

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



TESIS:

**Severidad e incidencia del mildiú de la quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd) en campos de cultivo
en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023.**

Para optar el título profesional de:
BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA

PRESENTADO POR:
Bach. Any LOPE CHAVEZ

ASESORA:
Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ

AYACUCHO - PERÚ

2025

A mis padres, Cristina Chávez Enríquez y Julio Lope Avendaño quienes me brindaron su apoyo incondicional en este proyecto educativo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, *Alma mater*, por proporcionar el entorno propicio y los recursos necesarios, incluyendo sus bibliotecas, laboratorios y plataformas de investigación, que fueron la base de mi desarrollo profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas y a la plana de docentes de la Escuela Profesional de Biología, quienes influyeron en esta etapa académica.

A mi asesora la Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz, por brindarme su tiempo y conocimiento en la elaboración de esta investigación.

Al Mg. Pedro Mauricio Delgadillo Coronado, docente de la Escuela Profesional de Biología, por su orientación en el estudio estadístico de los datos obtenidos en la investigación.

A la Blga. Nérida Bautista Tinco, especialista en Sanidad Agraria, por brindarme asesoría para la evaluación de mis variables.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|--|------|
| DEDICATORIA | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| ÍNDICE GENERAL | v |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vi |
| ÍNDICE DE ANEXOS | viii |
| RESUMEN | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| 2.1. Antecedentes | 3 |
| 2.2. Marco conceptual | 5 |
| 2.3. Fundamento teórico | 6 |
| 2.3.1. Quinoa | 6 |
| 2.3.2. Mildiú | 13 |
| 2.3.3. Evaluación del mildiú en quinoa | 18 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 19 |
| 3.1. Ubicación del lugar de estudio | 19 |
| 3.2. Población y muestra | 20 |
| 3.3. Técnica de muestreo | 20 |
| 3.4. Criterios de selección | 20 |
| 3.5. Diseño metodológico | 21 |
| 3.6. Tipo de investigación | 25 |
| 3.7. Diseño de investigación | 25 |
| 3.8. Análisis de datos | 25 |
| IV. RESULTADOS | 27 |
| V. DISCUSIÓN | 34 |
| VI. CONCLUSIONES | 39 |
| VII. RECOMENDACIONES | 41 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |
| ANEXOS | 48 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|------|
| Figura 1. Desarrollo fenológico de la planta de la quinua. | 11 |
| Figura 2. Síntomas que son ocasionadas por la infección de <i>Peronospora variabilis</i> Gäum “mildiú”. | 16 |
| Figura 3. Campo de cultivo de quinua dividido en cinco sectores y el sector tres del campo evaluado. | 21 |
| Figura 4. Formas de recorrer los cinco sectores del campo de cultivo. | 22 |
| Figura 5. Escala de severidad basada en el porcentaje de infección de <i>Peronospora variabilis</i> Gäum “mildiú”. | 23 |
| Figura 6. Planta de quinua dividida en tercios y planta observada en el campo de cultivo. | 24 |
| Figura 7. Distribución vertical del promedio de la incidencia del mildiú en la fase vegetativa, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los niveles inferior y superior de la planta, en campos en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 28 |
| Figura 8. Distribución vertical del promedio de la severidad del mildiú en la fase vegetativa, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los niveles inferior y superior de la planta, en campos en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 29 |
| Figura 9. Distribución vertical del promedio de la incidencia del mildiú en la fase reproductiva, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los tercios inferior, medio y superior de la planta, en campos en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 30 |
| Figura 10. Distribución vertical del promedio de la severidad del mildiú en la fase reproductiva, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los tercios inferior, medio y superior de la planta, en campos en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 31 |

- Figura 11. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta en Blanca de Junín y Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. 32
- Figura 12. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta en Blanca de Junín y Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. 33

ÍNDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|------|
| Anexo 1. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta Blanca de Junín, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 49 |
| Anexo 2. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 49 |
| Anexo 3. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta Blanca de Junín, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 50 |
| Anexo 4. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. | 50 |
| Anexo 5. Evidencia fotográfica del proceso de evaluación en el distrito de Tambillo - Ayacucho 2023. | 51 |
| Anexo 6. Petición de autorización para el desarrollo de la investigación en campo. | 62 |
| Anexo 7. Planillas de evaluación en dos diferentes fases del cultivo de la quinua. | 61 |
| Anexo 8. Matriz de consistencia | 65 |

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar la relación entre la incidencia y severidad del mildiú en dos variedades de quinua; Blanca de Junín y Pasankalla, en el distrito de Tambillo - Ayacucho, durante la campaña agrícola 2023–2024. La investigación fue de tipo no experimental, descriptivo - correlacional, y se desarrolló en parcelas demostrativas ubicadas en zonas agroecológicas representativas. Se realizaron muestreos durante las fases vegetativa y reproductiva del cultivo, evaluando 25 plantas por variedad, distribuidas en cinco sectores por parcela. La incidencia se evaluó mediante porcentajes de hojas afectadas de la planta, mientras que la severidad se evaluó el daño foliar utilizando escalas visuales porcentuales. En la fase vegetativa, se encontró una correlación significativa entre incidencia y severidad en el nivel superior de la variedad Blanca de Junín ($r = 0,92$; $p = 0,029$) y en el nivel inferior de la variedad Pasankalla ($r = 0,91$; $p = 0,032$). Durante la fase reproductiva, la variedad Blanca de Junín presentó correlaciones muy fuertes y significativas en todos los tercios ($r \geq 0,90$; $p < 0,05$), mientras que en la variedad Pasankalla se observaron correlaciones significativas en el tercio medio ($r = 0,93$; $p = 0,022$) y superior ($r = 0,97$; $p = 0,008$). Estos resultados confirman una relación directa entre incidencia y severidad, así como una mayor susceptibilidad de la variedad Pasankalla, especialmente en los tercios inferiores de la planta y en las fases tempranas del desarrollo fenológico.

Palabras clave: mildiú, quinua, severidad, incidencia, *Peronospora variabilis* Gäum, variedad Blanca de Junín y Pasankalla.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a la severidad e incidencia del mildiú de *Chenopodium quinoa* Will. “quinua” en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023. Entendiendo, la incidencia mide la proporción de plantas o partes de una planta que son afectadas por la enfermedad del mildiú de la quinua en un área, mientras que la severidad evalúa la intensidad del daño causado por la enfermedad en cada planta u órgano individual, generalmente como un porcentaje del área o tejido dañado. Ambas medidas son cruciales para monitorear enfermedades y tomar decisiones de manejo de control.

El mildiú, causado por *Peronospora variabilis* Gäum, se considera una de las más severas y de mayor impacto económico. Este patógeno ataca principalmente las hojas, provocando manchas cloróticas en el haz y la aparición de esporulación plomiza en el envés, lo que interfiere en la fotosíntesis y debilita la planta. En infecciones severas, la enfermedad puede ocasionar la defoliación prematura y reducir de manera significativa el rendimiento, con pérdidas que pueden alcanzar hasta el 99 % en cultivares susceptibles (Rollano et al., 2022).

El mildiú fue catalogado como una barrera productiva en la quinua, ocasionando decrementos y devastadores pérdidas en cultivos susceptibles. La presencia de la enfermedad ha trascendido su zona endémica sudamericana; actualmente, su alcance geográfico se ha extendido a Canadá y Europa, según los primeros reportes de mildiú en quinua, fue en parcelas experimentales en Pennsylvania (USA), evidenciando una extensa distribución a nivel global (Zurita y Quiroz, 2016).

Las zonas de mayor producción de quinua en el Perú son: Puno, con un 41 %, Ayacucho con 23 % y Apurímac con 11 % (MIDAGRI, 2024). No obstante, el

desarrollo de quinua se ve afectada por factores abióticos (heladas, sequía y granizada) y bióticos (plagas y enfermedades) (Gabriel et al., 2012).

En respuesta a esta problemática en el presente trabajo de investigación se evaluó la severidad e incidencia del mildiú de la quinua en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023; ambas variables, permiten evaluar la gravedad de la enfermedad y adoptar estrategias de manejo del mildiú en cultivos como; optimizar el uso de fungicidas, seleccionar variedades resistentes, alternativa de control biológico, predecir pérdida de rendimiento y desarrollar estrategias de manejo integrado que minimicen los daños económicos y aseguren la productividad.

Objetivo general

Determinar la relación entre incidencia y severidad del mildiú de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” en las diferentes variedades del cultivo en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.

Objetivos específicos

1. Determinar el porcentaje de severidad del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.
2. Determinar el porcentaje de incidencia del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.
3. Determinar el porcentaje de severidad del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Pasankalla en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.
4. Determinar el porcentaje de incidencia del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Pasankalla, en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.
5. Comparar el daño foliar del mildiú entre la variedad Blanca de Junín y Pasankalla de la quinua, en campos de cultivo, en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Ramírez y Rodríguez (2023), evaluaron el comportamiento de la infección natural del mildiú en el ecotipo comercial Blanca de Jericó. Durante la evaluación se realizó desde la fase fenológica de ramificación hasta grano pastoso donde se registraron niveles de incidencia entre 11,6 y 50 %, mientras que la severidad osciló entre 5,3 y 25,8 % del área foliar afectada. Se observó que la etapa de reproducción fue la más crucial, alcanzando los valores más altos de infección y evidenciando el impacto del mildiú sobre el follaje, lo que generó defoliación y debilitamiento de las plantas. Concluyeron que la mayor afectación del mildiú es en diferentes fases de su desarrollo, sin embargo, el mayor daño es en la caída de hojas de la planta de quinua y disminución del rendimiento ocurre cuando la infección se presenta en etapas tempranas del cultivo.

2.1.2. Nacionales

Aruhuanca (2018), evaluó la incidencia y severidad de diversas afecciones causadas por hongos en cultivos de quinua. Entre los patógenos identificados, es el mildiú ocasionado por el agente causal *Peronospora variabilis*, fue uno de los más frecuentes y con mayor impacto en el cultivo. Los resultados mostraron que en los sitios de Suancata (Juli) y Muni (Huancane) obtuvieron un mayor incremento de incidencia de mildiú al 95,56 %; el grado de daño (severidad) se expresó en porcentajes; el mildiú ocasionó un mayor incremento de daño en la primera evaluación, donde la zona de Marca Esqueña quien registraron un daño de 7,79 %.

Concluyendo que la incidencia del mildiú alcanzó valores cercanos al 100 % en algunas parcelas, especialmente durante la fase de floración, evidenciando que las condiciones climáticas (alta humedad y temperatura moderada) favorecen su desarrollo, la severidad de la enfermedad fue variable entre localidades, siendo mayor en las zonas de Huancané y Juli, donde se observaron porcentajes más altos de daño foliar, lo que sugiere una posible susceptibilidad o influencia de las prácticas de manejo agrícola.

Julca et al., (2019), obtuvieron como resultado, que en el tercio inferior la incidencia fue de 82,2 % y la severidad alcanzó 44,1 %, con un coeficiente de correlación (r) de 0,88. En el tercio medio, la incidencia fue de 70,5 %, la severidad de 38,7 %, con un valor de $r = 0,90$. En el tercio superior, la incidencia disminuyó a 56,3 % y la severidad a 29,8 %, obteniéndose una correlación de $r = 0,80$. Presentado una correlación positiva y significativa entre la incidencia y la severidad en todos los niveles de la planta, indicando que el incremento en el número de hojas infectadas se asocia directamente con un aumento en la intensidad del daño foliar. Concluyendo que la incidencia puede emplearse como un indicador práctico y confiable para estimar el progreso de la enfermedad en campo, facilitando la toma de decisiones oportunas en el manejo fitosanitario.

2.1.3. Local

Chávez (2023), evaluó incidencia y severidad en la quinua Blanca de Junín, donde al emplear Metalaxil (T1) obtuvo un bajo porcentaje de incidencia (58,33 %), en tanto que al usar *B. subtilis* (T3) manifestó una mayor incidencia (82,33 %). En los tratamientos con ajo (T9 y T10) presentaron un porcentaje alto de incidencia (52 y 59 %) en Pasankalla. Los tratamientos con *B. subtilis* (T11) y (T12) comprendieron incidencias intermedias (71 y 67 %), respectivamente. Con la aplicación del ajo (T2) en Blanca de Junín obtuvo un porcentaje de severidad (22,5 %), en tanto los tratamientos (T3 y T4) con *B. subtilis* manifestaron severidades (23,4 y 42,1 %), independientemente. En el tratamiento con ajo (T10) en Pasankalla, tuvo la menor severidad (19,7 %) y con el uso *B. subtilis* (T12) obtuvo una severidad (30,50 %). El estudio concluyó que los biocontroladores evaluados mostraron una eficacia variable frente al mildiú de la quinua, siendo los tratamientos con extracto de ajo (*Allium sativum*) los más eficientes al reducir significativamente en las variables incidencia y severidad de la infección del mildiú en ambas variedades Blanca de Junín y

Pasankalla. Asimismo, se determinó que los productos biológicos pueden representar una alternativa viable y sostenible frente al uso de fungicidas químicos como el Metalaxil, especialmente en sistemas de desarrollo orgánica de quinua.

Bautista (2021), determinó que, en Blanca de Junín, la incidencia osciló entre 58 y 82 %, mientras que la severidad varió de 23 a 42 %. El mejor control se logró con metalaxil, que redujo la incidencia al valor más bajo, mientras que la infusión de ajo destacó por disminuir la severidad a niveles mínimos. En la variedad Pasankalla, los valores fueron ligeramente menores, la incidencia fluctuó entre 52 y 71 % y la severidad entre 20 y 31 %. Los tratamientos con ajo (particularmente T9 y T10) lograron los mejores resultados, registrando la menor severidad observada 20 %, donde se concluyó que el mildiú impacta con mayor intensidad en la etapa vegetativa de la planta, siendo crucial aplicar medidas de control en la etapa vegetativa para reducir las pérdidas productivas. Asimismo, aunque los fungicidas sintéticos como el Metalaxil ofrecen un control más estable, los ecofungicidas, principalmente las infusiones de ajo, representan una estrategia prometedora.

2.2. Marco conceptual

Quinua: es un grano alimenticio cuyo origen se sitúa en los Andes peruanos y en la región andina de América del Sur, área reconocida como un importante centro de domesticación de plantas, donde la presencia de microclimas y marcadas variaciones altitudinales generan una amplia diversidad de zonas agroecológicas (Mujica et al., 2013).

Mildiú: esta enfermedad, ocasionada por el hongo *Peronospora variabilis*, constituye el principal problema fitosanitario del cultivo, manifestándose con mayor severidad ante la ocurrencia de lluvias intensas en intervalos reducidos. Bajo escenarios extremos, puede generar pérdidas totales en genotipos susceptibles. (De La Rivera, 2013).

Severidad: es el grado ocasionado por una enfermedad que es medido como porcentaje de área afectada de toda la planta o una parte de la planta (Ames, 2014).

Incidencia: porcentaje de plantas infectadas (Ames, 2014).

Muestreo cinco de oro: el método de los cinco de oros es una técnica de muestreo sistemático empleada en estudios agronómicos y fitopatológicos para obtener

muestras representativas del campo de cultivo. Consiste en seleccionar cinco puntos de muestreo dentro de cada parcela: uno en el centro y cuatro en las esquinas, formando la figura de un rombo o la forma del naipe “cinco de oros”. Esta disposición permite cubrir de manera uniforme el área de estudio, reduciendo la variabilidad espacial y garantizando que los datos reflejen con mayor exactitud las condiciones del cultivo (Pérez y Mendoza, 2015).

Variedad: es una población de plantas que posee características genéticas uniformes y distintas respecto a otras, manteniendo su estabilidad a lo largo de generaciones. Estas variedades presentan diferencias agronómicas notables, como el rendimiento, la tolerancia a enfermedades, la adaptabilidad y la calidad del grano, que las hace fácilmente identificables por agricultores e investigadores. La elección adecuada de una variedad resulta esencial para optimizar la productividad (INIA, 2013).

Ecotipo: corresponde a una subpoblación con diferenciación genética, cuya distribución está asociada a condiciones ambientales particulares de un ecosistema o hábitat determinado, y que posee tolerancias específicas a los factores ambientales locales (Gianoli, 2004).

2.3. Fundamento teórico

2.3.1. Quinua

Debido a su alto valor nutricional, distinguido por proteínas de alta calidad y una extensa diversidad de minerales y vitaminas (Hinojosa et al., 2019), la quinua ha sido considerada por la FAO como uno de los cultivos con mayor potencial para aportar a la seguridad alimentaria en el siglo XXI. Este cultivo andino tiene un origen ancestral que se remonta a miles de años atrás en las zonas altiplánicas de Perú y Bolivia, desarrollándose a altitudes comprendidas entre 3 650 y 4 200 msnm (Bazile et al., 2021).

La capacidad de la quinua para desarrollarse en condiciones ambientales extremas, como bajas y altas temperaturas, sequía, elevada radiación solar y salinidad, permite su cultivo en zonas donde otros cereales no logran adaptarse (Hernández y Ledesma, 2019). Esta extensa plasticidad ecológica, junto con su tolerancia a temperaturas que varían entre -8°C y 38°C y su aptitud para crecer en ambientes con escasos recursos naturales, ha favorecido la extensión de su producción y consumo a nivel global (Bazile et al., 2021; Wali et al., 2022). Adicionalmente, la quinua presenta un alto valor

nutricional, resaltando por su contenido de vitaminas del complejo B, oligoelementos y aminoácidos esenciales como fenilalanina, lisina, isoleucina y treonina, lo que ha despertado un notable interés internacional y ha impulsado la expansión de su cultivo hacia Europa y América del Norte (Afzal et al., 2022; Campos et al., 2022; Li et al., 2020).

Clasificación taxonómica

Según Mujica et al., (2013) es definida como:

| | |
|----------|------------------------------------|
| Reino | : Plantae |
| División | : Magnoliophyta |
| Clase | : Magnoliopsida |
| Orden | : Caryophyllales |
| Familia | : Amaranthaceae |
| Género | : <i>Chenopodium</i> |
| Especie | : <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. |

Descripción botánica

Según el ecotipo y el ambiente donde se cultiva, la quinua es una planta anual que puede medir entre 1 y 3,5 m de altura. Ecotipos del altiplano se diferencian por un tallo principal dominante y ramas laterales cortas, a diferencia de los ecotipos de valle, que presentan ramas de longitud uniforme; asimismo, se reconocen formas intermedias (Tapia, 1990).

Germinación, tras la humectación de la semilla, el incremento del sistema radicular comienza en pocas horas. La raíz pivotante puede profundizar hasta 30 cm y, desde una corta distancia del cuello de la planta, se ramifica en raíces secundarias y terciarias, formando numerosas raicillas (Cervantes y Medina, 2016).

Tallo, el tallo expone una forma cilíndrica a nivel del cuello de la planta y alcanza un contorno anguloso al comenzar las ramificaciones. Asimismo, posee una hendidura poco profunda que transita casi toda la superficie y se extiende de una rama a otra (Tapia, 1990).

Raíz, el sistema radicular está constituido por una raíz pivotante de gran vigor que, aunque puede aparentar ser fasciculada, permite diferenciar con claridad la raíz principal de las raíces secundarias (Vilca y Carrasco, 2013).

Hojas, dispuestas de forma alterna, están constituidas por un pecíolo largo, fino y acanalado en su parte superior, cuya longitud varía dentro de una misma planta, y por una lámina foliar de características variables. Esta puede presentar forma romboidal, triangular o lanceolada, ser plana u ondulada, de textura carnosa y tierna, y mostrar una amplia gama de colores que van del verde al rojo. Además, la lámina se encuentra cubierta por cristales de oxalato de calcio de tonalidades rojas, púrpuras o cristalinas, visibles tanto en el haz como en el envés. Las hojas pueden medir hasta 15 cm de largo por 12 cm de ancho y presentan nervaduras marcadas, generalmente tres, que se originan desde el pecíolo (Mujica et al., 2013).

Inflorescencia, se clasifica en panoja por la disposición de las flores en racimo. Esta puede estar claramente diferenciada del resto de la planta, presentándose como una estructura terminal y no ramificada; sin embargo, en ciertos casos el eje principal se ramifica, tomando una forma cónica que impide una diferenciación clara. (León, 2016).

Fruto, de coloración variable y fácilmente desprendible en estado de madurez, la semilla se encuentra completamente rodeada por el perigonio, formando un fruto tipo aquenio. Este presenta una forma cilíndrica - lenticular, con un leve ensanchamiento hacia el centro, y contiene una sola semilla (INIA y FAO, 2013)

Semilla, el grano corresponde al fruto maduro desprovisto de perigonio y presenta una morfología variable, que puede ser lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. En su estructura se distinguen claramente tres componentes principales: la episperma, el embrión y el perisperma (INIA y FAO, 2013).

Fenología del cultivo

Emergencia, corresponde al momento en que la plántula sale del suelo y desarrolla los cotiledones, observándose plántulas alineadas en hileras. Este proceso depende de la humedad del suelo y, en condiciones favorables, ocurre entre los 4 y 6 días después de la siembra (Rodríguez, 2017).

Dos hojas verdaderas, entre los 15 y 20 días posteriores a la siembra, se observa un rápido crecimiento de las raíces, coincidiendo con la aparición de dos hojas verdaderas extendidas de forma romboidal y un nuevo par de hojas en estado de botón. En esta etapa es frecuente el daño causado por insectos cortadores de plantas tiernas, como *Copitarsia turbata*. (Mujica et al., 2013).

Cuatro hojas verdaderas, entre los 25 y 30 días posteriores a la siembra, la plántula desarrolla dos pares de hojas verdaderas extendidas, conservando las hojas cotiledones de color verde. En el ápice, las hojas se presentan en estado de botón foliar y se inicia la formación de botones en la axila del primer par de hojas. En el transcurso de esta fase, la planta muestra buena resistencia al frío y a la sequía, aunque resulta altamente vulnerable al ataque de insectos masticadores de hojas, como *Epitrix subcrinita* y *Diabrotica* spp (Mujica et al., 2013).

Seis hojas verdaderas, la conservación del ápice vegetativo por las hojas más adultas se hace más evidente entre los 35 y 45 días posteriores a la siembra, específicamente frente a bajas temperaturas, sequía y durante las horas nocturnas. En este periodo, la plántula muestra tres pares de hojas verdaderas extendidas; las hojas cotiledones se tornan amarillentas y ligeramente flácidas, mientras que las hojas axilares se encuentran en distintos estados de desarrollo, desde la formación de botones hasta el inicio de su apertura, avanzando del ápice hacia la base. Durante el día, la presencia de viento provoca el flameo de la plántula (Vite, 2015).

Ramificación, la mayor resistencia al frío se manifiesta entre los 45 y 50 días posteriores a la siembra. En este estadio, la planta presenta ocho hojas verdaderas extendidas, con desarrollo de hojas axilares hasta la tercera fila del tallo; las hojas cotiledones ya han caído, dejando cicatrices visibles. Así como, la inflorescencia se encuentra presente, pero permanece protegida por las hojas, sin exponer la panoja. En esta fase se observa con notable claridad el almacenamiento de cristales de oxalato de calcio en las hojas, que asignan una apariencia cristalina y colores propios de cada genotipo (Vite, 2015).

Inicio de panojamiento, en los 55 y 60 días posteriores a la siembra, la panoja sobresale en la parte superior de la planta y se encuentra rodeada por numerosas hojas pequeñas, ricas en cristales de oxalato de calcio, las cuales cubren cerca de las tres cuartas partes de la inflorescencia (Vite, 2015).

Panojamiento, el consumo de las inflorescencias como sustituto de hortalizas tradicionales es posible desde esta fase hasta el inicio del estado de grano lechoso. Este estadio, que ocurre entre los 65 y 70 días después de la siembra, se identifica por la clara emergencia de la inflorescencia por encima de las hojas, con glomérulos bien definidos y botones florales individualizados en los glomérulos basales (Mujica et al., 2013).

Inicio de floración, esta etapa se caracteriza por la apertura de la flor hermafrodita apical, en la que los estambres se observan claramente separados. Se presenta aproximadamente entre los 75 y 80 días después de la siembra y es un período altamente sensible a condiciones de sequía y heladas. Asimismo, en los glomérulos se distinguen las anteras, protegidas por el perigonio, que presentan una coloración verde limón (Mujica et al., 2013).

Floración o antesis, se precisa cuando el 50 % de las flores de la inflorescencia se encuentran libres, donde ocurre entre los 90 y 100 días después de la siembra. Durante esta etapa, el cultivo presenta alta sensibilidad a las heladas, tolerando temperaturas solo hasta -2 °C. La evaluación de la floración debe realizarse al mediodía, ya que en las primeras horas de la mañana y al atardecer las flores continúan cerradas. Además, en esta fase la planta inicia la senescencia y caída de las hojas inferiores, debido a su baja actividad fotosintética. Adicionalmente, se ha reportado que temperaturas altas, superiores a 38 °C, pueden ocasionar aborto floral, especialmente en condiciones de invernadero o en zonas desérticas de clima cálido (Mujica et al., 2013).

Grano lechoso, el estado de grano lechoso se reconoce cuando los frutos ubicados en los glomérulos de la panoja, al ser oprimido, liberan un exudado de aspecto lechoso. Esta fase se presenta aproximadamente entre los 100 y 130 días después de la siembra. A lo largo de este período, el cultivo es altamente sensible al déficit hídrico, el cual influye de manera severa el rendimiento final, produciendo reducciones significativas (Mujica et al., 2013).

Grano pastoso, se identifica cuando los granos, al ser comprimidos, presentan una textura pastosa y una coloración blanca. Este estado se manifiesta entre los 130 y 160 días posteriores a la siembra. En el transcurso de esta etapa, el cultivo puede sufrir daños considerables debido al ataque de la q'hona-q'hona (*Eurysacca quinoa*)

y de aves como gorriones y palomas, las cuales forman nidos y consumen el grano. De igual modo, en esta fase ya no se requiere la ocurrencia de precipitaciones pluviales para el desarrollo del cultivo. (Rodríguez, 2017).

Madurez fisiológica, se reconoce cuando el grano formado, al ser presionado con las uñas, ofrece resistencia a la penetración. Esta etapa se presenta entre los 160 y 180 días o más después de la siembra, momento en el que el contenido de humedad del grano fluctúa entre 14 y 16 %. El periodo comprendido desde la floración hasta la madurez fisiológica corresponde a la fase de llenado del grano. Igualmente, durante esta etapa se observa el amarillamiento generalizado y la defoliación íntegra de la planta. (Rodríguez, 2017).

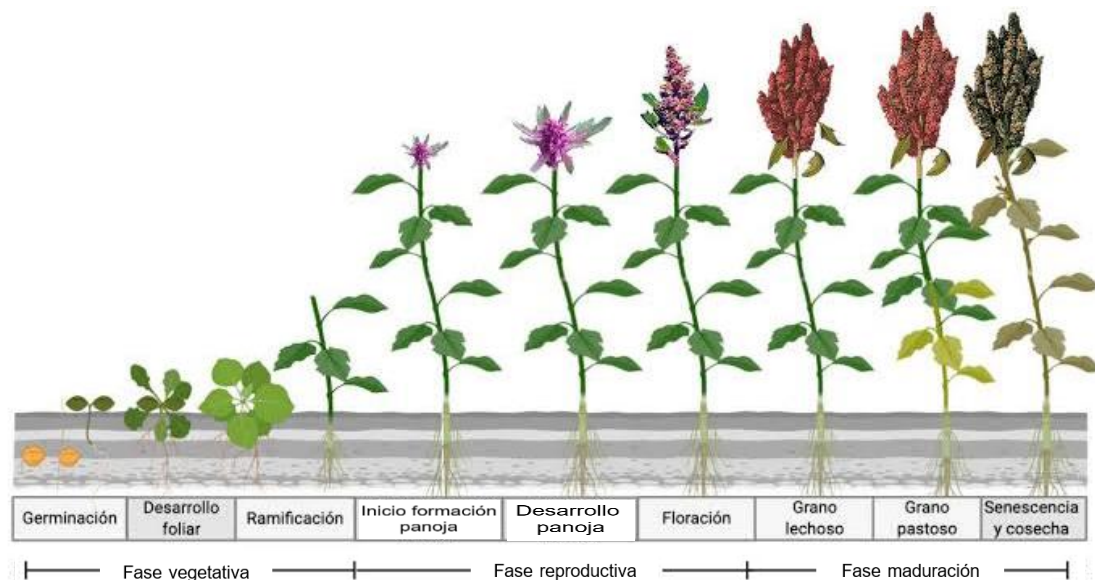


Figura 1. Desarrollo fenológico de la planta de la quinua (Pando y Aguilar, 2016).

Principales variedades de quinua cultivadas en el Perú

El Perú es considerado el principal centro de domesticación de quinua, donde se ha originado una extraordinaria diversidad de ecotipos y variedades adaptadas a distintas zonas agroecológicas. Esta variabilidad genética se expresa en las características de la panoja, el color del grano, la altura de la planta y la resistencia a enfermedades (MINAGRI, 2018).

1. Variedad Blanca de Junín

Originaria de la sierra central del Perú, especialmente del valle del Mantaro (Junín). Se califica por tener granos de color blanco perlado, panojas glomeruladas y laxas, y una altura promedio de 1,6 a 2,0 m. Presenta resistencia a *Peronospora variabilis* Gäum “mildiú” y tiene un ciclo vegetativo de 160 a 180 días. Su rendimiento puede alcanzar entre 3,0 y 3,5 t/ha, dependiendo del manejo agronómico. Es apreciada por su grano de sabor dulce y su buena calidad para la industria alimentaria (MINAGRI, 2018).

2. Variedad Pasankalla

Originaria de la región Puno, es un grano de color rojo oscuro muy apreciada por su contenido de antocianinas y alto valor nutricional. Su altura promedio es de 1,4 a 1,6 m, con panojas compactas y de forma cónica. Presenta moderada resistencia al mildiú, aunque puede ser susceptible en condiciones de alta humedad. Tiene un ciclo vegetativo intermedio (150–160 días) y rendimientos de 2,5 a 3,0 t/ha. Se adapta bien a zonas entre 3 600 y 3 900 m.s.n.m. (INIA, 2020).

3. Variedad Salcedo INIA

Desarrollada por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) en Puno, sobresale por su mayor rendimiento hasta 4,0 t/ha y su resistencia al mildiú. Presenta panojas compactas, grano blanco crema y ciclo intermedio (150 días). Es una de las variedades más cultivadas y exportadas del país (INIA, 2020).

4. Variedad Illpa INIA

Seleccionada también en Puno, presenta panojas medianamente compactas, granos de color crema, y un ciclo vegetativo de 150 a 170 días. Es valorada por su resistencia al acame y tolerancia a enfermedades foliares, siendo recomendada para altitudes mayores a 3 800 m.s.n.m. (INIA, 2020).

5. Variedad Mantaro

Procedente del valle del Mantaro, tiene granos blancos y panojas laxas. Se caracteriza por su buena adaptación a climas fríos y suelos andinos. Presenta rendimientos promedio de 3,0 t/ha y buena tolerancia al mildiú (MINAGRI, 2018).

2.3.2. Mildiú

Registrado por primera vez en el Perú en 1947 y, posteriormente, se reportó su presencia en diversos países y continentes. En América del Sur se ha documentado en Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú; en América del Norte, en México, Canadá y Estados Unidos; en Europa, en países como Portugal, Francia, Holanda, Inglaterra, Suecia, Italia y Dinamarca; mientras que en Asia se ha reportado en India y en África en Kenia (Danielsen y Ames, 2000).

El agente causal, *Peronospora variabilis* Gäum., es un oomiceto con alta capacidad de dispersión, facilitada principalmente por el viento y la lluvia. En el transcurso del desarrollo del cultivo, la diseminación ocurre principalmente a través de esporas; en contraste, en ausencia del cultivo o durante la senescencia, la propagación se da mediante oosporas (estructuras de reproducción sexual) que pueden encontrarse unidas a la superficie del grano o permanecer en el rastrojo residual del campo. De este modo, la dispersión a corta distancia se produce por esporas, mientras que a largas distancias ocurre principalmente a través de oosporas. En este contexto, el creciente interés global por el cultivo de quinua ha incrementado el intercambio internacional de semilla, que en muchos casos no cumple con los estándares sanitarios, elevando significativamente el riesgo de movilización de granos contaminados con oosporas (Danielsen y Ames, 2000).

El mildiú puede manifestarse en todas las zonas donde se cultiva quinua, presentando distintos niveles de incidencia y severidad según la variedad utilizada, las prácticas de manejo y las condiciones ambientales predominantes. Los perjuicios ocasionados por esta enfermedad dependen tanto del estadio fenológico en el que la planta. En particular, cuando se emplean variedades susceptibles y coinciden condiciones climáticas favorables para el patógeno, especialmente una elevada humedad relativa, los daños ocasionados por el mildiú pueden ser severos.

Taxonomía y sistemática

Los agentes causales del mildiú pertenecen a la familia Peronosporaceae, la cual se encuentra clasificada dentro del reino Cromista. Estos organismos presentan un hábito de vida biótrofo y una categoría de hospederos altamente específico, rasgos que permiten diferenciarlos de otros fitopatógenos relacionados, como los

pertenecientes a los géneros *Pythium* y *Phytophthora*, aun cuando todos forman parte de la misma familia (Thines y Choi, 2015).

De esta manera, los organismos causales del mildiú, al igual que el resto de los oomicetos, son considerados pseudohongos, debido a que comparten numerosas similitudes morfológicas, fisiológicas y ecológicas con los hongos verdaderos del reino Fungi. Sin embargo, estudios bioquímicos, moleculares y filogenéticos han argumentado que no existe un vínculo evolutivo directo entre ambos grupos (Voglmayr, 2008).

Según Choi et al., (2010) la taxonomía se describe de la siguiente manera:

Reino : Chromista
Clase : Oomycota
Orden : Peronosporales
Familia : Peronosporaceae
Género : *Peronospora*
Especie : *Peronospora variabilis* Gäum

Durante varios años, el agente responsable del mildiú de la quinua fue erróneamente denominado *Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*, designación que aún puede encontrarse en la literatura científica vinculada a esta enfermedad (Alandia et al., 1979; Danielsen y Ames, 2000; Danielsen et al., 2003). La especie *P. farinosa* había sido descrita inicialmente parasitando a una especie no identificada del género *Atriplex*, el cual forma parte de la subfamilia *Chenopodiaceae* (Choi y Thines, 2014).

Yerkes y Shaw (1959) plantearon un criterio taxonómico según el cual los mildiús que afectan a especies de la subfamilia *Chenopodiaceae* debían agruparse bajo una sola especie, *Peronospora farinosa*. De acuerdo con este enfoque, las diferencias entre los patógenos se establecían mediante la asignación de formas especiales (*formae speciales*), definidas por su especificidad hacia determinados hospederos. Bajo esta clasificación, durante un largo periodo se emplearon las denominaciones *P. farinosa* f. sp. *betae* para el mildiú de la betarraga, *P. farinosa* f. sp. *spinaciae* para el de la espinaca y *P. farinosa* f. sp. *chenopodii* para el mildiú de la quinua (Choi y Thines, 2014).

A partir de análisis moleculares y filogenéticos, Choi et al. (2010) demostraron que los patógenos asociados al género *Atriplex* y a la quinua corresponden a especies distintas. Como resultado, el organismo responsable del mildiú de la quinua fue reconocido como *Peronospora variabilis* Gäum, especie que había sido descrita previamente infectando a la maleza *Chenopodium album*. De manera concordante, estudios posteriores realizados por Danielsen y Lübeck (2010) y por Testen et al. (2013) ratificaron, mediante herramientas moleculares, la identidad de este oomyceto como el agente causal del mildiú en quinua.

Ciclo de vida

El ciclo biológico de *Peronospora variabilis* Gäum se inicia cuando los zoosporangios o esporangios alcanzan la superficie foliar de la quinua y germinan. A partir de estas estructuras se desarrollan tubos germinativos que originan apresorios, desde los cuales las hifas penetran la epidermis de la hoja. Tras un periodo de latencia, el patógeno establece un micelio de crecimiento intercelular en el tejido vegetal. Aproximadamente entre cinco y seis días después de la infección, se diferencian los zoosporangióforos, los cuales emergen principalmente por las estomas ubicadas en el envés de la hoja. En sus extremos se forman nuevos zoosporangios, los cuales se dispersan por acción del viento, alcanzan plantas susceptibles y dan continuidad al ciclo de la enfermedad. Cuando el tejido foliar afectado pierde su capacidad de suministrar nutrientes suficientes para el desarrollo del patógeno, *P. variabilis* inicia la formación de estructuras de resistencia conocidas como oosporas. Estas se originan mediante reproducción sexual, tras la fecundación entre el anteridio y el oogonio, y se caracterizan por su elevada capacidad de supervivencia debido a su estado de latencia. Bajo condiciones favorables, especialmente en presencia de humedad y de un hospedante susceptible, las oosporas germinan y reactivan el ciclo de vida del patógeno (Danielsen y Ames, 2000). Cabe señalar que *P. variabilis* es un organismo heterotálico, por lo que requiere la interacción de dos talos compatibles para completar su reproducción sexual (Danielsen, 2001).

Síntomas

El mildiú se manifiesta principalmente en el follaje de la planta, aunque los síntomas también pueden observarse en otras estructuras como tallos, ramas, inflorescencias e incluso en los granos. Las primeras manifestaciones de la enfermedad se presentan en las hojas en forma de pequeñas lesiones irregulares, cuya coloración varía desde tonos cloróticos o amarillos hasta rosados, rojizos, anaranjados o pardos, dependiendo de la pigmentación del genotipo afectado. Conforme avanza la infección, estas lesiones tienden a coalescer, provocando un amarillamiento generalizado del tejido foliar que culmina en la caída prematura de las hojas. Bajo condiciones ambientales altamente favorables para el desarrollo del patógeno, como elevada humedad relativa, nubosidad persistente y precipitaciones continuas, la enfermedad puede comprometer la mayor parte del follaje, ocasionar defoliación total y provocar la interrupción del crecimiento de la planta (Saravia et al., 2014).



Figura 2. Síntomas que son ocasionadas por la infección de *Peronospora variabilis* Gäum “mildiú”. (Saravia et al., 2014).

Epidemiología

El desarrollo de esta enfermedad vegetal debe analizarse a partir del concepto del triángulo de la fitoenfermedad, el cual se sustenta en la interacción entre un hospedero susceptible, un patógeno con capacidad infectiva y un ambiente caracterizado por condiciones óptimas de temperatura y humedad. Asimismo, las actividades humanas influyen de manera significativa en la manifestación y diseminación de esta fitoenfermedad, ya sea favoreciendo o limitando su aparición (Roncal, 2004).

El avance de la enfermedad está estrechamente asociado a condiciones ambientales caracterizadas por una humedad relativa superior al 80 % y temperaturas máximas cercanas a 23 °C, ya que estos factores favorecen la germinación tanto de oosporas como de esporangios, permitiendo la ocurrencia de ciclos repetidos de infección dentro de un mismo campo de cultivo. La presencia de rocío durante las primeras horas del día contribuye a que el patógeno se establezca y colonice el parénquima foliar; sin embargo, cuando la humedad ambiental disminuye, las esporas tienden a deshidratarse y el proceso de esporulación se interrumpe. Asimismo, se ha reportado que periodos prolongados de nubosidad, aun en ausencia de precipitaciones, pueden favorecer el desarrollo de la enfermedad, dado que los eventos de infección pueden producirse en un amplio intervalo térmico, que varía entre 0 y 25 °C, especialmente en sistemas de cultivo de secano con riegos oportunos (FAO, 2016).

El establecimiento de la enfermedad puede ocurrir desde las primeras etapas de desarrollo del cultivo, como consecuencia de la presencia de inóculo primario, constituido principalmente por oosporas localizadas en el suelo o asociadas a semillas infectadas. Estas estructuras originan infecciones primarias que actúan como focos iniciales dentro del campo. Posteriormente, a lo largo del ciclo del cultivo, la enfermedad se disemina mediante la formación de inóculo secundario, representado por esporangios que son transportados por el viento y depositados sobre plantas sanas o sobre hojas no infectadas de la misma planta, dando lugar a infecciones secundarias. Adicionalmente, en la región Andina, las poblaciones de quinuas silvestres constituyen una fuente relevante de inóculo, ya que presentan distintos niveles de susceptibilidad al patógeno (Saravia et al., 2014).

2.3.3. Evaluación del mildiú en quinua

Fitopatometría

Se emplea para medir y evaluar las enfermedades de las plantas. Se enfoca en estudiar el potencial infeccioso de un suelo, considerando el ambiente, las capacidades infecciosas del patógeno y la densidad de este. La evaluación directa de daños, las variables primordiales a considerar son:

- a. Incidencia:** Este parámetro se define como la proporción o porcentaje de individuos afectados por la enfermedad en relación con el total evaluado. Los individuos considerados pueden corresponder a plantas completas o a órganos específicos, tales como hojas, flores, folíolos, frutos o espigas. La evaluación se basa únicamente en registrar la presencia o ausencia de la enfermedad en cada unidad de observación, sin establecer grados o niveles de severidad. En el manejo y estudio de enfermedades en cultivos, este indicador resulta especialmente útil para analizar la rapidez y el patrón de dispersión de una enfermedad. Además, se caracteriza por ser una medida objetiva, de fácil cálculo y que no requiere una capacitación especializada por parte del evaluador (Ivancovich et al., 2016).

$$I = \frac{\text{Nº de hojas enfermas evaluadas}}{\text{Total de hojas evaluadas}} \times 100$$

- b. Severidad:** La severidad expresa el porcentaje del área de un órgano vegetal que se encuentra afectada por la enfermedad, ya sea en hojas, tallos, raíces o frutos, y su valor puede oscilar entre 0 y 100 %. Un ejemplo representativo de este tipo de evaluación es el empleado en la cuantificación de manchas foliares. Este parámetro permite estimar con mayor precisión la magnitud del daño ocasionado al cultivo, ya que refleja directamente la relación entre la enfermedad y la pérdida de tejido funcional. No obstante, su determinación resulta más compleja que la de la incidencia, debido a que puede involucrar cierto grado de subjetividad, por lo que se requiere capacitación previa del evaluador para garantizar mediciones confiables (Ivancovich et al., 2016).

$$S = \frac{\text{Sumatoria del \% del área dañada por hoja}}{\text{Total de hojas evaluadas}}$$

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del lugar de estudio

La investigación se desarrolló en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, región Ayacucho, área reconocida por su importancia en la producción de quinua. En esta localidad se establecieron dos parcelas demostrativas destinadas al cultivo de este grano andino. Posteriormente, las actividades experimentales y de análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Microbiología Ambiental de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Ubicación política

Distrito : Tambillo

Provincia : Huamanga

Departamento : Ayacucho

Ubicación geográfica

Altitud : 3 064 msnm

Latitud : 13° 11' 40" Sur

Longitud : 74° 06' 39" Oeste

Datos climatológicos

La ejecución del presente trabajo duró en las diferentes fases establecidas de la quinua es decir cuatro meses desde diciembre de 2023 hasta marzo de 2024 considerando las dos variedades; también denominado siembra de campaña grande

donde se aprovecha la precipitación pluvial para el desarrollo fenológico de la quinua, el clima en el distrito de Tambillo se caracterizó por un clima seco y frío, durante el periodo comprendido entre diciembre y marzo se observó una mayor acumulación de lluvias, con un promedio de 77 mm/mes aproximadamente, una temperatura 9 °C a 21 °C, mayormente nublado en los distintos viajes realizados a la localidad. Con respecto a la humedad se registró un rango de 50 % a 67 % (humedad relativa media) en los meses enero y mayo de 2024 (SENAMHI, 2024).

Variedades del cultivo de quinua

Las variedades estudiadas en la campaña agrícola 2023 – 2024 en el distrito de Tambillo fueron; Blanca de Junín y Pasankalla.

Fenología del cultivo

Para la estimación de la incidencia y severidad del mildiú se consideró la fenología del cultivo; es decir, se realizó el muestreo de las plantas con manifestaciones patológicas en dos fases; fase vegetativa y reproductiva.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Todas las plantas de quinua en la variedad Blanca de Junín y Pasankalla que integran una parcela.

3.2.2. Muestra

50 plantas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, correspondientes a dos cultivos evaluados, con 25 plantas distribuidas en cinco sectores por cada cultivo (SENASA, 2020).

3.3. Técnica de muestreo

En cinco de oros (SENASA, 2020).

3.4. Criterios de selección

3.4.1. Criterios de inclusión

- Dos tiempos de evaluación en las etapas fenológicas: vegetativa y reproductiva.

3.4.2. Criterios de exclusión

- Plantas de quinua en su última etapa fenológica (fase de maduración).
- Plantas con síntomas de otras enfermedades o plagas distintas al mildiú.

3.5. Diseño metodológico

3.5.1. Trabajo en campo

a) Ubicación de la zona y definición de muestreo del cultivo de quinua

Se ubicó dos parcelas de cultivos de quinua, en las cuales se delimitaron cinco sectores de muestreo por parcela.

La definición de los sectores se realizó tomando en cuenta el marco de plantación y el número de filas del cultivo, de modo que los puntos de evaluación se ubicaran de forma equidistante y representativa del campo.

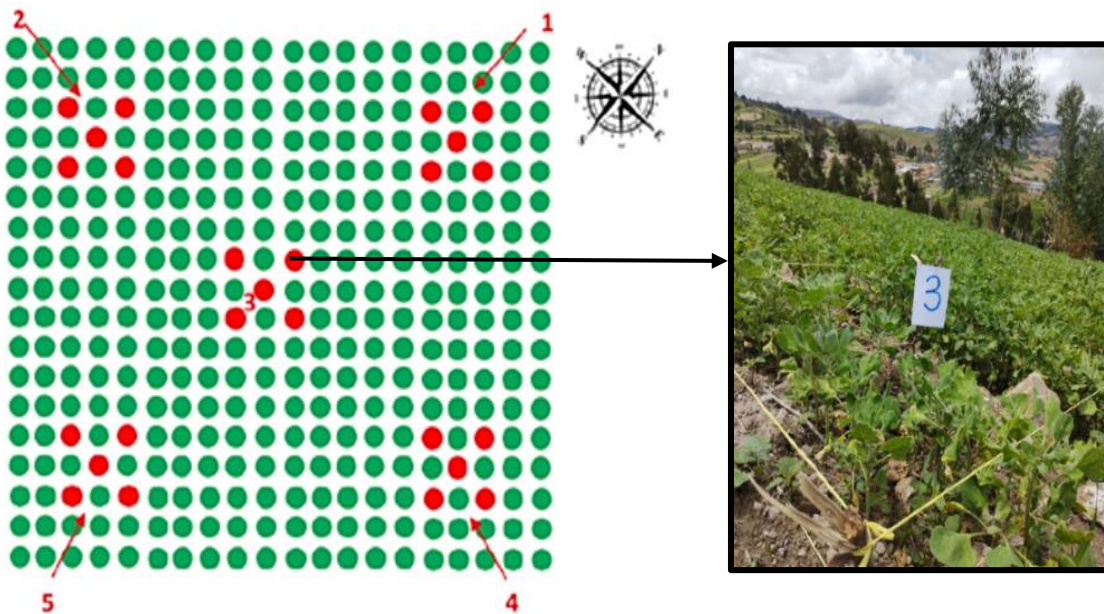


Figura 3. Campo de cultivo de quinua dividido en cinco sectores (SENASA, 2020) y el sector tres del campo evaluado.

Cada planta estuvo debidamente marcada con listón amarillo indicando el número de oro (1-25), donde se procedió con el respectivo muestreo de las plantas que presentan síntomas de mildiú, ingresando por cualquier extremo del campo y tomando el mismo recorrido para la siguiente evaluación.

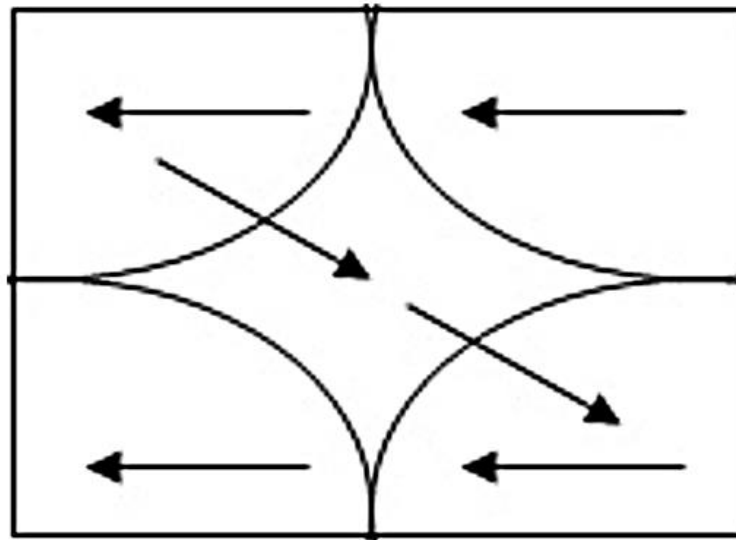


Figura 4. Formas de recorrer los cinco sectores del campo de cultivo (SENASA, 2020).

b) Descripción sintomatológica

Se realizó en el mismo lugar de evaluación. Para ello, se efectuó una observación minuciosa de las plantas del cultivo de quinua que presentaban síntomas típicos del patógeno, los cuales afectaban principalmente a las hojas. Las observaciones fueron registradas en el cuaderno de campo y documentadas fotográficamente.

c) Evaluación del porcentaje de incidencia

Las evaluaciones se efectuaron en ambas variedades del cultivo de quinua, Blanca de Junín y Pasankalla.

- **Primera evaluación**

La actividad se desarrolló, en el primer mes del establecimiento del cultivo de la quinua, correspondiente a la fase vegetativa, en las dos variedades estudiadas. Para ello, se recorrió el campo de cultivo iniciando por el primer sector, seleccionando cinco plantas al azar dentro de tres surcos consecutivos. Cada planta se evaluó separando su follaje en dos niveles (inferior y superior). En el nivel inferior se realizó el conteo de hojas sanas y hojas con síntomas de la enfermedad del mildiú.

El mismo procedimiento se repitió en los cuatro sectores restantes de cada variedad de quinua.

- **Segunda evaluación**

La evaluación se realizó durante el segundo mes de crecimiento y desarrollo, correspondiente a la fase reproductiva del cultivo, en las dos variedades de quinua. Se siguió el mismo recorrido de la primera evaluación, considerando las mismas plantas seleccionadas. En esta etapa, las plantas presentaron un mayor desarrollo, por lo que se dividieron en tres tercios: inferior, medio y superior. En cada tercio se contó el número de hojas sanas y enfermas, de acuerdo con la presencia de síntomas del mildiú. Del mismo modo, se procedió a evaluar los cuatro sectores restantes del cultivo de quinua, manteniendo la misma metodología de observación.

En cada sector evaluado se determinó el porcentaje de incidencia mediante la siguiente fórmula (Ivancovich et al., 2016).

$$I = \frac{N^{\circ} \text{ de hojas enfermas evaluadas}}{\text{Total de hojas evaluadas}} \times 100$$

d) Evaluación del porcentaje de severidad

Para medir el porcentaje de severidad, se utilizó el mismo recorrido y las plantas elegidas en la evaluación de incidencia. La severidad se evaluó aplicando escalas porcentuales de daño foliar.

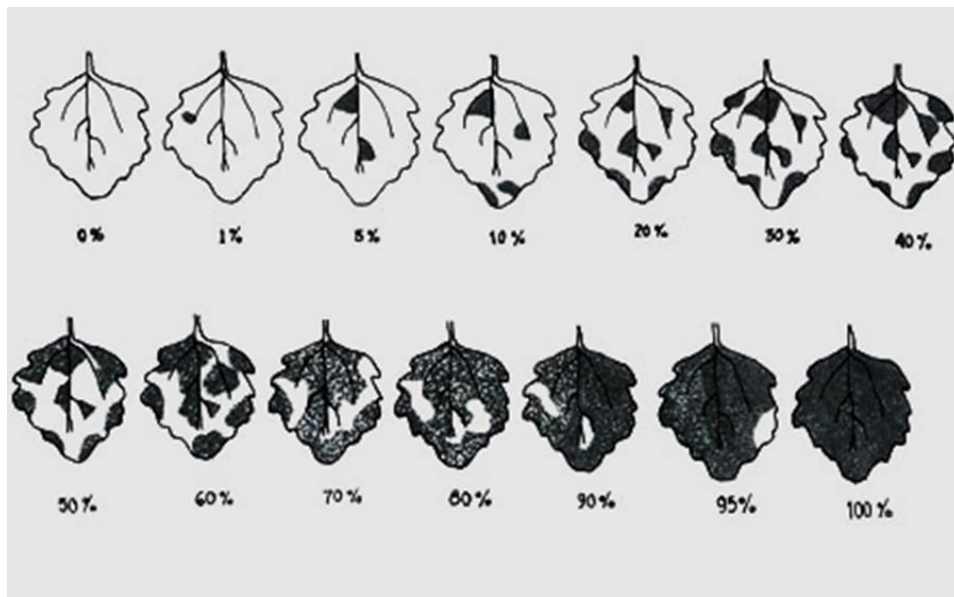


Figura 5. Escala de severidad basada en el porcentaje de infección de *Peronospora variabilis* Gäum “mildiú” (Danielsen y Ames, 2000).

Primera evaluación

Se realizó durante el primer mes de la fase vegetativa de las ambas variedades de quinua. Se procedió a evaluar la primera planta del sector uno, dividiendo la planta en dos niveles: inferior y superior. En cada nivel se examinaron dos hojas seleccionadas al azar, las cuales se compararon con la escala porcentual de severidad. Del mismo modo, la evaluación se repitió en los cuatro sectores restantes del cultivo de ambas variedades de quinua.

- **Segunda evaluación**

Se realizó durante el segundo mes de la fase reproductiva de las ambas variedades de quinua. Se procedió a evaluar la primera planta del sector uno, dividiendo la planta en tres tercios: inferior, medio y superior. En cada tercio se examinaron dos hojas seleccionadas al azar, las cuales se compararon con la escala porcentual de severidad. De la misma manera, la evaluación se repitió en los cuatro sectores restantes del cultivo de ambas variedades de quinua.

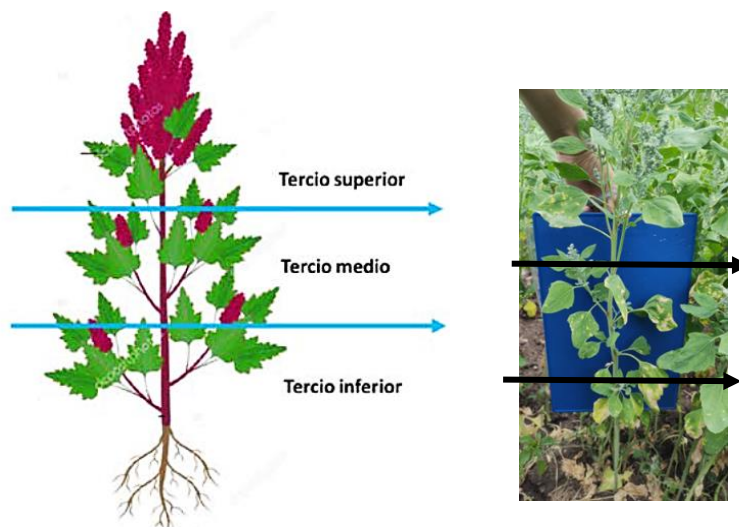


Figura 6. Planta de quinua dividida en tercios (SENASA, 2020) y planta observada en el campo de cultivo.

En cada sector evaluado se determinó el porcentaje de severidad mediante la siguiente fórmula (Ivancovich et al., 2016).

$$S = \frac{\textit{Sumatoria del \% del \u00e1rea da\u00f1ada por hoja}}{\textit{Total de hojas evaluadas}}$$

e) Recolección de hojas enfermas

Se recolectaron hojas de la planta de quinua que presentaban síntomas característicos del hongo fitopatógeno. Las muestras seleccionadas fueron extraídas y colocadas en papel filtro dentro de una bolsa plástica rotulada, para luego ser almacenadas y trasladadas al laboratorio, donde se realizaron los análisis morfológicos y microscópicos correspondientes con el propósito de confirmar la presencia del patógeno.

3.5.2. Trabajo en laboratorio

Se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de Microbiología Ambiental, donde se seleccionaron las muestras de hojas de quinua de acuerdo con los síntomas observados en campo. Las muestras fueron examinadas bajo microscopio óptico para observar estructuras típicas del patógeno, tales como esporangióforos y esporangios, que permitieron identificar la presencia del agente causal del mildiú.

3.6. Tipo de investigación

Descriptivo – correlacional

3.7. Diseño de investigación

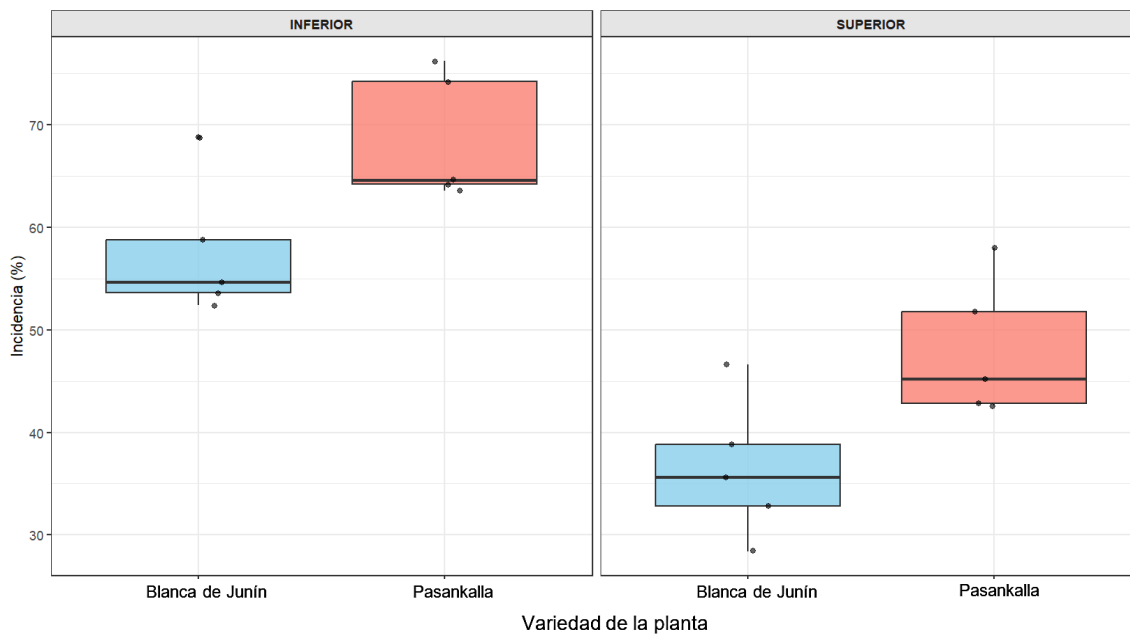
Se realizó un diseño no experimental mediante la técnica en cinco de oros con dos evaluaciones mensuales en dos diferentes etapas fenológicas (fase vegetativo y reproductivo) en una media hectárea de campo, dividido en 5 sectores (SENASA, 2020).

3.8. Análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se empleó los programas estadísticos SPSS versión 27 y Microsoft Excel 2019. La normalidad de los datos correspondientes a ambas variables se verificó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, cuyos resultados indicaron una distribución normal; en consecuencia, se aplicó una prueba paramétrica, específicamente la correlación de Pearson, considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$. Aparte se emplearon diagramas de caja (boxplot), que permitieron identificar la dispersión, tendencia central y posibles valores atípicos en las variables de incidencia y severidad. Esta representación gráfica fue fundamental para visualizar la distribución de los resultados obtenidos entre variedades y fases fenológicas de la quinua.

IV. RESULTADOS

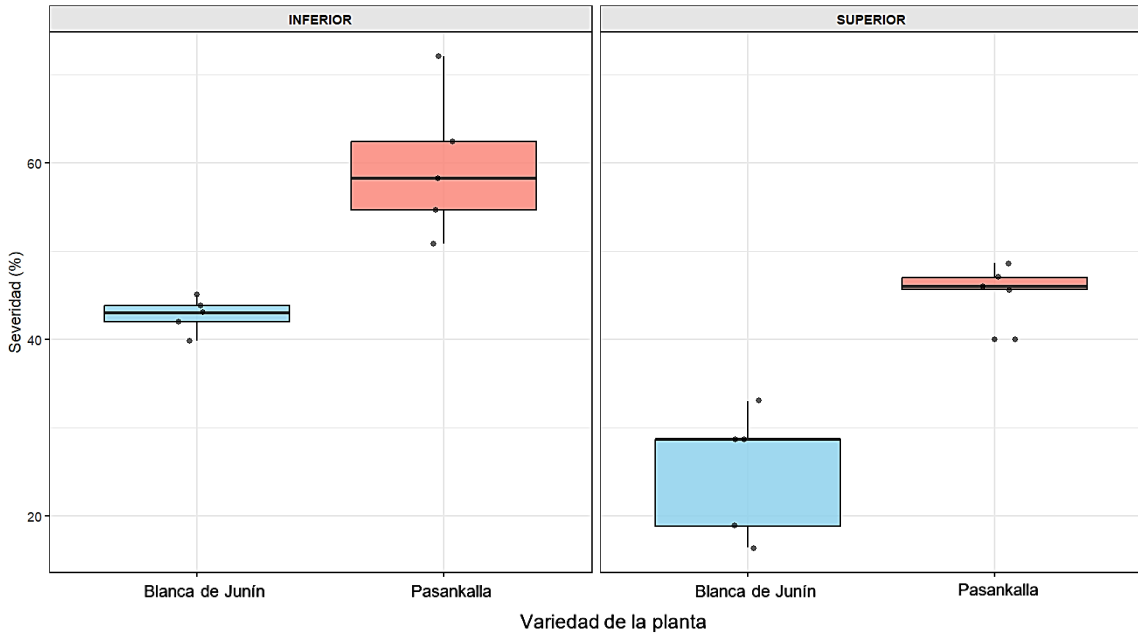
Distribución de la incidencia (%) por variedad y lugar
 Comparación entre niveles de la planta



Leyenda: ■ Incidencia nivel inferior var. Blanca de Junín (52 a 69 %)
■ Incidencia nivel inferior var. Pasankalla (64 a 76 %)
■ Incidencia nivel superior var. Blanca de Junín (28 a 47 %)
■ Incidencia nivel superior var. Pasankalla (43 a 58 %)

Figura 7. Distribución vertical del promedio de la incidencia del mildiú en la fase vegetativa, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los niveles inferior y superior de la planta, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

Distribución de la severidad (%) por variedad y lugar
 Comparación entre niveles de la planta



Leyenda:
■ severidad nivel inferior var. Blanca de Junín (40 a 45 %)
■ severidad nivel inferior var. Pasankalla (51 a 72 %)
■ severidad nivel superior var. Blanca de Junín (16 a 33 %)
■ severidad nivel superior var. Pasankalla (40 a 49 %)

Figura 8. Distribución vertical del promedio de la severidad del mildiú en la fase vegetativa, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los niveles inferior y superior de la planta, en campos en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

Distribución de la incidencia (%) por variedad y lugar
Comparación entre tercios de la planta

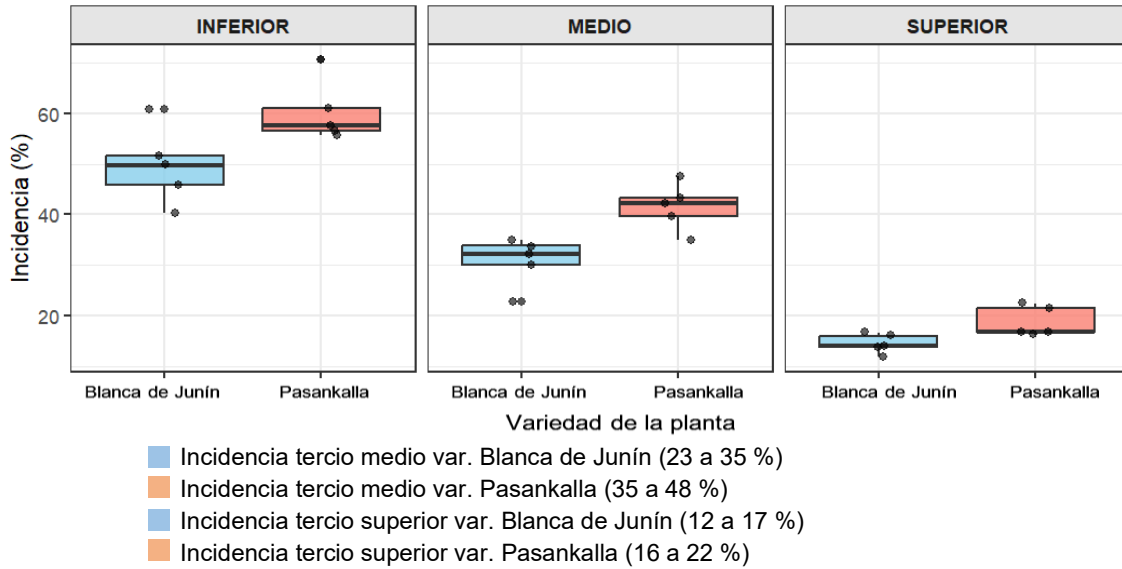
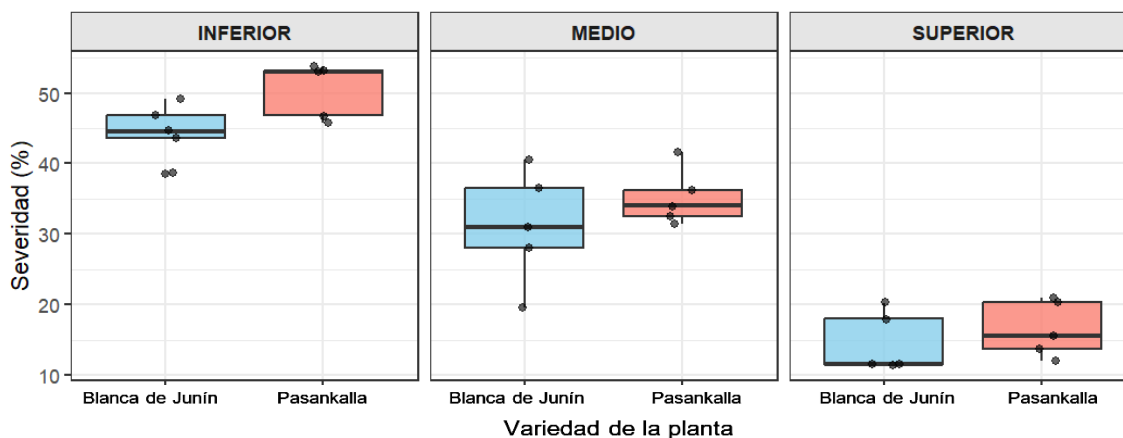


Figura 9. Distribución vertical del promedio de la incidencia del mildiú en la fase reproductiva, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los tercios inferior, medio y superior de la planta, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

Distribución de la severidad (%) por variedad y lugar
Comparación entre tercios de la planta



- Leyenda:
- severidad tercio inferior var. Blanca de Junín (39 a 49 %)
 - severidad tercio inferior var. Pasankalla (46 a 54 %)
 - severidad tercio medio var. Blanca de Junín (20 a 41 %)
 - severidad tercio medio var. Pasankalla (31 a 41 %)
 - severidad tercio superior var. Blanca de Junín (11 a 20 %)
 - severidad tercio superior vari. Pasankalla (12 a 21 %)

Figura 10. Distribución vertical del promedio de la severidad del mildiú en la fase reproductiva, comparando la respuesta de Blanca de Junín y Pasankalla entre los tercios inferior, medio y superior de la planta, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

Correlación entre incidencia y severidad
Análisis por variedad y niveles de la planta

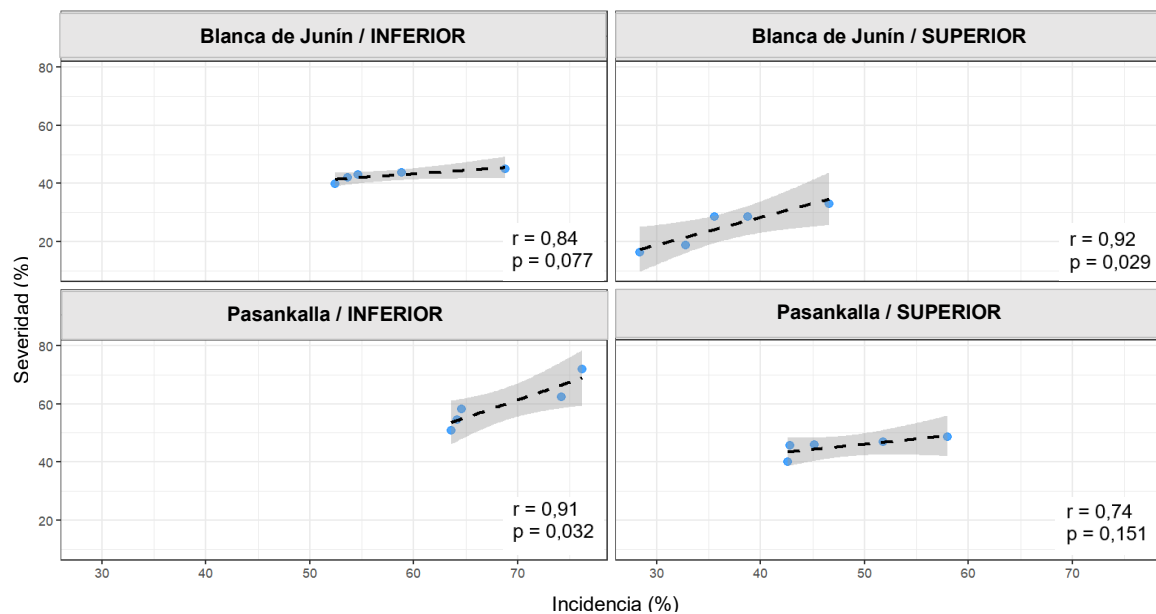


Figura 11. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta en Blanca de Junín y Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

Correlación entre incidencia y severidad
Análisis por variedad y tercios de la planta

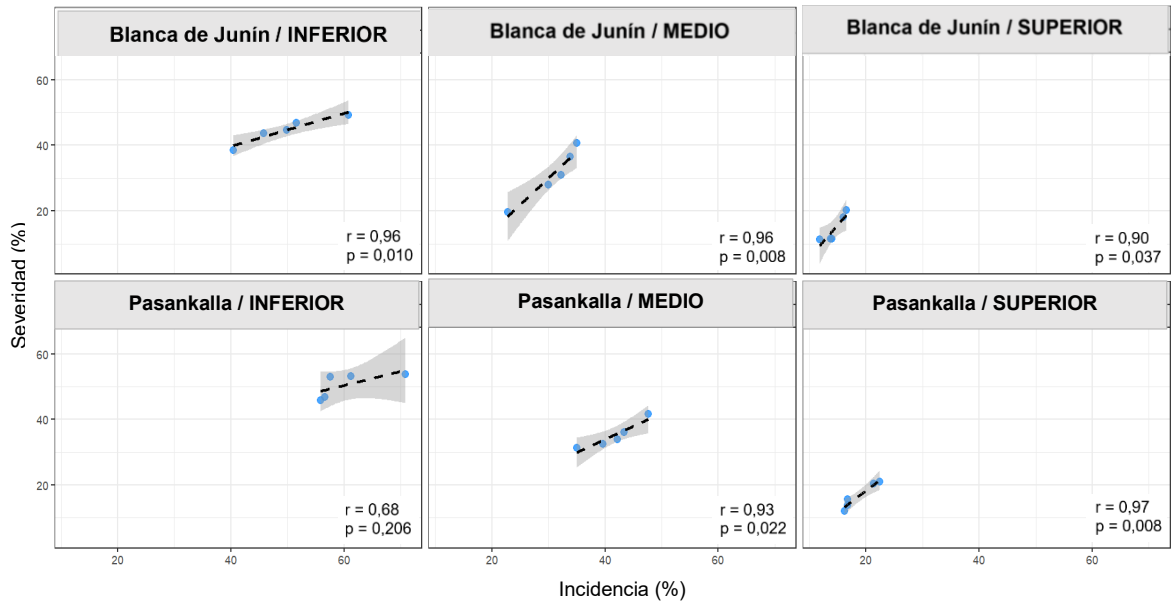


Figura 12. Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta en Blanca de Junín y Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

V. DISCUSIÓN

En la figura 7, se visualiza incidencia de la enfermedad en la fase vegetativa, en el nivel inferior de la quinua; Blanca de Junín presentó valores de incidencia que oscilaron entre 52 a 69 %, mientras que la variedad Pasankalla mostró incidencias más elevadas, con valores entre 64 a 76 %. Estos resultados reflejan que, en el nivel inferior, la variedad Pasankalla fue más afectada por la enfermedad. Por otro lado, en el nivel superior, ambas variedades presentaron menores rangos de incidencia. En la variedad Blanca de Junín, los valores disminuyeron notablemente, ubicándose entre 28 a 47 %, mientras que en la variedad Pasankalla se registraron valores entre 43 a 58 %. La presencia de valores atípicos más bajos en la variedad Blanca de Junín podría indicar una mayor variabilidad en su respuesta a la enfermedad en el nivel superior. En tanto, en la figura 8, muestra que la severidad de la enfermedad durante la fase vegetativa mostró una tendencia similar a la incidencia. En el nivel inferior, la variedad Blanca de Junín presentó valores de severidad entre 40 a 45 %, mientras que la variedad Pasankalla alcanzó rangos considerablemente más altos, con un 51 a 72 %. Esto evidencia que la intensidad del daño fue mayor en la variedad Pasankalla en el nivel inferior de la planta. En el nivel superior, ambas variedades experimentaron una disminución significativa en la severidad. La variedad Blanca de Junín tuvo valores que fueron desde 16 a 33 %, donde indica una notable reducción en comparación con el nivel inferior. En la variedad Pasankalla, los valores se mantuvieron más elevados, entre 40 a 49 %, aunque también se redujeron con respecto al nivel inferior.

Se visualiza similitud entre los resultados obtenidos y los reportados por Aruwanca. (2018), donde manifiesta que, durante la fase vegetativa, Pasankalla y Blanca de Junín presentaron una alta incidencia del mildiú en el nivel inferior de la planta, alcanzando valores cercanos al 100 %. Asimismo, la severidad fue mayor en la variedad Pasankalla, con valores superiores al 7 %, mientras que en la Blanca de Junín se registraron valores alrededor del 6 %. En el nivel superior, la severidad mostró una tendencia decreciente, llegando a valores menores al 3 % en la parte apical. Por otro lado, Julca et al. (2002), al evaluar la roya del café, resaltaron diferencias claras entre incidencia y severidad en los distintos niveles de la planta, donde obtuvieron como resultado, que en el tercio inferior la incidencia fue de 82,2 % y la severidad alcanzó 44,1 %, en el tercio medio, la incidencia fue de 70,5 %, la severidad de 38,7 %, en el tercio superior, la incidencia disminuyó a 56,3 % y la severidad a 29,8 %. Este patrón coincide con lo observado en el mildiú de la quinua, donde el patógeno también muestra preferencia por las hojas basales debido a las condiciones más favorables de humedad.

Por su parte Mariño et al., (2021) encontraron una amplia variabilidad entre campos, con severidades que fluctuaron entre 0,17 y 88 %. Más del 50 % de las hojas presentaron valores bajos de severidad (0–12 %), evidenciando una distribución heterogénea de la enfermedad. Los autores destacaron que los diagramas con incrementos lineales ofrecieron mediciones más precisas y confiables, constituyendo una herramienta útil para mejorar la estimación de severidad.

En la figura 9, se observa incidencia de la enfermedad en la fase reproductiva, la incidencia en el tercio inferior se mantuvo más elevada en la variedad Pasankalla, con valores entre 56 a 71 %, en comparación con la variedad Blanca de Junín, que registró un rango entre 40 a 61 %. Esto confirma que la variedad Pasankalla continúa mostrando una mayor susceptibilidad a la enfermedad en la base de la planta. En el tercio medio, los niveles de incidencia fueron más moderados y las diferencias entre variedades se redujeron. La variedad Blanca de Junín presentó incidencias de 23 a 35 %, mientras que en Pasankalla los valores oscilaron entre 35 a 48 %. Finalmente, en el tercio superior, ambas variedades mostraron los niveles más bajos de incidencia: en Blanca de Junín, los valores fluctuaron entre 12 a 17 %, mientras que en Pasankalla estuvo entre 16 a 22 %. Este patrón decreciente en la incidencia conforme se avanza hacia el tercio superior se mantiene en ambas variedades,

aunque la variedad Pasankalla conserva una tendencia a mayores niveles de enfermedad en todos los tercios. En cuanto a la severidad durante la fase reproductiva, los resultados que se presentan en la figura 10, también indican una mayor afectación en la variedad Pasankalla en el tercio inferior, con valores entre 46 a 54 %, superando a la variedad Blanca de Junín cuyos valores estuvieron entre 39 a 49 %. En el tercio medio, la diferencia entre ambas variedades se estrechó. La variedad blanca presentó valores de severidad entre 20 a 41 %, mientras que la Roja registró entre 31 a 42 %. En el tercio superior, ambas variedades alcanzaron sus niveles más bajos de severidad. La variedad Blanca de Junín mostró valores de 11 a 20 %, mientras que la variedad Pasankalla osciló entre 12 a 21 %. Este descenso de la severidad en los tercios superiores se manifiesta de forma clara en ambas variedades, aunque nuevamente la variedad Pasankalla tiende a presentar valores ligeramente más altos.

Flores (2022), al evaluar líneas resistentes de quinua, reportó severidades entre 3 a 6 % en fases vegetativas tempranas, incrementándose hasta 36 a 37 % en floración, mostrando el avance progresivo de la enfermedad a lo largo del desarrollo fenológico. En estudios de mejoramiento genético, Quispe (2021) encontró que los genotipos M3 derivados de la variedad Real Negra presentaron severidades entre 22,7 a 28,9 %, mientras que el testigo alcanzó 36,9 %, evidenciando una respuesta diferencial frente a la infección. Por su parte, Chávez (2023) reportó que Blanca de Junín y Pasankalla presentaron altos niveles de severidad se concentraron en la fase reproductiva, con incidencias y severidades que variaron entre 52 a 82 % y 20 a 42 %, respectivamente, dependiendo del tratamiento, destacando que el extracto de ajo fue el más eficaz para reducir la severidad de la enfermedad.

En cuanto a variedades, tanto Pasankalla como Blanca de Junín presentaron patrones similares, pero la Pasankalla mantuvo valores ligeramente más altos de severidad en todos los tercios, reafirmando su mayor susceptibilidad relativa al mildiú frente a la Blanca de Junín.

En la figura 11, se observa en la fase vegetativa, que la variedad Blanca de Junín mostró una correlación fuerte en el nivel inferior ($r = 0,837$), aunque sin significancia estadística ($p = 0,077$), mientras que en el nivel superior la relación fue muy fuerte y significativa ($r = 0,92$; $p = 0,029$). Por su parte, la variedad Pasankalla presentó una

correlación muy fuerte y significativa en el nivel inferior ($r = 0,91$; $p = 0,032$) indicando una correlación muy fuerte y también significativa. Estos resultados permiten afirmar que, durante la fase vegetativa, a mayor incidencia de mildiú, mayor es la severidad del daño, con correlaciones particularmente sólidas en la parte superior de la variedad blanca y en la parte inferior de la variedad roja. Sin embargo, no todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas, lo cual sugiere que la fuerza de la relación puede variar en función de factores como el microambiente del estrato y la respuesta varietal.

En la figura 12, se observa en la fase reproductiva, las correlaciones fueron aún más consistentes. En la variedad Blanca de Junín se registraron correlaciones muy fuertes y significativas en todos los tercios: inferior ($r = 0,96$; $p = 0,010$), medio ($r = 0,96$; $p = 0,008$) y superior ($r = 0,90$; $p = 0,037$). En la variedad Pasankalla, las correlaciones fueron significativas y muy fuertes en el tercio medio ($r = 0,93$; $p = 0,022$) y superior ($r = 0,97$; $p = 0,008$), pero no en el inferior, donde, aunque se halló una correlación moderada ($r = 0,68$), esta no fue estadísticamente significativa ($p = 0,206$) esto sugiere que en la variedad Pasankalla, la relación entre incidencia y severidad se fortalece hacia los estratos superiores durante la fase reproductiva, mientras que en el tercio inferior no se presenta una asociación estadísticamente robusta.

Diversos estudios han documentado una relación directa entre la incidencia (porcentaje de plantas afectadas) y la severidad (grado de daño en el follaje) del mildiú en quinua, se tiene que evaluaciones de campo en cultivos de quinua realizadas por Gil et al., (2016) y Mujica et al., (2015) reportaron correlaciones positivas entre ambas variables, aunque estas pueden variar según la etapa fenológica del cultivo y la densidad de siembra. Asimismo, en Colque et al. (2021) reportaron una correlación significativa entre incidencia y severidad en quinua ($r \approx 0,67$, $p < 0,001$), lo que indica que un mayor número de plantas afectadas se asocia con un aumento en el grado de daño. Además, la severidad de la enfermedad mostró una correlación aún más alta con la esporulación del patógeno ($r \approx 0,91$), evidenciando que el grado de daño en las plantas está fuertemente relacionado con la capacidad del patógeno de producir esporas y propagarse. Estos hallazgos refuerzan la importancia de medir simultáneamente incidencia, severidad y esporulación para evaluar la dinámica de la enfermedad y diseñar estrategias de manejo efectivas.

Por otro lado, Julca et al. (2019) en cultivos diferentes como roya del café muestran patrones epidemiológicos comparables a nuestra investigación, en donde se analiza la relación entre incidencia y severidad de la roya del café, donde se idéntico una relación directa y positiva entre incidencia y severidad; a mayor porcentaje de infección, mayor fue el daño observado en el follaje. Los autores concluyen que, en este caso, la incidencia podría ser utilizada como un indicador práctico y fiable para estimar el nivel de daño sin necesidad de medir directamente la severidad.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe relación directa y positiva entre incidencia y severidad del mildiú de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” en las diferentes variedades del cultivo en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023, esta relación fue más fuerte y significativa en Blanca de Junín en todos los tercios de la fase reproductiva, mientras que en la variedad Pansakalla fue en el tercio medio y superior de la fase reproductiva.
2. El porcentaje de incidencia en campos de cultivo de Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023, fue de 52 a 69 % en el nivel inferior y 28 a 47 % en el nivel superior durante la fase vegetativa. En la fase reproductiva, fue de 40 a 61 % en el tercio inferior, 23 a 35 % en el tercio medio y 12 a 17 % en el tercio superior.
3. El porcentaje de severidad en campos de cultivo de Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023, fue de 40 a 45 % en el nivel inferior y 16 a 33 % en el nivel superior durante la fase vegetativa. En la fase reproductiva, fue de 39 a 49 % en el tercio inferior, 20 a 41 % en el tercio medio y 11 a 20 % en el tercio superior.
4. El porcentaje de incidencia en campos de cultivo de Pasankalla en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023, fue de 64 a 76 % en el nivel inferior y 43 a 58 % en el nivel superior durante la fase vegetativa. En la fase reproductiva, fue de 56 a 71 % en el tercio inferior, 35 a 48 % en el tercio medio y 16 a 22 % en el tercio superior.

5. El porcentaje de severidad en campos de cultivo de Pasankalla en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023, fue de 51 a 72 % en el nivel inferior y 40 a 49 % en el nivel superior durante la fase vegetativa. En la fase reproductiva, fue de 46 a 54 % en el tercio inferior, 31 a 41 % en el tercio medio y 12 a 21 % tercio superior.

VII. RECOMENDACIONES

1. Ampliar el número de variedades evaluadas; incluir variedades nativas y mejoradas de quinua provenientes de diferentes zonas agroecológicas, con el fin de comparar su comportamiento frente a la incidencia y severidad del mildiú.
2. Aumentar la frecuencia de evaluación; realizar monitoreos semanales o quincenales para obtener información más precisa sobre la progresión de la enfermedad en campo.
3. Analizar la relación con el rendimiento del cultivo; estudiar cómo los diferentes niveles de incidencia y severidad del mildiú afectan componentes del rendimiento y la calidad del grano

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afzal, I., Ahmed Basra, S. M., Ur Rehman, H., Iqbal, S., & Bazile, D. (2022). Trends and limits for quinoa production and promotion in Pakistan. *Plants*, 11(12), Article 1603. <https://doi.org/10.3390/plants11121603>
- Alandia, S., Otazú, V., y Salas, B. (1979). *Enfermedades*. In M. Tapia, H. Gandarillas, S. Alandia, A. Cardozo, A. Mujica, R. Ortiz, E. Sanabria (Eds.), quinia y kañiwa.
- Ames, T. (2014). *El mildiú de la quinua en la zona andina: Manual práctico para el estudio de la enfermedad y del patógeno*. <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/AN60198.pdf>
- Aruhuanca, M. (2018). *Enfermedades fungosas de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en la zona agroecológica circunlacustre de Puno, durante la campaña agrícola 2015-2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional UNA Puno. <https://hdl.handle.net/20.500.14082/7738>
- Bautista, R. (2021). *Regulación de Peronospora variabilis con ecofungicidas en Chenopodium quinoa Willd., bajo sistema de labranza de conservación*. Investigación, 29(1), 37–45. <https://doi.org/10.51440/unsch.revistainvestigacion.29.1.2021.276>
- Bazile, D., Biaggi, M. C., & Jara, B. (2021). Quinoa's spreading at global level: State of the art, trends, and challenges. In A. Varma (Ed.), *Biology and biotechnology of quinoa* (pp. 1–5). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3832-9_1
- Campos, J., Acosta, K., & Paucar, L. (2022). Quinoa (*Chenopodium quinoa*): Composición nutricional y componentes bioactivos del grano y la hoja, e impacto del tratamiento térmico y de la germinación. *Scientia Agropecuaria*, 13(3), 209–220. <http://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.019>
- Carbajal, M.C.A. (2019). *Comportamiento de once variedades comerciales de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en condiciones de Costa Central-La Molina*. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Cervantes, J., & Medina, J. (2016) Fenología y morfología de la planta de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú.
- Chávez, V. (2023). *Eficiencia de los biocontroladores en el control del mildiú (Peronospora variabilis) en la producción orgánica de quinua (Chenopodium quinoa) en la EE Canaán UNSCH 2763 msnm* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio Institucional UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/6025>
- Choi y Thines, M. (2014). Propuesta de rechazo del nombre *Botrytis farinosa* (*Peronospora farinosa*) (*Peronosporaceae: Oomycetes*). *Taxón*, 63(3), 675–676. <http://doi.org/10.12705/633.19>

- Choi, Y. J., Danielsen, S., Lübeck, M., Hong, S. B., Delhey, R., y Shin, H.-D. (2010). *Characterization of the downy mildew pathogen of quinoa (Chenopodium quinoa)*. *Mycopathologia*, 169(5), 403–412. <https://doi.org/10.1007/s11046-010-9272-y>
- Danielsen, S. (2001). Heterotalismo en *Peronospora farinosa* f.sp. *chenopodii*, agente causal del mildiú vellosa de la quinua (*Chenopodium quinoa*). *Revista de Microbiología Básica*, 41(5), 305–309. [http://doi.org/10.1002/1521-4028\(200110\)41](http://doi.org/10.1002/1521-4028(200110)41)
- Danielsen, S. y Ames, T. (2000) El mildiú de la quinua (*Peronospora farinosa*) (*Chenopodium quinoa*) en la zona andina. Lima - Perú: Colmena, pp. 1-38.
- Danielsen, S. y Lübeck, M. (2010). La PCR con cebado universal indica variación geográfica de *Peronospora farinosa* ex. *Chenopodium quinoa*. *Revista de Microbiología Básica*, 50(1), 104–109. <http://doi.org/10.1002/jobm.200900019>
- Danielsen, S., Bonifacio, A., & Ames, T. (2003). Diseases of Quinoa (*Chenopodium quinoa*). *Food Reviews International*, 19(1 y 2).
- Danielsen, S., Mercado, V. H., Ames, T., & Munk, L. (2004). Seed transmission of downy mildew (*Peronospora farinosa* f. sp. *chenopodii*).
- De La Rivera, N. (2013). *Mildiú en quinua y reconocimiento del problema*, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/epdf/10.1079/pwkb.20167800542>
- Del Ponte, E. M., Pethybridge, S. J., Bock, C. H., Michereff, S. J., & Machado, F. J. (2017). Diagramas de áreas estándar para ayudar en la estimación de la gravedad: ciencimetría, patosistemas y tendencias metodológicas en los últimos 25 años. *Phytopathology*, 107(10), 1161–1174. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-02-17-0069-FI>
- Estrada, R., Bobadila, L., Neyra, E., Manotupa, M., Alvarez, A. & Céspedes, E. (2022). Evaluación morfoagronómica de 100 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) por su respuesta a mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum), rendimiento y contenido de saponina en Cusco, Perú. *AIA* 26, 47-61. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.22.26.04>
- Gabriel, J., Luna, N., Vargas, A., Magne, J., Angulo, A., La Torre, J., & Bonifacio, A. (2012). Quinoa de valle (*Chenopodium quinoa* Willd.): Fuente valiosa de resistencia genética al mildiú (*Peronospora farinosa*). *Journal of the Selva Andina Research Society*, 3(2), 27–44.
- Gianoli, E. (2004). *Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas*. En H. M. Cabrera (Ed.), *Fisiología ecológica en plantas* (pp. 13–25). Concepción, Chile: Ediciones Universidad de Concepción.
- Hernández, R. y Ledesma, A. (2019). *Evaluación de la incidencia y severidad del*

mildiú (Peronospora variabilis Gaum) en diferentes genotipos de quinua (Chenopodium quinoa Willd.). Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología Agraria.

- Hinojosa, L., Matanguihan, J. B., & Murphy, K. M. (2019). Effect of high temperature on pollen morphology, plant growth and seed yield in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Agronomy and Crop Science*, 205(1), 33–45. <https://doi.org/10.1111/jac.12302>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Lima, Perú: INIA y FAO. https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/76/1/Apaza_Catalogo_de_variedades.quinua.pdf
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2013). Variedad de quinua INIA 431 – Altiplano. *INIA*. <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1588>
- Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2020). *Catálogo nacional de variedades de quinua del Perú*. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Lima, Perú.
- Ivancovich, A., Botta, G., Ploper, D.A., Laguna, I., Annone, J.G. (2016). *IV Curso de diagnóstico y manejo de enfermedades de soja*. Pergamino, Buenos Aires, Argentina. EEA INTA Pergamino. 54 p.
- Julca, A., Borjas, R., Alvarado, L., Julca, N., Castro, V., & Bello, S. (2019). *Relación entre la incidencia y la severidad de la roya del café (Hemileia vastatrix) en San Ramón, Chanchamayo, Perú*. *Journal of Science and Research*, 4(4), 1-9. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3477556>
- Kumar, A., Pandey, V., & Singh, R. (2006). Screening of exotic *Chenopodium quinoa* accessions for downy mildew resistance under mid-eastern conditions of India. *Crop Protection*, 25(8), 5–11. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.10.003>
- León, B. 2016. *Biocontrol del Mildiú (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.
- Li, F., Liu, J., Guo, X., Yin, L., Zhang, H. & Wen, R. (2020). Genome-wide survey, characterization, and expression analysis of bZIP transcription factors in *Chenopodium quinoa*. *BMC Plant Biology*, 20, Article 405. <https://doi.org/10.1186/s12870-020-02620-z>
- Madden et al. (2017) El estudio de las epidemias de enfermedades de las plantas. Minnesota: *Sociedad Estadounidense de Fitopatología*, 2017, páginas 20-30.
- Mariño Frías, V., Álvarez Romero, P. I., & Carpio Coba, C. F. (2021). *Elaboración y validación de diagramas de severidad para el daño causado por mildiú (Peronospora variabilis) en quinua (Chenopodium quinoa Willd.)* [Trabajo de

titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. AGRIS / DSpace ESPOCH

- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). (2018). *Catálogo nacional de variedades de la quinua*. PNIA, Lima, Perú.
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2020). *Variedades de quinua*. <https://www.midagri.gob.pe/portal/444-granos-andinos/9377-variedades-de-quinua>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2024). *Innovación en la cadena de valor de la quinua*. Perú. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/1016647-gobierno-exportacion-de-quinua-crecio-en-mas-de-40-hasta-julio-de-2024>
- Mujica, A., Jacobsen, S.-E., Izquierdo, J., & Marathee, J. P. (2013). *Origen y descripción de la quinua*. <https://docplayer.es/80773494-Capitulo-i-origen-y-descripcion-de-la-quinua.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2016. *Quinua manejo integrado de plagas: estrategias en el cultivo de la Quinua para fortalecer el sistema agroalimentario en la zona andina*. Santiago, Chile. 189 p. <http://www.fao.org/3/a-i6038s.pdf>.
- Peralta, E. (2013) *La quinua, un gran alimento y su utilización*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Ecuador.
- Pérez, L., & Mendoza, R. (2015) *Metodologías de muestreo en fitopatología*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Ramírez, I. C., & Rodríguez, D. M. (2023). *Incidencia y severidad de mildiú veloso de la quinua (Chenopodium quinoa Willd.) en Silvia, Cauca, Colombia*. *Temas Agrarios*, 28(Suplemento 1), 34.
- Rodríguez, J. (2017) *Efecto de la mezcla de guano de isla y en el rendimiento de cultivo de quinua en blanca de Junín* Perú. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2836>
- Rollano, O., Palma, V., Widell, S., Mollinedo, P., & Rasmusson, A. G. (2022). La progresión de la enfermedad y la respuesta molecular de defensa en *Chenopodium quinoa* infectada con *Peronospora variabilis*, el agente causal del mildiú veloso de la quinua. *Plants*, 11(21), 2946. <https://doi.org/10.3390/plants11212946>
- Roncal Ordoñez, MS. 2004. *Principios de la Fitopatología Andina*. Lima, Perú, editorial Grafica Bracamonte. 420 p.
- Saravia, R., Plata, G., & Gandarillas, A. (2014). *Plagas y enfermedades del cultivo de quinua: plagas-y- enfermedades-del-cultivo-de-quinua&catid=46&Itemid=148*.

- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). (2020). *Guía de evaluación de plagas y agentes de control biológico en el cultivo de quinua*. Lima, Perú. file:///C:/Users/Hp/Downloads/Gu%C3%ADa-CB%20Quinua%20.pdf
- Tapia, ME. (1990). Cultivos Andinos Subexplotados y su aporte a la alimentación. //CA. 205 p.
- Testen, A. L., McKemy, J. M., Backman, P. A., & McCormick, S. P. (2013). Primer informe sobre mildiú veloso de la quinua causado por *Peronospora variabilis* en los Estados Unidos. *Enfermedad de las Plantas*, 97(6), 844. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-12-1008-PDN>
- Thines et al., (2015). Evolución, diversidad y taxonomía de las Peronosporaceae, con especial atención al género *Peronospora*. *Fitopatología*, 1–13. <http://doi.org/10.1094/PHYTO-05-15-0127-RVW>
- Thines M., y Choi Y. (2015). Evolution, Diversity, and Taxonomy of the Peronosporaceae, with Focus on the Genus *Peronospora*. *Phytopathology*, (Thines2014), 1–13. <http://doi.org/10.1094/PHYTO-05-15-0127-RVW>
- Vilca, J. y Carrasco, G. (2013) Manejo integrado en el cultivo de quinua. Guía técnica. Ayacucho, Urpay, Acosvinchos, Huamanga, Perú. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-d-quinua.pdf>
- Vilca, J., & Carrasco, G. (2013). Manejo integrado en el cultivo de quinua. *Guía técnica*. Ayacucho, Urpay, Acosvinchos, Huamanga, Perú. <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-d-quinua.pdf>
- Vite, M. (2015). *Estudio fenológico y adaptabilidad del cultivo de la quinua (Chenopodium quinoa)*. en el valle medio Piura-Perú. tesis de pregrado. Universidad Nacional De Piura, Piura, Perú. <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/408/AGR-VIT-COR-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Voglmayr, H. (2008). Progresos y desafíos en la sistemática del mildiú veloso y la roya blanca: nuevos conocimientos a partir de los genes y la morfología. *Eur J Plant Pathol*, 122, 3–18.
- Wali, A. M., Kenawey, M. K., Ibrahim, O. M., & Abd El Lateef, E. M. (2022). Productivity of Quinoa (*Chenopodium quinoa* L.) under new reclaimed soil conditions at north-western coast of Egypt. *Bulletin of the National Research Centre*, 46, Article 38. <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00724-0>
- Yerkes, W. D., & Shaw, C. G. (1959). Host specialization in the downy mildews of the genus *Peronospora*. *Phytopathology*, 49, 499–507.
- Zegarra, J.C. (2018). *La rentabilidad del cultivo de quina en diferentes periodos de siembra en la irrigación majes, durante la campaña 2016-2017*.

Zurita y Quiroz (2016) Plagas y enfermedades en el cultivo de quínoa. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Cap. 7, <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6727/NR41423.pdf?sequence=12&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1

Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta Blanca de Junín, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

| Variedad Blanca de Junín | | Correlación (INC vs. SEV) |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| INFERIOR | Correlación de Pearson | 0,837 |
| | Sig. (bilateral) | 0,077 |
| | N | 5 |
| SUPERIOR | Correlación de Pearson | 0,917* |
| | Sig. (bilateral) | 0,029 |
| | N | 5 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Anexo 2

Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase vegetativa; evaluada por niveles de la planta Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

| Variedad Pasankalla | | Correlación (INC vs. SEV) |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| INFERIOR | Correlación de Pearson | 0,910* |
| | Sig. (bilateral) | 0,032 |
| | N | 5 |
| SUPERIOR | Correlación de Pearson | 0,742 |
| | Sig. (bilateral) | 0,151 |
| | N | 5 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Anexo 3

Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta Blanca de Junín, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

| Variedad Blanca de Junín | | Correlación (INC vs. SEV) |
|--------------------------|------------------------|---------------------------|
| INFERIOR | Correlación de Pearson | 0,958 |
| | Sig. (bilateral) | 0,010* |
| | N | 5 |
| MEDIO | Correlación de Pearson | 0,964 |
| | Sig. (bilateral) | 0,008* |
| | N | 5 |
| SUPERIOR | Correlación de Pearson | 0,900 |
| | Sig. (bilateral) | 0,037* |
| | N | 5 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Anexo 4

Correlación entre incidencia y severidad de la enfermedad del mildiú en quinua dentro de la fase reproductiva; evaluada por tercios de la planta Pasankalla, en campos de cultivo del distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023.

| Variedad Pasankalla | | Correlación (INC vs. SEV) |
|---------------------|------------------------|---------------------------|
| INFERIOR | Correlación de Pearson | 0,681 |
| | Sig. (bilateral) | 0,206 |
| | N | 5 |
| MEDIO | Correlación de Pearson | 0,930 |
| | Sig. (bilateral) | 0,022* |
| | N | 5 |
| SUPERIOR | Correlación de Pearson | 0,966 |
| | Sig. (bilateral) | 0,007* |
| | N | 5 |

*La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Anexo 5

Evidencia fotográfica del proceso de evaluación en el distrito de Tambillo - Ayacucho 2023.



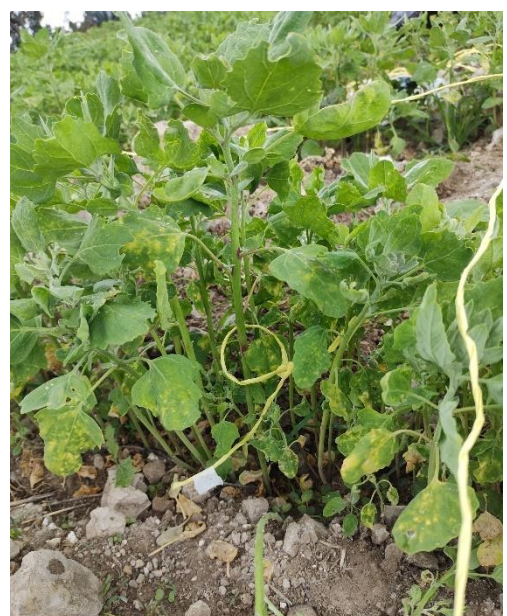
Fotografía 1. Área de cultivo de Blanca de Junín



Fotografía 2. Campo de cultivo de Pasankalla.



Fotografía 3. El tercer sector definido para la evaluación.



Fotografía 4. Planta de quinua marcada con listón amarillo indicando el número de oro (1-25).



Fotografía 5. Cultivo de quinua con la participación de la asesora de tesis.



Fotografía 6. División en dos niveles (inferior y superior) en variedad Pasankalla, durante la fase vegetativa.



Fotografía 7. Tesista en campo de cultivo durante la fase reproductiva de blanca de Junín, correspondiente a la segunda evaluación.



Fotografía 8. División en tercios (inferior, medio y superior) variedad Blanca de Junín, durante la segunda evaluación en la fase reproductiva.



Fotografía 9. Condensación de humedad en la superficie de las hojas.



Fotografía 10. Síntomas de mildiú en hojas de quinua en la variedad Blanca de Junín con manchas cloróticas irregulares.



Fotografía 11. Manifestaciones del mildiú en hojas de quinua de la variedad Pasankalla, caracterizadas por la presencia de manchas cloróticas de forma irregular.



Fotografía 12. Recolección de hojas con síntomas característicos de la enfermedad del mildiú.



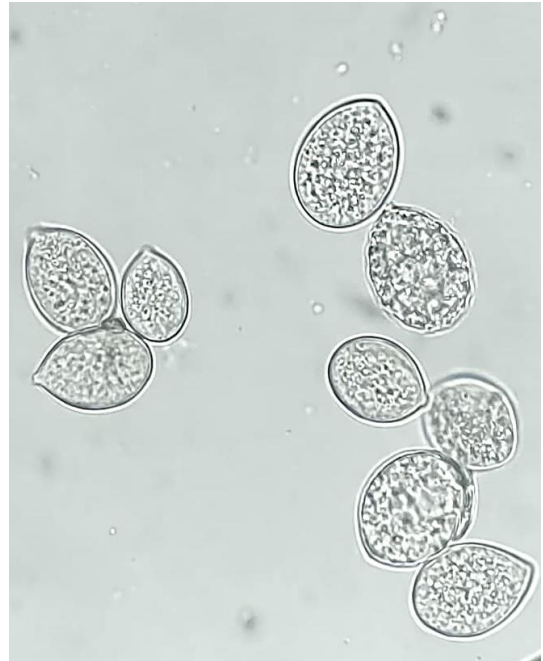
Fotografía 13. Presencia de esporulación de tonalidad plumiza en el envés de hojas de quinua de la variedad Pasankalla.



Fotografía 14. Microscopio utilizado en el laboratorio de microbiología ambiental para la observación de las estructuras morfológicas de *Peronospora variabilis* Gäum "mildiú".



Microfotografía 15. Esporangióforos alargados, arborescentes y ramificados de *Peronospora variabilis* Gäum "mildiú", observados a 40X.



Microfotografía 16. Esporangios de forma ovoide con pedicelo y doble pared de *Peronospora variabilis* Gäum "mildiú", observados a 40X.

Anexo 6

Petición de autorización para el desarrollo de la investigación en campo

SOLICITO: Permiso para poder realizar estudio de campo en las parcelas ubicado en el distrito de Tambillo.

Ayacucho, 14 de diciembre del 2023

Sra. SANTONA GUTIÉRREZ
TITULAR DE LA PARCELA

Yo, ANY LOPE CHÁVEZ egresada de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga – Escuela Profesional de Biología, ante usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que solicito permiso para realizar evaluaciones de severidad e incidencia en el Distrito de Tambillo, sector Santa Barbara. Con el fin de desarrollar mi proyecto de investigación nombrada: **“SEVERIDAD E INCIDENCIA DEL MILDIU DE LA QUINUA (CHENOPODIUM QUINOA WILLD) EN CAMPOS DE CULTIVO EN EL DISTRITO DE TAMBILLO, AYACUCHO – 2023”**, y así de este proyecto poder culminar satisfactoriamente con mis estudios académicos del presente año.

El estudio consta de realizar evaluaciones a las plantas de quinua en las dos etapas fenológicas en la variedad Blanca de Junín y Pasankalla.

De ante mano le agradezco su gentil aceptación a este pedido.

Atentamente

LOPE CHAVEZ ANY

DNI: 70320017

Santona Gutierrez

45671234

Fecha: 14/12/2023
Hora: 2:40 pm

Anexo 7

Planillas de evaluación en dos diferentes fases del cultivo de la quinua.



PLANILLA DE EVALUACIÓN DE PLAGA EN CAMPO

| | |
|------------|-------------------|
| REGIÓN: | AYACUCHO |
| PROVINCIA: | HUAMANGA |
| DISTRITO: | TAMBILLO |
| SECTOR: | SANTA BARBARA |
| LOCALIDAD: | TAMBILLO |
| PRODUCTOR: | SANTONA GUTIERREZ |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|---------|------------|
| EVALUADOR | ANY LOPE CHÁVEZ | | | | | |
| CORDENADAS | Sur | 13°11'40" | Oeste | 74°06'39" | Altitud | 3,064 msnm |
| ESTADO FENOLÓGICO | Fase vegetativa | | | | | |
| Fecha de evaluación | 20/01/2024 | | | | | |
| Área evaluada | 0.5 ha | | | | | |
| Cultivo | Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) | | | | | |
| Edad del cultivo | 5 meses | | | | | |

| PRIMERA EVALUACIÓN, FASE VEGETATIVA DE LA VARIEDAD BLANCA (Blanca de junín) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO DE SECTORES | | | | | Promed. de sectores | Min | Max | | | | |
|---|-------------------------|---------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|----|----|-----|----|---------------------|-----|-----|----|----|----|----|
| Plaga Evaluada | Parámetro de Evaluación | Tercios | SECTORES EVALUADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | II | | | | | III | | | | | IV | | | | | V | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | I | II | III | IV | V | | | | | | |
| Mildiu de la quinua | % de Incidencia | T.S | 20 | 40 | 38 | 41 | 55 | 60 | 26 | 42 | 45 | 60 | 20 | 35 | 40 | 35 | 48 | 36 | 20 | 26 | 28 | 32 | 40 | 30 | 20 | 42 | 32 | 39 | 47 | 36 | 28 | 47 | 36 | 28 | 47 | | | |
| | | T.I | 50 | 62 | 55 | 52 | 75 | 82 | 50 | 68 | 66 | 78 | 50 | 48 | 55 | 50 | 65 | 60 | 54 | 52 | 45 | 62 | 65 | 47 | 42 | 50 | 58 | 59 | 69 | 54 | 55 | 52 | 58 | 52 | 69 | 69 | | |
| | % de Severidad | T.S | 25 | 20 | 45 | 30 | 23 | 13 | 3 | 5 | 50 | 23 | 25 | 35 | 28 | 30 | 25 | 40 | 15 | 40 | 65 | 5 | 30 | 11 | 3 | 25 | 13 | 29 | 19 | 29 | 33 | 16 | 25 | 16 | 33 | 25 | 16 | 33 |
| | | T.I | 45 | 50 | 45 | 45 | 40 | 50 | 32 | 40 | 45 | 52 | 35 | 40 | 55 | 45 | 35 | 45 | 50 | 32 | 50 | 38 | 56 | 30 | 30 | 47 | 36 | 45 | 44 | 42 | 43 | 40 | 43 | 40 | 45 | 43 | 40 | 45 |


 MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
 DIRECCIÓN SENASA AYACUCHO
 Dña. Neliva Bautista Tinco
 Especialista en Sanidad Agraria

PLANILLA DE EVALUACIÓN DE PLAGA EN CAMPO

| | |
|------------|-------------------|
| REGIÓN: | AYACUCHO |
| PROVINCIA: | HUAMANGA |
| DISTRITO: | TAMBILLO |
| SECTOR: | SANTA BARBARA |
| LOCALIDAD: | TAMBILLO |
| PRODUCTOR: | SANTONA GUTIERREZ |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|---------|------------|
| EVALUADOR | ANY LOPE CHÁVEZ | | | | | |
| CORDENADAS | Sur | 13°11'40" | Oeste | 74°06'39" | Altitud | 3,064 msnm |
| ESTADO FENOLÓGICO | Fase reproductiva | | | | | |
| Fecha de evaluación | 25/02/2024 | | | | | |
| Área evaluada | 0.5 ha | | | | | |
| Cultivo | Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) | | | | | |
| Edad del cultivo | 5 meses | | | | | |

| SEGUNDA EVALUACIÓN, FASE REPRODUCTIVA DE LA VARIEDAD BLANCA (Blanca de junín) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO DE SECTORES | Promed. de sectores | Min | Max | | | | |
|---|-------------------------|---------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|---------------------|-----|-----|----|----|----|----|
| Plaga Evaluada | Parámetro de Evaluación | Tercios | SECTORES EVALUADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | II | | | | | III | | | | | IV | | | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | I | II | III | IV | V | | | |
| Mildiu de la quinoa | % de Incidencia | T.S | 15 | 13 | 10 | 20 | 22 | 10 | 20 | 12 | 8 | 20 | 10 | 18 | 13 | 8 | 20 | 12 | 25 | 14 | 22 | 10 | 8 | 16 | 12 | 13 | 10 | 16 | 14 | 14 | 17 | 12 | 14 | 12 | 17 |
| | | T.M | 40 | 26 | 20 | 30 | 45 | 48 | 32 | 25 | 30 | 40 | 20 | 26 | 39 | 20 | 45 | 26 | 40 | 36 | 35 | 32 | 20 | 22 | 20 | 20 | 32 | 32 | 35 | 30 | 34 | 23 | 31 | 23 | 35 |
| | | T.I | 48 | 45 | 38 | 48 | 50 | 65 | 62 | 67 | 50 | 60 | 55 | 60 | 55 | 33 | 55 | 50 | 40 | 57 | 52 | 50 | 49 | 38 | 40 | 35 | 40 | 46 | 61 | 52 | 50 | 40 | 50 | 40 | 61 |
| | % de Severidad | T.S | 8 | 10 | 20 | 5 | 15 | 20 | 10 | 40 | 20 | 11 | 5 | 31 | 15 | 33 | 6 | 16 | 21 | 6 | 5 | 10 | 15 | 5 | 16 | 10 | 11 | 12 | 20 | 18 | 12 | 11 | 15 | 11 | 20 |
| | | T.M | 32 | 40 | 33 | 20 | 30 | 45 | 33 | 50 | 40 | 35 | 20 | 48 | 40 | 50 | 25 | 45 | 45 | 10 | 15 | 25 | 30 | 3 | 35 | 20 | 10 | 31 | 41 | 37 | 28 | 20 | 31 | 20 | 41 |
| | | T.I | 40 | 48 | 50 | 45 | 35 | 65 | 50 | 45 | 48 | 38 | 40 | 55 | 45 | 48 | 35 | 50 | 53 | 28 | 43 | 60 | 40 | 38 | 40 | 35 | 40 | 44 | 49 | 45 | 47 | 39 | 45 | 39 | 49 |


 MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
 DIRECCIÓN SENASA AYACUCHO

 Elga Nélida Bautista Tinco
 Especialista en Sanidad Agraria

PLANILLA DE EVALUACIÓN DE PLAGA EN CAMPO

| | |
|------------|-------------------|
| REGIÓN: | AYACUCHO |
| PROVINCIA: | HUAMANGA |
| DISTRITO: | TAMBILLO |
| SECTOR: | SANTA BARBARA |
| LOCALIDAD: | TAMBILLO |
| PRODUCTOR: | SANTONA GUTIERREZ |

| | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|---------|------------|--|
| EVALUADOR | ANY LOPE CHÁVEZ | | | | | | |
| CORDENADAS | Sur | 13°11'40" | Oeste | 74°06'39" | Altitud | 3,064 msnm | |
| ESTADO FENOLÓGICO | Fase vegetativa | | | | | | |
| Fecha de evaluación | 09/02/2024 | | | | | | |
| Área evaluada | 0.5 ha | | | | | | |
| Cultivo | Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>) | | | | | | |
| Edad del cultivo | 6 meses | | | | | | |

| PRIMERA EVALUACIÓN, FASE VEGETATIVA DE LA VARIEDAD ROJA (Pasankalla) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO DE SECTORES | | | | | Promed. de sectores | Min | Max | |
|--|-------------------------|---------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|----|----|-----|----|---------------------|-----|-----|----|
| Plaga Evaluada | Parámetro de Evaluación | Tercios | SECTORES EVALUADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | II | | | | | III | | | | | IV | | | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | I | II | III | IV | V | | | |
| Mildiu de la quinua | % de Incidencia | T.S | 30 | 58 | 50 | 45 | 30 | 56 | 66 | 60 | 56 | 52 | 30 | 40 | 32 | 52 | 60 | 58 | 53 | 48 | 55 | 45 | 50 | 22 | 50 | 62 | 42 | 43 | 58 | 43 | 52 | 45 | 48 | 43 | 58 |
| | | T.I | 62 | 75 | 68 | 66 | 50 | 75 | 72 | 70 | 80 | 74 | 55 | 65 | 45 | 78 | 75 | 82 | 70 | 76 | 78 | 75 | 70 | 50 | 62 | 76 | 65 | 64 | 74 | 64 | 76 | 65 | 69 | 64 | 76 |
| | % de Severidad | T.S | 35 | 75 | 35 | 40 | 45 | 60 | 45 | 30 | 60 | 48 | 55 | 20 | 45 | 30 | 50 | 20 | 45 | 50 | 60 | 60 | 65 | 45 | 30 | 40 | 48 | 46 | 49 | 40 | 47 | 46 | 45 | 40 | 49 |
| | | T.I | 60 | 65 | 65 | 55 | 46 | 86 | 70 | 60 | 62 | 82 | 37 | 47 | 62 | 52 | 75 | 57 | 68 | 55 | 65 | 67 | 65 | 55 | 45 | 37 | 52 | 58 | 72 | 55 | 62 | 51 | 60 | 51 | 72 |


 MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
 DIRECCIÓN SENASA AYACUCHO
 Biga. Nelida Bautista Tinco
 Especialista en Sanidad Agraria

PLANILLA DE EVALUACIÓN DE PLAGA EN CAMPO

| | |
|------------|-------------------|
| REGIÓN: | AYACUCHO |
| PROVINCIA: | HUAMANGA |
| DISTRITO: | TAMBILLO |
| SECTOR: | SANTA BARBARA |
| LOCALIDAD: | TAMBILLO |
| PRODUCTOR: | SANTONA GUTIERREZ |

| | | | | | | |
|---------------------|--------------------------------------|-----------|-------|-----------|---------|------------|
| EVALUADOR | ANY LOPE CHÁVEZ | | | | | |
| CORDENADAS | Sur | 13°11'40" | Oeste | 74°06'39" | Altitud | 3,064 msnm |
| ESTADO FENOLÓGICO | Fase reproductiva | | | | | |
| Fecha de evaluación | 15/03/2024 | | | | | |
| Área evaluada | 0.5 ha | | | | | |
| Cultivo | Quinua (<i>Chenopodium quinoa</i>) | | | | | |
| Edad del cultivo | 6 meses | | | | | |

| SEGUNDA EVALUACIÓN, FASE REPRODUCTIVA DE LA VARIEDAD ROJA (Pasankalla) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PROMEDIO DE SECTORES | | | | | Promed. de sectores | Min | Max | |
|--|-------------------------|---------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------|----|----|-----|----|---------------------|-----|-----|----|
| Plaga Evaluada | Parámetro de Evaluación | Tercios | SECTORES EVALUADOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | I | | | | | II | | | | | III | | | | | IV | | | | | V | | | | | | | | | | | | |
| | | | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 | P17 | P18 | P19 | P20 | P21 | P22 | P23 | P24 | P25 | I | II | III | IV | V | | | |
| Mildiu de la quinua | % de Incidencia | T.S | 20 | 26 | 19 | 22 | 25 | 13 | 15 | 18 | 20 | 15 | 20 | 22 | 17 | 10 | 15 | 20 | 26 | 25 | 28 | 8 | 13 | 10 | 26 | 20 | 15 | 22 | 16 | 17 | 21 | 17 | 19 | 16 | 22 |
| | | T.M | 54 | 38 | 40 | 45 | 40 | 50 | 46 | 45 | 47 | 50 | 35 | 36 | 42 | 55 | 43 | 38 | 50 | 42 | 48 | 20 | 26 | 30 | 42 | 42 | 35 | 43 | 48 | 42 | 40 | 35 | 42 | 35 | 48 |
| | | T.I | 62 | 50 | 55 | 66 | 50 | 83 | 50 | 68 | 68 | 85 | 50 | 66 | 62 | 70 | 58 | 65 | 60 | 52 | 70 | 32 | 50 | 45 | 77 | 66 | 50 | 57 | 71 | 61 | 56 | 58 | 60 | 56 | 71 |
| | % de Severidad | T.S | 10 | 15 | 5 | 25 | 5 | 30 | 15 | 21 | 11 | 25 | 15 | 3 | 21 | 10 | 20 | 25 | 21 | 28 | 20 | 11 | 15 | 5 | 10 | 28 | 20 | 12 | 20 | 14 | 21 | 16 | 17 | 12 | 21 |
| | | T.M | 40 | 35 | 30 | 45 | 20 | 51 | 25 | 45 | 20 | 40 | 35 | 15 | 35 | 30 | 48 | 40 | 48 | 50 | 45 | 25 | 31 | 15 | 25 | 48 | 38 | 34 | 36 | 33 | 42 | 31 | 35 | 31 | 42 |
| | | T.I | 53 | 48 | 35 | 50 | 43 | 70 | 40 | 45 | 60 | 50 | 55 | 48 | 58 | 40 | 65 | 50 | 58 | 58 | 65 | 38 | 48 | 40 | 45 | 50 | 51 | 46 | 53 | 53 | 54 | 47 | 51 | 46 | 54 |


 MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO
 SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA
 DIRECCIÓN SENASA AYACUCHO
 Brga. Nelda Bautista Tinco
 Especialista en Sanidad Agraria

Anexo 8 Matriz de consistencia

Título: “Severidad e incidencia del mildiú de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023.”

Autor: LOPE CHÁVEZ, Any

Asesora: Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ

| PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | MARCO TEÓRICO | VARIABLES | METODOLOGÍA |
|--|--|---|---|--|---|
| ¿Cuál es la relación entre incidencia y severidad del mildiú de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” en las diferentes variedades de cultivo en el distrito de Tambillo; Ayacucho - 2023? | Existe relación entre incidencia y severidad del mildiú de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” en las diferentes variedades de cultivo en el distrito de Tambillo; Ayacucho - 2023 | <p>Objetivo general Determinar la relación entre incidencia y severidad del mildiú de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” en las diferentes variedades del cultivo en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.</p> <p>Objetivos específicos -Determinar el porcentaje de severidad del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023. -Determinar el porcentaje de incidencia del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Blanca de Junín en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023. -Determinar el porcentaje de severidad del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Pasankalla en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023. -Determinar el porcentaje de incidencia del mildiú de la quinua en campos de cultivo de la variedad Pasankalla, en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023. -Comparar el daño foliar del mildiú entre la variedad Blanca de Junín y Pasankalla de la quinua, en campos de cultivo, en el distrito de Tambillo; Ayacucho – 2023.</p> | <ul style="list-style-type: none"> - <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. - “quinua” - Origen. - Clasificación taxonómica. - Requerimientos climáticos. - Fenología del cultivo - Manejo del cultivo de quinua - Variedades de la quinua - Enfermedades de la quinua - El mildiú de la quinua - Clasificación taxonómica - Ciclo de vida - Síntomas - Resistencia genética - Epidemiología - Parámetros | <p>Variable 1 Incidencia del mildiú causado por infección de <i>Peronospora variabilis</i> Gäum en plantas de quinua.</p> <p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de plantas enfermas en relación al total de plantas analizadas. <p>Variable 2 Severidad del mildiú causado por infección de <i>Peronospora variabilis</i> Gäum en hojas de quinua.</p> <p>Indicador</p> <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de área o volumen de hojas enfermas analizadas bajo grados de severidad (5 %, 15 %, 25 %, 50 % y 100 % de daño foliar). | <p>Tipo de investigación: Descriptivo - correlacional</p> <p>Población: Todas las plantas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” de la variedad Blanca de Junín y Pasankalla que integran una parcela.</p> <p>Muestra: Se muestreó un total de 50 plantas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”</p> <p>Diseño experimental: Se realizará un diseño no experimental mediante la técnica en cinco de oros con 2 evaluaciones mensuales en 2 diferentes etapas fenológicas.</p> <p>Análisis estadístico: Para el análisis de la información obtenida en la investigación, se aplicaron diferentes métodos estadísticos con el fin de evaluar la distribución de los datos, comparar los promedios entre variedades (Blanca de Junín y Pasankalla) y determinar relaciones entre variables evaluadas.</p> |



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

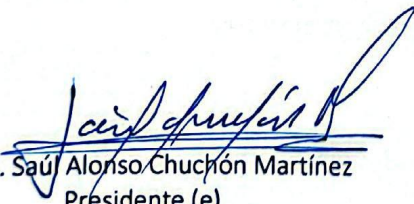
Bach. Any LOPE CHAVEZ

RESOLUCIÓN DECANAL N° 461-2025-UNSCH-FCB-D


En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del día viernes doce de diciembre del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargado el Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez con memorando N° 300-2025-UNSCH-FCB con fecha doce de diciembre del año dos mil veinticinco a su vez miembro jurado, La Dra. Roberta Brita Anaya González (miembro – jurado), el Dr. Gilmar Peña Rojas (miembro – jurado), la Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz (miembro – asesor) y actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel Moscoso García, para presenciar la sustentación de tesis titulada: Severidad e incidencia del mildiú de la quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho – 2023. presentado por la Bach. Any LOPE CHAVEZ; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones correspondientes; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:


| Miembros del Jurado Evaluador | Exposición | Respuesta/preguntas | Promedio |
|-----------------------------------|------------|---------------------|----------|
| Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez | 14 | 10 | 12 |
| Dra. Roberta Brita Anaya González | 17 | 16 | 17 |
| Dr. Gilmar Peña Rojas | 17 | 15 | 16 |
| PROMEDIO | | | 15 |

La sustentante alcanzó el promedio de 15 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las seis con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.


Dr. Saúl Alonso Chuchón Martínez
Presidente (e)
Miembro jurado


Dra. Roberta Brita Anaya González
Miembro - jurado


Dr. Gilmar Peña Rojas
Miembro – jurado


Mg. Ruth Elsa Huamán De La Cruz
Miembro – asesor


Mg. Luis Uriel Moscoso García
Secretario docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 074-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Severidad e incidencia del mildiú de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023.**, por ANY LOPE CHAVEZ; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 7%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 24 de diciembre del 2025.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
Escuela Profesional de Biología
Dr. Fidel R. Mujica Lengua
DIRECTOR

Severidad e incidencia del mildiú de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023.

por ANY LOPE CHAVEZ

Fecha de entrega: 23-dic-2025 01:44p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2850931765

Nombre del archivo: LOPE_CHAVEZ-Any-pregrado-2025_TURNITIN.pdf (1.07M)

Total de palabras: 9516

Total de caracteres: 51778

Severidad e incidencia del mildiú de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en campos de cultivo en el distrito de Tambillo, Ayacucho - 2023.

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|-----|
| 1 | repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet | 2% |
| 2 | Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante | 2% |
| 3 | alexisjuliocr.wordpress.com Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | organiclifeperu.blogspot.com Fuente de Internet | <1% |
| 6 | Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante | <1% |
| 7 | Carpio Vásquez, Buenaventura Optaciano. "Evaluación de características agronómicas de diez cultivares de quinua (<i>Chenopodium</i> | <1% |

quinoa willd.) tolerantes a sequia.",
Universidad Nacional del Altiplano de Puno
(Peru)
Publicación

8 repositorio.umsa.bo
Fuente de Internet

<1 %

9 Leon Ttacca, Betsabe. "Biocontrol del mildiu
(Peronospora variabilis Gäum.) de la quinua
(Chenopodium quinoa Willd.) con cepas de
Trichoderma sp. con capacidad endofitica.",
Universidad Nacional del Altiplano de Puno
(Peru)
Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo