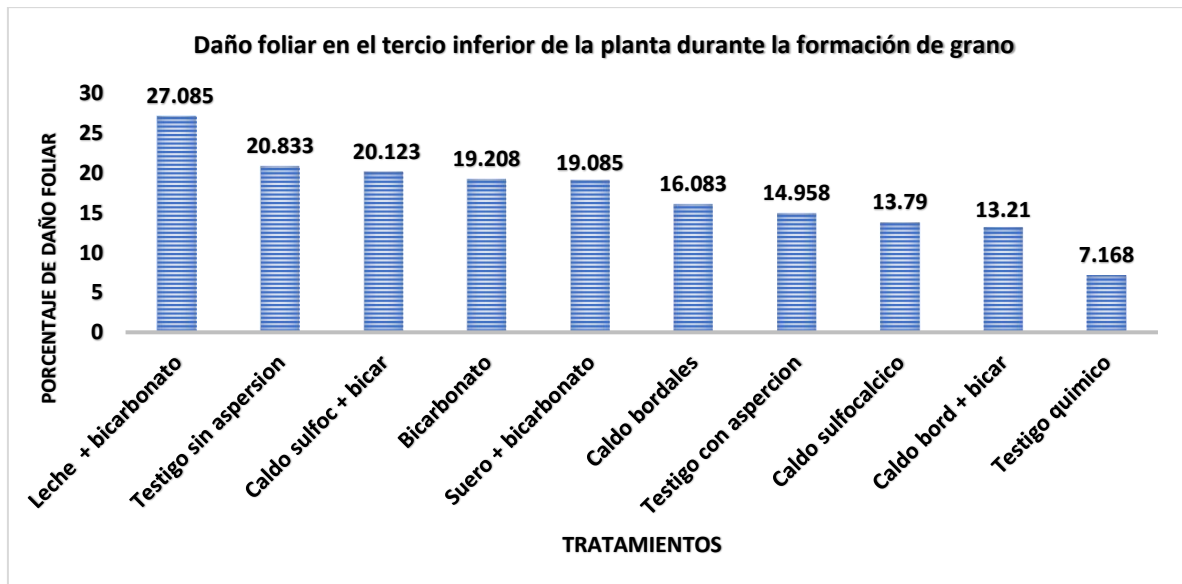


Figura 4. Se observa la comparación de los tratamientos, respecto a la severidad foliar del mildiu en el tercio inferior de la planta durante la formación del grano.

4.2. Rendimiento de grano de quinua (*Chenopodium quinoa*)

El análisis de varianza (ANVA) del rendimiento de grano, debido al efecto de los 10 fungicidas no convencionales en el control del mildiu en quinua variedad INIA-420; el rendimiento presento alta diferencia estadística para los tratamientos, mientras que para las repeticiones el ANVA se observa que no existe diferencia significativa quiere decir que son estadísticamente iguales, además presenta un coeficiente de variabilidad de 16.43 %.

Tabla 10. Análisis de varianza (ANVA), daño foliar en el tercio inferior de la planta durante la formación de grano.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	
					0.05	0.01
Repetición	3	70227.08	23409.027	1.36 NS	2.96	4.60
Tratamiento	9	1047737.17	116415.241	6.78 **	2.25	3.14
Error	27	463577.967	17169.554			
Total	39					

ns: No Significativo
 **: Alta Significación

CV = 16.43 %

Tabla 11. Prueba de significación de Duncan para la variable rendimiento en gramos.

Tratamientos en estudio		Rendimiento	Significación
T8	Testigo químico (Trivia 727)	1179.02	A
T5	Caldo bordalés + bicarbonato de Na	954.47	B
T1	Caldo sulfocalcico	903.12	B C
T4	Caldo sulfocalcico + bicarbonato Na	806.25	B C D
T9	Testigo	742.41	C D
T2	Caldo bordalés	730.36	C D
T3	Bicarbonato de sodio	706.25	C D
T7	Suero + bicarbonato de sodio	667.41	D
T6	Leche + bicarbonato de sodio	652.23	D
T10	Testigo con aspersión	634.38	D

En la tabla 11 se aprecia, que controlando el mildiu en quinua con aplicaciones del fungicida Trivia 727 (T8), repercutió en el tratamiento cuyo rendimiento fue de 1179.02 kg ha⁻¹; seguido por la aplicación de Caldo bordalés + bicarbonato de sodio (T5), con 954.47 kg ha⁻¹; en tercer lugar la aplicación de Caldo sulfocalcico (T3) con 903.12 kg ha⁻¹ y en cuarto lugar Caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio con 806.225 kg ha⁻¹ estos tratamientos son estadísticamente iguales y numéricamente diferentes. El tratamiento que presentó menor rendimiento fue el Testigo con aspersión con agua (T10) con 634.38 kg ha⁻¹, semejante rendimiento se obtuvo con las aplicaciones de Leche + bicarbonato de sodio con 652.23 kg ha⁻¹ y Suero + bicarbonato de sodio con 667.41 kg ha⁻¹; el efecto fungicida de estos últimos dos tratamientos no repercutió en el rendimiento.

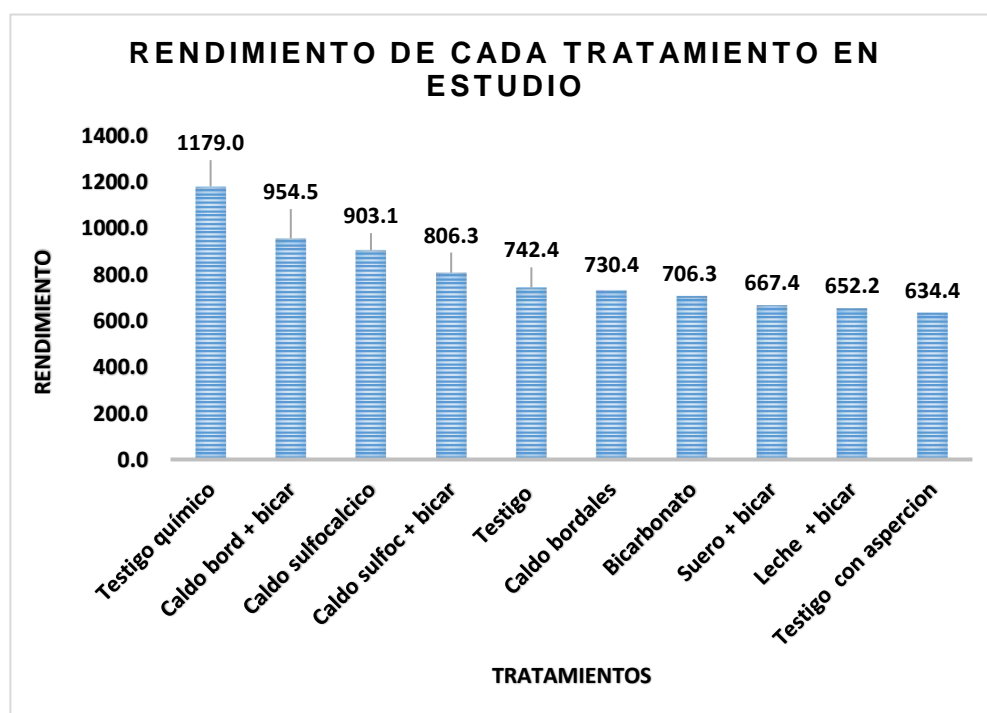


Figura 5. Se observa la comparación de los tratamientos, respecto al rendimiento de quinua

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. El producto, en base al Caldo Bórdales + bicarbonato de sodio (T5), tiene efecto fungicida contra *Peronospora variabilis*, obteniendo 6.375 % de severidad en hojas del tercio superior (hts); 9.543 % en hojas del tercio medio (htm) y 13.21 % en hojas del tercio inferior (hti). Este tratamiento ocupó el segundo lugar en rendimiento con 954.47 kg/ha⁻¹; en comparación con la aplicación del fungicida Trivia 727 (T8) que ocupó el primer lugar en rendimiento con 1179.02 kg ha⁻¹; cuya severidad de infección fue de 1.418 % en hojas del tercio superior, 4.208 % tercio medio y 7.168 % tercio inferior.

5.2. Con caldo sulfocalcico (T3) se determinó 6.5 % de severidad en hojas del tercio superior (hts), 10.08 % en el tercio medio y 13.79 % en el tercio inferior. Este tratamiento ocupó el tercer lugar en rendimiento con 903.12 kg ha⁻¹. La severidad de esta fitoenfermedad se incrementó con la aplicación del caldo sulfocalcico + bicarbonato de sodio (T4) (evaluándose la severidad en el tercio superior 9.315 %, tercio medio 15.208 % y tercio inferior 20.123 %); tratamiento que ocupó el cuarto lugar en rendimiento con 806.25 kg ha⁻¹.

5.3. La aplicación de leche + bicarbonato de sodio (T6) determinó una severidad de mildiu de 16.04 % en hojas del tercio superior (hts), 21.918 % tercio medio y 27.085 % tercio inferior este tratamiento ocupó el penúltimo lugar en rendimiento con 652.23 kg ha⁻¹ y en el último lugar quedó el tratamiento con aspersión con agua (T10), cuyo rendimiento fue de 634.38 kg ha⁻¹.

5.4. Se recomienda seguir realizando ensayos con productos no convencionales que tienen efecto fungicida contra *Peronospora variabilis* por considerarlo productos saludables con el medio ambiente y económicamente rentables.

CAPÍTULO VI

LITERATURA CITADA

Alandia, S; Otazü, V; Salas, B. 1979. Enfermedades de la Quinoa, Quinoa y Kañiwa: Cultivos Andinos (Stella de Feferbaum ed., pp. 228). Bogotá, Colombia: Centro Internacional De Investigaciones Para El Desarrollo (CIID).

Benítez, EB; Ríos, N. 2016. Efecto de Tres Fungicidas en el Control de *Peronospora farinosa* en *Chenopodium quinoa*. Var. ILLPA-INIA en el Caserío Pueblo Nuevo – Santiago de Chuco. Tesis. Trujillo – Perú, Universidad Nacional de Trujillo. 71 p.

Bettioli, W. 2006. Productos Alternativos para el Manejo de Enfermedades en Cultivos Comerciales. La Habana, Cuba, Vol. 10, 15 p.

Calixtro, MG. 2017. Respuesta de 100 Accesiones de Quinoa a la Infección Natural de Mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en el Valle del Mantaro. Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Cervantes, N; Medina, F. 2016. Evaluación del Rendimiento del Cultivo de Quinoa (*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.

Cruz, M. s.f. Uso del azufre como fungicida en vides. Gobierno de Chile ministerio de agricultura INIA Quilamapu.

Danielsen, S; Ames, T. 2000. El Mildiu de la Quinoa en la Zona Andina: Manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la papa. Pp 3-9.

Danielsen, S Teresa, A. 2016. El mildiu de la quinoa en la zona andina; manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la papa. Pp 3-9.

Delucchi, A; Zapata, R; Quiroga, M. 2012. Uso de Productos Naturales Alternativos para el Manejo Sustentable de *Oídium* sp. ASADES 16: 1–8.

Estrada, R; Apaza, V; Delgado, P. 2012. Tecnología de producción de quinoa para el mercado interno y externo: INIA. Perú- Cajamarca. 155 p.

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.

Gómez, L; Aguilar, E. 2016. Guía de cultivo de quinoa. (En línea). 2ed. Lima-Perú. Editorial Universidad Nacional Agraria La Molina, Programa de Investigación y Proyección Social de Cereales y Granos Nativos Facultad de Agronomía. 13/01/19. <http://www.fao.org/3/a-i5374s.pdf>.

Huaripata, CA. 1991. Estudio de Dos Variedades y un Ecotipo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) con Tres Densidades de Siembra en Cajamarca. Tesis. Cajamarca-Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 64 p.

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

León, J. 2003. Manejo de la quinoa en Puno – Perú. Descripción, manejo y producción.

López, HJ; Cifuentes, HA. 2017. Bicarbonato de Potasio y de Sodio en el Control de Antracnosis (*colletotrichum gloesporioides*) en Papaya. Tesis. Sede Regional de Coatepeque, Universidad Rafael Landívar. 91 P.

Mujica, A. 1988. Parámetros genéticos e índices de selección en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). En Origen y Descripción de la Quinoa Capítulo I. (en línea) consultado el 01 de enero del 2019. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/cap1.htm#6>

Mujica, A. et al. 1988. Prueba americana y europea de quinua. Proyecto quinua CIP-DANIDA-UNAP. Universidad Nacional del Altiplano. Puno-Perú. 41.

Mosqueira, WR. 1996. Comparativo de Doce Cultivares de Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Localidades de la Provincia de Cajamarca. Tesis. Cajamarca-Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 78 p.

Quispe, L. 2015. Evaluación del Potencial de Rendimiento y Calidad de Líneas Mutantes de Quinoa (*Chenopodium quinoa* willd). Var. Pasankalla en Condiciones de Costa Central. Tesis. Lima – Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 99 p.

Roncal O, M.S. 1993. Taxonomía de hongos Fitopatogenos comunes. 1 era. Ed., edit. Editorial Obispo Martinez Compañon 371p.

Roncal O, M.S. 2004. Principios de fitopatología andina.1ra. ed.; Cajamarca – Perú. 423 p.

Rojas, RE; Tejada, TN; Roncal, MS. 2015. Eficiencia de Productos Naturales en el Control del Mildiu (*Peronospora farinosa*) en Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd var. Altiplano) en el Distrito de Baños del Inca. Tesis. Cajamarca-Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 105 p.

Risco, A; Mattos, L. 2014. Severidad de *Peronospora variabilis* Gäum. En *Chenopodium quinoa* Willd. 'Pasankalla' como Respuesta a Aplicaciones de Fungicidas Sintéticos y Bioestimulantes. Tesis. Lima-peru, Universidad Nacional Agraria la Molina. 107 p.

Salazar, TA. 2015. Evaluación de la actividad fungicida de dos Bicarbonatos y un carbonato en condiciones In Vitro e In Vivo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Talca.

Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A. 2014. Plagas y enfermedades del cultivo de quinua. Cochabamba, BO: Fundación PROINPA.

Tapia, ME. 1997. Cultivos andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. 2ed. Santiago, Chile, FAO. 273 p. (entre p. 30 y 31)

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

Tejada, TN. 2015. El cultivo de quinua en la sierra norte del Perú. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Cajamarca – Perú, 24 p

Tun, GM. 2008. Efectividad biológica del fungicida oxiclóruo de cobre para el control del tizón tardío *phytophthora infestans* (mont.) de bary en papa *solanum tuberosum* L. Mexico, tesis ingeniero agrónomo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Villanueva M, C.M. 2016. Diccionario de Especialidades Agroquímicas. Edición 10. Pág. 1341.

ANEXOS



Figura 6. Surcado y siembra



Figura 7. Surcado y siembra



Figura 8. Emergencia



Figura 9. Emergencia



Figura 10. Deshierbo de quinua



Figura 11. Deshierbo de quinua



Figuras 12 y 13. Preparación de caldo sulfocalcico



Figuras 14 y 15. Preparación y concentraciones de Productos no convencionales



Figuras 16 y 17. Aplicación de los productos no convencionales



Figuras 18. Aporque de la quinua



Figuras 19. Aporque finalizado



Figuras 20. Realizando las Evaluaciones



Figuras 21. Realizando las Evaluaciones



Figuras 22. Plantas con presencia de mildiu



Figuras 23. Hojas con presencia de mildiu



Figuras 24. Inicio de panojamiento



Figuras 25. Panojamiento



Figuras 26. Inicio de floración



Figura 27. Floración



Figura 28. Campo experimental listo para la cosecha



Figura 29. Evaluaciones antes de la cosecha



Figuras 30 y 31. Madurez fisiológica completa



Figura 32. Realizando la cosecha



Figura 33. Recojo de las panojas de quinua en sacos



Figura 34. Limpieza de quinua



Figura 35. Venteo de quinua



Figura 36. Almacenamiento de quinua