



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO**



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA  
Y VETERINARIA**

**CARRERA DE AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del examen de carácter Complexivo,  
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito  
previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

Caracterización de la enfermedad Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el  
cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador.

**AUTOR:**

Cristhoffer Alexander Pincay Campos

**TUTOR:**

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2024

## RESUMEN

En el presente documento se busca indagar acerca de la Caracterización de la enfermedad Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador. El mildiu es la principal enfermedad peligrosa que afecta directamente a las hojas causando daños significativos si no se lo maneja adecuadamente. Dicha enfermedad se origina en suelos con altas temperaturas y humedad, ocasiona defoliaciones prematuras y su alta dosis en siembra permite que se formen microclimas y por ende la propagación. Reduciendo así el desarrollo y productividad. En el País, el cultivo de quinua es un alimento importante para la región sierra; lugar donde se cultiva siendo un producto interno y externo. Contiene características nutricionales, posee vitaminas necesarias para el ser humano. Dada la necesidad de incrementar la producción de este cultivo, es necesario tener el conocimiento amplio acerca de él, conocer cuál es la correcta preparación del suelo y elección de la semilla, para así tener mayor productividad y rendimiento debido a que es un producto de seguridad alimenticia tanto nacional como internacional. El presente documento investigativo presentado como componente práctico, se desarrolló a través de la recopilación de diversas fuentes de información. Con una metodología exploratoria y explicativa. A manera de conclusión se puede mencionar que es necesario conocer cómo se puede combatir esta enfermedad dado que ocasiona pérdidas significativas en la producción permitiendo a través de esta investigación el productor obtenga información necesaria para lograr una correcta siembra, desarrollo y obtención del producto con una determinada seguridad y calidad.

**PALABRAS CLAVES:** Quinoa, Mildiu, Manejo integrado, Sintomatología.

## SUMMARY

This document seeks to investigate the Characterization of the Mildew disease (*Peronospora variabilis*) in the cultivation of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) in Ecuador. Downy mildew is the main dangerous disease that directly affects the leaves causing significant damage if not managed properly. This disease originates in soils with high temperatures and humidity, causes premature defoliation and its high dose in sowing allows microclimates to form and therefore spread. Thus reducing development and productivity. In the country, quinoa is an important food for the mountain region; place where it is grown, being an internal and external product. It contains nutritional characteristics; it has vitamins necessary for humans. Given the need to increase the production of this crop, it is necessary to have extensive knowledge about it, know the correct preparation of the soil and choice of seed, in order to have greater productivity and yield because it is a safety product. both national and international food. This investigative document, presented as a practical component, was developed through the compilation of various sources of information. With an exploratory and explanatory methodology. In conclusion, it can be mentioned how this disease can be combated given that it causes significant losses in production, allowing through this research to obtain information necessary for correct planting, development and obtaining of the product with a certain safety and quality.

**KEY WORDS:** Quinoa, Mildew, Integrated management, Symptomatology.

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	II
<b>SUMMARY</b> .....	III
<b>1. CONTEXTUALIZACIÓN</b> .....	1
<b>1.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	2
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN</b> .....	4
<b>1.4. OBJETIVOS</b> .....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos .....	5
<b>1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN</b> .....	5
<b>2. DESARROLLO</b> .....	6
<b>2.1. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	6
2.1.1. Mildiu.....	6
2.1.2. Agente Causal.....	6
2.1.3. Sintomatología .....	7
2.1.4.Fases del ataque .....	7
2.1.5. Ciclo de la enfermedad .....	8
2.1.6. Manejo integrado de la enfermedad .....	8
2.1.7.Factores Ambientales.....	9
2.1.8. Generalidades del cultivo de Quinoa.....	9
2.1.9.Descripción taxonómica .....	10
2.1.10.Etapas Fenológicas.....	11
2.1.11.Características morfológicas.....	12
2.1.12.Condiciones climáticas .....	13
<b>2.2. METODOLOGÍA</b> .....	14
<b>2.3. RESULTADOS</b> .....	15
<b>2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	14

<b>3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	15
3.1. CONCLUSIONES .....	15
3.2. RECOMENDACIONES.....	16
<b>4. REFERENCIAS Y ANEXOS</b> .....	20
4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20

# 1. CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1. INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa*) es un grano originario de los Andes. Se lo identifica por su aporte de minerales y proteínas, sin embargo, su valor real recae en el equilibrio adecuado de aminoácidos esenciales en el ser humano. Este grano se lo diferencia de los diversos cereales tales como: trigo, arroz, maíz y cebada. (Murillo et al. 2023).

El cultivo de quinua por lo general inicia en tiempo invernal; entre el mes de diciembre y enero. En el Ecuador la mayor producción se la realiza en las provincias de: Chimborazo, en sus cantones Colta, Guamote, Guano, Riobamba y Penipe. En Bolívar, Cotopaxi, Loja, Pichincha y Azuay. Los cuales se agrupan en pequeños productores y familias indígenas. A nivel nacional, se registra una siembra que abarca 2.957 hectáreas, alcanzando una cifra promedio de 4.500 toneladas de quinua que produce el país. Por lo cual muestra la productividad y eficiencia en las actividades agrícolas. (MAG 2022).

Posee características internas únicas, como su alta variabilidad genética y su fácil adaptabilidad a diferentes zonas agroecológicas. En el Ecuador el cultivo de quinua se ha afianzado gracias al incremento de consumo y a su buena calidad proteica para el mercado interno y externo. (Escobar 2022).

Este cultivo puede estar expuesto a cualquier ambiente es por ello que ha incrementado a nivel mundial. Sin embargo, está expuesta a cualquier ataque de enfermedades; Entre ellas encontramos el mildiu (*Peronospora variabilis*). En las regiones productoras de quinua a nivel nacional esta enfermedad ha causado la reducción en gran medida su rendimiento. Disminuyendo por lo menos un 33% en variedades resistentes y un 99% en variedades susceptibles. (Mariño 2021).

Esta enfermedad afecta directamente al follaje del cultivo por lo cual causa una reducción en el rendimiento. Es fundamental conocer que dicha enfermedad se presenta en cualquier época sin embargo es más frecuente en épocas lluviosas

debido a la humedad y temperatura alta. La alta dosis de siembra ocasiona que formen un microclima y este permite la propagación de dicha enfermedad. (Raico 2022).

Como ocurre con cualquier cultivo, puede plantear problemas de salud, especialmente en suelos con baja fertilidad. Es necesario que los productores implementen adecuados trabajos culturales y controles fitosanitarios debido a los requerimientos del mercado. (Chuquimarca 2019).

El presente trabajo nos permite conocer a detalle sobre el mildiu en el cultivo de quinua en Ecuador.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel Mundial, la aparición de esta enfermedad en la quinua ha sido registrada en varios países productores de este cultivo. Tales como Perú, Bolivia y Ecuador donde el mildiu puede ocasionar serios problemas a los cultivos debido a que ocasiona grandes pérdidas económica y a su vez alimentaria. Su gravedad y frecuencia puede variar según los factores o condiciones climáticas, su manejo, el tipo de suelo y la selectividad de la semilla.

El mildiu afecta gravemente en el follaje del cultivo de Quinua, presentando manchas, disminuyendo la fotosíntesis y a su vez reduciendo el rendimiento. Es transmitida por semilla y por el suelo, permitiendo así el avance de la enfermedad. Provocando disminución en la altura, necrosis e incluso la pérdida total. (Torres 2019).

Esta enfermedad es notoria en el follaje del cultivo de quinua, su evidencia recae en la formación de puntos cloróticos para tornarse amarillenta a medida que esta enfermedad se va extendiendo en la planta sus hojas comienzan a marchitarse. Para controlar el mildiu en Ecuador, los agricultores suelen aplicar fungicidas específicos para prevenir o responder a los síntomas de la enfermedad.

También los agricultores lo pueden manejar quitando la maleza, sembrando a una distancia adecuada, con un adecuado drenaje. No obstante, es necesario hacer una selección y desinfección de semillas (Estrada et al. 2022).



### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

En el presente estudio sobre el Mildiu en el cultivo de Quinoa, se lo realiza con el propósito de conocer a detalles esta enfermedad dentro del cultivo debido a que en muchas zonas existe el desconocimiento y por ende no hay una excelente productividad.

Es por ello fundamental conocer la temperatura adecuada, que tipo de suelo es necesario y cuál es la precipitación para un correcto crecimiento y desarrollo del cultivo. Debido a que contiene aminoácidos significativos para los consumidores. (Aguilar y Maldonado 2020).

La Quinoa es un grano con rico poder alimenticio, cultivado en el Ecuador por pequeños y medianos productores de la Sierra, actualmente tiene un crecimiento sostenido gracias a la alta demanda nacional e internacional. Del 100% el 36 de las cosechas de quinoa se han encontrado en Chimborazo y el 24 en Imbabura. En términos de consumo lo podemos detallar de la siguiente manera: 33 de la producción de quinoa se destina para el autoconsumo el 4 para la semilla de manera tal que solo el 63% se destina para el mercado. (Moreta 2022).

Este grano es de gran importancia en la alimentación humana debido a que aporta un alto valor nutricional, debido a que es una rica fuente de proteínas que contiene aminoácidos esenciales para el cuerpo, es rica en fibra dietética, proporciona vitamina E, B6, ácido fólico y minerales como el hierro, magnesio, fósforo y zinc.

Por lo antes mencionado, se justifica la presente investigación sobre la caracterización del Mildiu en el cultivo de Quinoa. Debido a que su importancia, no solo recae en ser de mayor productividad para Chimborazo, sino que también es una fuente de nutrientes para el consumo humano.

## 1.4. OBJETIVOS

### 1.4.1. Objetivo general

Caracterizar los daños del Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador.

### 1.4.2. Objetivos específicos

- Describir el manejo integrado del Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador.
- Detallar los factores ambientales que pueden influir en la actividad o comportamiento del Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador.

## 1.5. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

**Dominio:** Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología

**Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable

**Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable

## 2. DESARROLLO

### 2.1. MARCO CONCEPTUAL

#### 2.1.1. Mildiu

El mildiu es una enfermedad que produce significativamente una pérdida en el rendimiento del cultivo de quinua, siendo así hasta el 90% de la producción, provocando daños en las hojas inclusive hasta la muerte de la planta. Este hongo se reproduce en la temporada lluviosa favoreciendo así su desarrollo provocando daños tempranos en las plantas. (Galdame 2021).

El mildiú emerge en diciembre-febrero, en época de humedad y calor, los cultivos son más susceptibles a las infecciones. El hongo se va propagando mediante los vientos y lluvia. Inicialmente aparece como puntos de color amarillo pálido visibles en la superficie superior de las hojas, que rápidamente se convierten en manchas amarillas. Al comienzo se presenta como clorosis en la parte superior para luego transformarse en necrosis, la cual podemos observar en la imagen 1 en los anexos. (De La Riva 2016).

#### 2.1.2. Agente Causal

El agente causal en el cultivo de quinua es el *Peronospora variabilis* hongo biológico que se reproduce de forma sexual y asexual. La etapa sexual se determina por la creación de oospora en la ausencia de organismos hospedadores. La etapa asexual se define por la aparición de esporas ovoides, germinación directa, hifas cenocíticas e hifas binarias. (Escobar 2022).

Este hongo afecta directamente a las hojas en el cultivo de *Chenopodium quinoa* (quinua). Su aparición la realiza en temporadas de alta humedad ocasionando que el desarrollo del cultivo se vea afectado y exista una pérdida media o total del cultivo reduciendo así la producción y la economía.

### 2.1.3. Sintomatología

Los síntomas ocasionados por el mildiu son numerosos, dependen de la variedad de cultivo, su crecimiento y del factor climático. Los síntomas aparecen en las hojas, tallos también en las ramas, flores y frutos. Esencialmente se presentan manchas pequeñas en las hojas de color amarillento que crece a medida que la enfermedad se desarrolla. Si bien es cierto, esta enfermedad se presenta de colores diferentes puede ser amarillento, rojo o inclusive rosado según el eco tipo del cultivo de Quinoa. (Senasa 2017).

Esta enfermedad es evidente en las hojas, causando una gran pérdida de ellas, afectando su desarrollo, es decir, formando plantas enanas con hojas y flores de menor tamaño y de forma anormal, estos síntomas los podemos ver en la imagen 7 de los anexos.

### 2.1.4. Fases del ataque

El mildiu es una enfermedad que, de acuerdo a las condiciones ambientales, posee diversas fases entre ellas encontramos:

- **Infección Inicial:** Las esporas del hongo son transportadas por el viento, el riego, la semilla infectada, e incluso a través del propio agricultor. Esta enfermedad aumenta y toma control de la planta cuando existen las altas temperaturas y hay multitud de cultivo.
- **Germinación de las esporas:** Cuando este hongo invade la superficie de la planta a través de la humedad y temperatura germina y esto sucede cuando las hojas son prematuras y tiernas de la quinoa.
- **Penetración y colonización:** Esta enfermedad que se realiza a través de un hongo cuando a penetrado el tejido de la planta empieza a establecerse en el interior. Provocando que las células se debiliten y afecten en el desarrollo de la planta.
- **Desarrollo de síntomas perceptibles:** Este hongo al ingresar a la planta y mantenerse un largo tiempo, comienza a notarse visiblemente con síntomas

como manchas o puntos amarillos en las hojas, que al pasar los días se tornan de color marrón.

- **Diseminación de esporas:** Cuando la enfermedad se ha colocado en la 'planta y ha desarrollado sus síntomas, causa y penetra nuevas esporas que pueden habitar en nuevas plantas ocasionando así la extensión de la enfermedad. Puede seguir este ciclo durante el tiempo de desarrollo con las condiciones adecuadas para este hongo. (Chávez 2023).

#### **2.1.5. Ciclo de la enfermedad**

Entre los cinco a seis días el Mildiu puede penetrar convirtiéndose en hongo capaz de infectar al cultivo durante su ciclo, es ahí donde se puede observar las manchas amarillas en la planta debido a que es el primer síntoma de la enfermedad, finalmente encontramos la necrosis donde se ve afectada la parte vegetativa. Pueden desarrollarse varias generaciones durante una temporada, durante la cual el patógeno se reproduce asexualmente (esporas) y causa infecciones posteriores. Las esporas son esporas sexuales que pueden sobrevivir durante largos períodos entre estaciones. En el caso de la quinua, las oospora se transmiten a través del grano y el suelo, constituyendo así el principal foco de infección que inicia la progresión de la enfermedad. (Escobar 2022).

#### **2.1.6. Manejo integrado de la enfermedad**

Es importante realizar una selección específica y a su vez una desinfección en la semilla por lo cual a continuación según Risco (2023) el manejo de esta enfermedad se la realiza a través de los siguientes controles:

- **Control Cultural:** Para dicha enfermedad el cultivo de quinua es su principal hospedante; por lo cual es necesario realizar una temprana siembra para impedir enfermedades en la temporada de lluvias fuertes, es fundamental exterminar toda la maleza, realizar la siembra a una distancia determinada, rotación de cultivos y un adecuado drenaje.
- **Control Químico:** Se lo realiza a través de diversos fungicidas como:

Bupirimate, Metalaxil + Mancozeb, Asoxystrobin +Difeconazole, etc. Para Syngeta (2020) un fungicida que combate esta enfermedad es el Topas ® 100 EC fungicida sintético, que tiene propiedades preventivas y curativas, su aplicación se concentra en 30 a 60 minutos.

- **Control Biológico:** La *Trichoderma harzianum* utilizado en el cultivo de quinua interviene como un regulador biológico, inhibiendo el crecimiento de patógenos vegetales y apoyando a la nutrición de las plantas a través de la transformación biológica de la celulosa y lignina de la materia orgánica del suelo. Crece rápidamente en el suelo, cuidando las raíces y ocupando espacio a los patógenos mediante antagonismo.

#### **2.1.7. Factores Ambientales**

Los factores ambientales ayudan a la formación de la enfermedad llamada Mildiu:

Por lo cual es importante mencionar que las condiciones ambientales son la temperatura media de 24, 9 °C y humedad de 80, 4%, es decir, estos son los principales factores que crean condiciones para el crecimiento del mildiu. Las condiciones climáticas se manifiestan de muchas formas diferentes. Su origen la encontramos en los tejidos foliares y en el envés de las hojas, así como en la formación densa de esporas en las hojas. Formando así la necrosis y clorosis. Las semillas son la principal fuente de transmisión de la enfermedad, por lo que se deben evaluar las plantas para documentar el progreso. (Chávez et al. 2023).

#### **2.1.8. Generalidades del cultivo de Quinua**

La quinua es un cultivo perteneciente al género *Chenopodium* proveniente de América del Sur, se cultiva en la región andina, en países como Bolivia, Perú y Ecuador. Se cultivaba y consumía en estas zonas del continente sin embargo en la actualidad se ha extendido por todo el mundo, gracias a sus propiedades nutricionales. (Dining 2021).

La quinua es originaria de los Andes bolivianos, peruanos y ecuatorianos aproximadamente desde hace 5.000 años atrás. Este cultivo es uno de los principales en los pueblos andinos. Su alto contenido en proteínas permite que sea un alimento importante en el ser humano, su crecimiento y desarrollo lo puede realizar en extremas condiciones agroecológicas, teniendo como precipitación periódica de 250 mm, en 210 días de heladas al año, con suelos con bajo nutriente y materia orgánica. A pesar de estas condiciones, el cultivo de quinua crece. (Thompson 2018).

Para la FAO, en el año 2013 se declaró el año de la quinua (*Chenopodium* spp.), convirtiéndose en uno de los alimentos más solicitados por los sectores alrededor del mundo siendo así un reemplazo a la leche; gracias a su alto contenido en proteínas, con una excelente calidad y certificada con propiedades nutritivas para el ser humano.

#### 2.1.9. Descripción taxonómica

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>División:</b>	Magnoliofita
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Amaranthaceae
<b>Subfamilia:</b>	Chenopodioidee
<b>Género:</b>	Chenopodium
<b>Especie:</b>	Quinoa

---

**Nombre**      *Chenopodium*  
**científico:**    *quinoa*

---

(Carillo 2021).

### 2.1.10. Etapas Fenológicas

Las etapas de la quinua están formadas por dos etapas: Etapa Vegetativa (6 fases fenológicas) y la Etapa Reproductiva (7 fases).

#### **Etapa Vegetativa:**

- **Germinación de la semilla:** Da la aparición de la radícula, haciéndose visible aproximadamente en 24 horas después de que la semilla ha sido sembrada y humedecida.
- **Emergencia:** En el momento que los cotiledones de la plántula son perceptibles sobre la superficie del suelo se produce la emergencia.
- **Aparición de hojas verdaderas:** La planta desarrolla su primera hoja verdadera después de emerger con los cotiledones. La cual podemos observar en la imagen 6 de los anexos.
- **Cuatro hojas verdaderas:** La planta presenta cuatro hojas verdaderas mientras los cotiledones aún se conservan verdes.
- **Seis hojas verdaderas:** Se observan tres pares de hojas verdaderas abiertas totalmente, mientras las hojas primarias comienzan a amarillear y caer.
- **Ramificación:** Podemos observar en la planta el desarrollo de cuatro pares de hojas verdaderas que presentan hojas axilares hasta el tercer nudo y comienza a surgir la inflorescencia, la cual sigue protegida por las hojas.

#### **Etapa Reproductiva:**

- **Inicio de formación de panoja:** Se hace visible desde la punta de la planta y se notan hojas pequeñas que la cubren.
- **Formación de panoja:** Se distingue por la clara visibilidad de la inflorescencia



sobre las hojas, mostrando sus flores y los botones florales individuales en su interior.

- **Inicio de floración:** Es de color verde limón. Se identifica por la apertura de la flor hermafrodita en la punta, mostrando sus estambres separados y la presencia de anteras protegidas por el perigonio en los grupos florales.
- **Floración:** Cuando la inflorescencia está en un 50 %, es decir, las flores están abiertas, la planta comienza con el proceso de desprender las hojas más bajas.
- **Grano lechoso:** Los frutos expulsan un líquido lechoso al ser presionados
- **Grano pastoso:** Cuando los frutos son presionados, adquieren una consistencia pastosa y un color blanco.
- **Madurez fisiológica y madurez de cosecha:** El grano debe alcanzar un nivel de humedad del 14 al 16%, es ahí donde la planta empieza a marchitarse, volviéndose de color amarillenta y perdiendo sus hojas. (Montes-Rojas et al., 2018).

#### 2.1.11. Características morfológicas

La morfología se manifiesta de la siguiente manera:

- **PLANTA** Es una especie herbácea, anual y de dicotiledóneas, con una reproducción autógama y un crecimiento erguido. Su coloración puede variar desde verde hasta rojo, con tonos que van desde púrpura oscuro hasta amarillento, dependiendo de su genotipo y etapa fenológica.
- **TALLO** Es erguido y puede ser cilíndrico en la parte superior y angular en las ramificaciones, presentando colores que van desde el verde hasta el rojo, con o sin estrías, y puede consistir en un solo tallo o varias ramificaciones.
- **HOJA** Las hojas pueden variar desde su forma, longitudes dentro de una misma planta, es decir, son alternas, con láminas polimorfas y de consistencia ligeramente suculenta.
- **RAIZ** Estas plantas tienen un sistema radicular que es pivotante, fibroso y altamente ramificado.
- **FLORES** Son agrupadas en inflorescencias que pueden ser compactas o sueltas, con dos tipos de inflorescencias: glomeruladas y amarantiformes,

dependiendo de la inserción del glomérulo. Las flores carecen de pétalos y están agrupadas en glomérulos. Los glomérulos pueden contener flores perfectas o pistiladas, siendo las perfectas generalmente más distales que las pistiladas.

- **FRUTO** Es un aquenio con una sola semilla, de forma redonda o elipsoidal y de diversos colores, determinados por el perigonio que lo recubre. El pericarpio del fruto contiene saponina y está adherido a la semilla, que está envuelta por un episperma delgado. El embrión es susceptible al daño mecánico y está compuesto por cotiledones y un eje hipocotiloradicular, rodeado por un perisperma almidonoso y blanco, que constituye la mayor parte de la semilla. (Ciballero 2017).

#### **2.1.12. Condiciones climáticas**

Las condiciones climáticas en los cultivos de quinua deben ser las siguientes:

- **Temperatura:** Debe estar entre 7 a 17 °C
- **Precipitación:** Durante el ciclo 500 a 800 mm
- **Altitud:** 2400 a 3600 msnm
- **Suelos:** El suelo debe ser franco limoso, arenoso, profundo y de buen drenaje.
- **PH:** Entre 5,5 a 8,0
- **Zonas de producción:** Las zonas recomendadas para este cultivo son las provincias de la Sierra. (Murillo et al. 2023).

## 2.2. METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación, presentado como componente práctico, se desarrolló recopilando todo tipo de información, realizando investigaciones detalladas en muchos sitios web gratuitos, artículos de investigación en revistas científicas, tesis, fuentes y materiales bibliográficos disponibles en la plataforma digital.

Cabe señalar que toda la información obtenida se realizó mediante el análisis y síntesis con el único fin de establecer información específica relacionada a este proyecto. Con temática “Caracterización del Mildiu (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de Quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el Ecuador.” De acuerdo a las técnicas de investigación, el método que se utilizará en este trabajo es de carácter exploratorio y explicativa.

Es de naturaleza exploratoria ya que se centra en documentos existentes de los cuales se recopiló toda la información y el contenido del estudio de caso. Explicativa debido a que se describió en detalles las relaciones que existen entre las variables de investigación incluidas en el estudio.

### **2.3. RESULTADOS**

El crecimiento del mildiu en el cultivo de quinua induce a una numerosa reducción en el rendimiento, considerando el ataque puede inducir a que una planta se quede enana, provocando un bajo rendimiento que puede ser entre un treinta y tres hasta un cincuenta y ocho por ciento. Siendo la semilla un importante transmisor de esta enfermedad llegando a infectar a nuevos suelos en su siembra. (Infoagro 2022).

Los principales factores ambientales que provocan que aumente la enfermedad es la temperatura y la humedad, debido a que en climas lluviosos esta enfermedad toma fuerza y afecta directamente en el follaje de la planta. Otro de los factores importante para dicha enfermedad es el sembrar las semillas en exceso llevando así a que se formen grupos donde la enfermedad es mayor.

El control Cultural fue el más efectivo debido a que permite la realización de diversas prácticas agrícolas. Como lo es la rastra para la eliminación de malezas, la preparación del suelo, la distancia de siembra, el surcado, el raleo y el aporque; métodos que ayudan en la propagación de la enfermedad llamada mildiu. (Quintana 2021).

Las hojas se tornan de un color diferente, el envés de la hoja se torna de color gris es decir se convierte en la esporulación de patógenos. Al finalizar las lluvias lo primero que se puede notar en la planta son las hojas con manchas de necrosis. (Moreta 2022).

Es necesario tener control del terreno; debido a que si no se le da una adecuada preparación no tendrá una buena germinación ni una uniforme emergencia. A su vez permite que las plagas que están perennes en el suelo sean eliminadas. Esta preparación debe realizarse anticipadamente en un tiempo de 3 o 4 meses. Se debe empezar con labor de rotura, el rastrado y en el día que se realice la siembra el surcado.

Para la realización en la siembra del cultivo de quinua es fundamental utilizar 10 kg de la semilla por cada hectárea, realizando el procedimiento de siembra en línea continua, depositando la semilla en lo profundo o a los lados del surco. (Aspagro 2023).

Usar semilla desinfectada o aplicar fungicidas en las primeras hojas con manchas es fundamental en un tiempo de 15 días. Al aplicar productos químicos es necesario hacer uso del equipo adecuado, observando la etiqueta del producto, como su dosis.

#### **2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El mildiu es una enfermedad que inicia en las temporadas lluviosas cuando la humedad y temperatura es alta o la siembra es alta en densidades propagando la enfermedad. No obstante, es necesario conocer el origen de la semilla para así evitar que estén infectadas y dañen tanto el suelo como la producción. (Mayco et al. 2024).

Los factores ambientales son los ocasionadores de la propagación de esta enfermedad deformando las hojas y también los brotes nuevos de la planta, ocasionando así afecciones en los frutos y por ende la pudrición. (Hernández 2023).

El principal control para el cultivo de quinua es el cultural dado que si se realiza adecuadamente el manejo se eliminaría la presencia de malezas y si se desarrollan durante el crecimiento del cultivo se la puede controlar manualmente a través del surcado, el raleo aporta a la uniformidad de las plantas y el aporque al desarrollo adecuado de las raíces (Calla 2020).

El mildiu ocasiona manchas irregulares de color amarillento al pasar los días se vuelven de color marrón, es así donde se convierte en hojas con necrosis. En el envés de las hojas comienza a aparecer un moho de color blanco. Sus condiciones son sobre la temperatura y humedad. (Hernández 2023).

Tener un control en el terreno es importante, es necesario hacer un análisis del suelo y observar si carece de nutrientes, labrarlo para evitar futuras erosiones; el pH del suelo debe ser óptimo. (Angulo 2022).

El terreno debe ser a través de los surcos, el tener una buena condición de humedad favorecerá al cultivo. La semilla debe ser seleccionada y fresca. El realizar pruebas de germinación y un control adecuado reduce el ataque de plagas. Es fundamental llevar un registro de la siembra.

El sistema de siembra es el surco, que permite desmalezar el cultivo. Por lo cual se deben abrir los surcos a unos 10 cm de profundidad, dependiendo de la variedad puede ser una distancia de 60 a 80 cm. La siembra debe realizarse de manera continuo o en franjas (10 o 20 cm). Para evitar que la lluvia se lleve las semillas, la cinta debe hacerse en una capa fina (máximo 2 cm). (Iniap 2020).

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

Obteniendo los resultados podemos realizar las siguientes conclusiones:

- ✓ La enfermedad del mildiu en el cultivo de quinua puede tener un importante papel siendo la reducción de productividad la mayor amenaza para los agricultores pequeños, medianos y grandes. Conllevando a una pérdida media o total del producto que afecta directamente a la economía del País. Ecuador se ha convertido en importadores y exportadores de este producto. Por lo cual es necesario analizar y seleccionar las semillas sanas y adecuadas para la siembra.
- ✓ Los factores ambientales son una fuente fundamental al momento de la propagación del Mildiu, cuando se vaya a realizar la siembra se debe tener claro el nivel de temperatura y humedad debido a que si es relativamente alta ocasionaría graves daños al cultivo.

- ✓ En conclusión, el control cultural fue el más efectivo debido a que una correcta practica agrícola evitará la realización de microclimas en el cultivo evitando así la propagación con una efectividad del 75% del cultivo.
- ✓ Presenta síntomas en toda la planta, sin embargo, su principal ataque lo realiza en las hojas tornándola en colores amarillentos haciendo que la planta tenga enanismo o incluso llegue hasta la muerte conllevando así una baja producción.
- ✓ Un correcto manejo del terreno, permite tener una mejor preparación y una germinación adecuada. Por lo cual es fundamental llevar a cabo dicho control de esta manera se impide la propagación y eliminación de plaga, siendo el tiempo estimado de 3 a 4 meses de anticipación y una labor de rotura, rastrado y surcado.
- ✓ Se concluye que para la siembra de este cultivo debe considerarse la adecuada utilización de la semilla por hectárea llevando una siembra de manera continua y lineal, depositando a una cierta profundidad o a los costados de los surcos la semilla.
- ✓ En conclusión, las semillas deben ser elegidas adecuadamente y desinfectadas para que así no infecte el suelo y la enfermedad se propague, adicional, se puede utilizar fungicidas que ayudan a evitar esta enfermedad.

### **3.2. RECOMENDACIONES**

En base a las conclusiones anteriores, se realizan las siguientes recomendaciones:

- ✓ Se recomienda realizar charlas y capacitaciones a los productores para darles a conocer más a profundidad sobre la enfermedad del mildiu y como este afecta de manera significativa al cultivo de quinua. Y como evitamos que esta enfermedad se propague y afecte directamente a la economía.
- ✓ Los factores ambientales son una fuente fundamental al momento de la propagación del Mildiu, cuando se vaya a realizar la siembra se debe tener claro el nivel de temperatura y humedad debido a que si es relativamente alta ocasionaría graves daños al cultivo.

- ✓ Se recomienda realizar correctamente el método cultural debido a que favorece e incrementa el cultivo de quinua. La siembra se la debe realizar con una densidad de 10 a 12 kg por hectárea con una semilla certificada, un correcto raleo y el aporque se lo debe realizar cuando la planta haya alcanzado unos 15 cm de altura.
- ✓ Presenta síntomas en toda la planta, sin embargo, su principal ataque lo realiza en las hojas tornándola en colores amarillentos haciendo que la planta tenga enanismo o incluso llegue hasta la muerte conllevando así una baja producción.
- ✓ Para una correcta preparación de suelo es recomendable identificar el tipo de suelo donde se va a sembrar. Realizar una adecuada limpieza con anticipación lo cual evitará la propagación de la enfermedad. Realizando la labor de rotura, un correcto lastrado y el día de la siembra el surcado.
- ✓ Sembrando una correcta cantidad de plantas, es decir, no excediéndonos en la siembra permitirá tener una distancia adecuada respetando sus espacios y esto ayudará a la eliminación de los microclimas que se forman y conllevan a la aparición de las enfermedades.
- ✓ Se recomienda hacer uso de la selección detallada a la hora de escoger las semillas, elegir correctamente los fungicidas, corroborando su aplicación y dosis adecuada para combatir el mildiu en el cultivo de quinua.



## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, R; More-Yarleque, M; Rutte, R; Maldonado, E. 2020. Inductores de defensa en el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el cultivo de quinua: Detección, epidemiología, síntomas, características y control. (En línea). Revista Scielo. (11): 4. Disponible en [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000400555&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000400555&script=sci_arttext&tlng=pt).

Aspago 2023, Selección y nivelación del terreno para la siembra de quinua orgánica. Producción y exportación de quinua con impacto socioeconómico medioambiental positivo. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/primer-etapa-siembra-de-quinua-org%C3%A1nica-aspago>.

Chuquimarca Cuñas, JC. 2019. “Evaluación de la adaptación y rendimiento de diez líneas de quinua (*Chenopodium quinoa* w), en la parroquia Calpi cantón Riobamba provincia de Chimborazo”. Tesis Ing. Ciudad de Riobamba, Chimborazo, ESPOCH. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/10731/1/13T0874.pdf>

De la Riva, N 2016. Mildiu en Quinua; *Peronospora variabilis*. Plantwiseplus Knowledge Bank. En línea. Disponible en: <https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.20167800542#:~:text=El%20mildiu%20es%20La%20Principal,100%25%2C%20en%20variedades%20susceptibles>.

Dining, L 2021. Quinua; Que es y sus propiedades. Consultado el 30 de Octubre de 2021. Disponible en: <https://www.finedininglovers.com/es/noticia/quinua-origenes-propiedades-recetas>

Escobar Vaca, ES. 2022. Resistencia de 88 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa*), a mildiu (*Peronospora variabilis*), en invernadero y en campo,

en Cutuglaca. Tesis Ing. Ambato. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36538/1/Tesis-333%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-%20Escobar%20Vaca%20Erick%20Santiago.pdf>.

Estrada , R; Bobadilla, L; Neyra, E; Manotupa, M; Alvarez, A; Cespedes, E. 2022. *Evaluación morfoagronómica de 100 accesiones de quinua por su respuesta a mildiu rendimiento y contenido de saponina en Cusco*. Disponible en <http://ww.ucol.mx/revaia/pdf/2022/enero/4.pdf>.

Galdame,R 2021. Enfermedades del cultivo parasitaria del cultivo de quinua. Capítulo 6. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/3609/NR41938.pdf?sequence=11&isAllowed=y>

Hernández, J 2023. Mildiu: Que son y cómo combatirlos de forma efectiva: Mildiu. En línea: Disponible en: [Mildiu y Oídio: ¿Qué Son y Cómo Combatirlos de Forma Efectiva? - FitosanitariosWeb](#).

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias: Chenopodium quinoa. Iniap Ecuador. Disponible en: <https://tecnologia.iniap.gob.ec/quinua/>

Mariño Frias, V. 2021. Elaboración y validación de diagramas de severidad para el daño causado por mildiu (*peronospora variabilis*) en quinua (*chenopodium quinoa will.*). Tesis Ing. Ciudad de Riobamba, Chimborazo, ESPOCH. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15655/1/13T00937.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganaderia. 2022. Informes de rendimientos objetivos de la quinua. (En línea).Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/rendimientos-de-quinua-2022>.

Moreta Chasi, KD. 2022. Evaluación del efecto de la aplicación del ozono (O<sub>3</sub>) para el control del mildiú (*Peronospora variabilis*) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*) var. iniap tunkahuan, en Salcedo. Tesis Ing. Ciudad de Salcedo, Cotopaxi, UTC. Disponible en <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9217/1/PC-002331.pdf>.

Murillo, Á; Vega, L; Rodríguez, D; Yumisaca, F. 2023. Manual del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) en Ecuador. Manual de cultivo No. 130. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. Quito, Ecuador. 57 p.

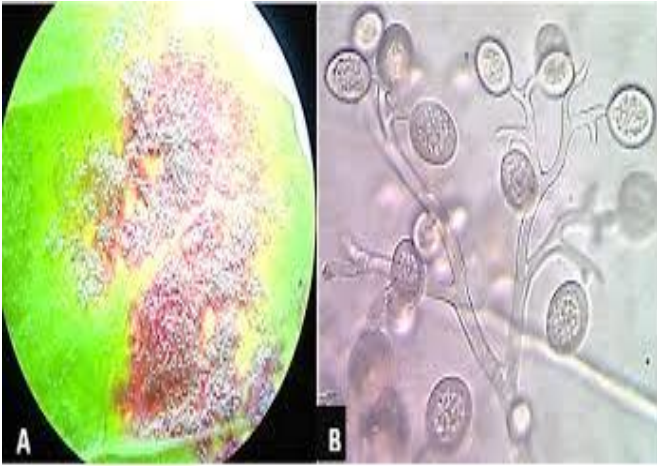
Raico Flores, LC. 2022. Evaluación de cinco fungicidas orgánicos para el control de mildiú (*Peronospora sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca. Tesis Ing. Cajamarca, Perú. 14 p. Disponible en <http://190.116.36.86/bitstream/handle/20.500.14074/5478/TESIS%20LUIS%20CARLOS%20RAICO%20FLORES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Risco, A. (2023). Severidad de *Peronospora variabilis* Gäum. en *Chenopodium quinoa Willd.* 'Pasankalla' como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes. En Tesis. [https://www.researchgate.net/publication/311973475\\_SEVERIDAD\\_DE\\_Peronospora\\_variabilis\\_GAUM\\_EN\\_Chenopodium\\_quinoa\\_WILLD\\_'PASANKALLA'\\_COMO\\_RESPUESTA\\_A\\_APLICACIONES\\_DE\\_FUNGICIDAS\\_SINTETICOS\\_Y\\_BIOESTIMULANTES](https://www.researchgate.net/publication/311973475_SEVERIDAD_DE_Peronospora_variabilis_GAUM_EN_Chenopodium_quinoa_WILLD_'PASANKALLA'_COMO_RESPUESTA_A_APLICACIONES_DE_FUNGICIDAS_SINTETICOS_Y_BIOESTIMULANTES)

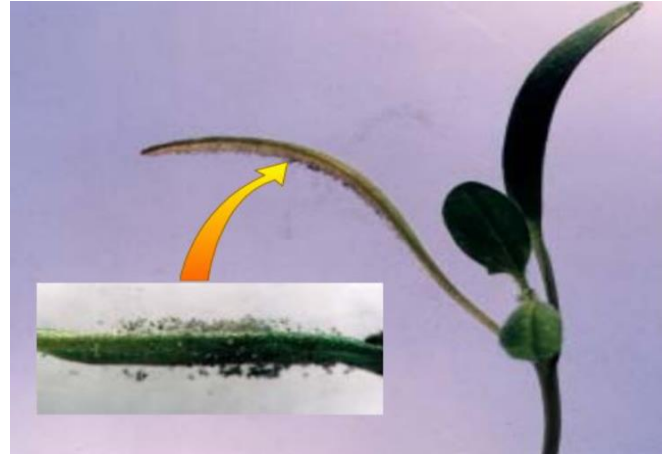
Senasa 2017. Senasa intensifica uso de controladores biológicos para enfrentar el Mildiú de la Quinoa. En línea. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-intensifica-el-uso-de-controladores-biologicos-para-enfrentar-el-mildiu-de-la-quinua/#:~:text=La%20Peronospora%20variabilis%20o%20m%C3%A1s,la%20muerte%20de%20la%20planta>

Torres, A. 2019. Mildiu de la quínoa. Ficha No.31. Instituto de investigaciones agropecuarias (INIAP LA CRUZ). Chorrillo. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/67099/Ficha%20T%C3%A9cnica%20INIA%20N%C2%B0%2030?sequence=1&isAllowed=y>.

## ANEXOS



*Imagen 1. Identificación de esporangios del mildiu*



*Imagen 2. Infección primaria de mildiu observada como esporulación abundante en hojas cotiledones de quinua.*



*Imagen 3. Mildiu en el cultivo de quinua*



*Imagen 4. Método químico para controlar el mildiu*



*Imagen 5. Método cultural en el cultivo de quinua*



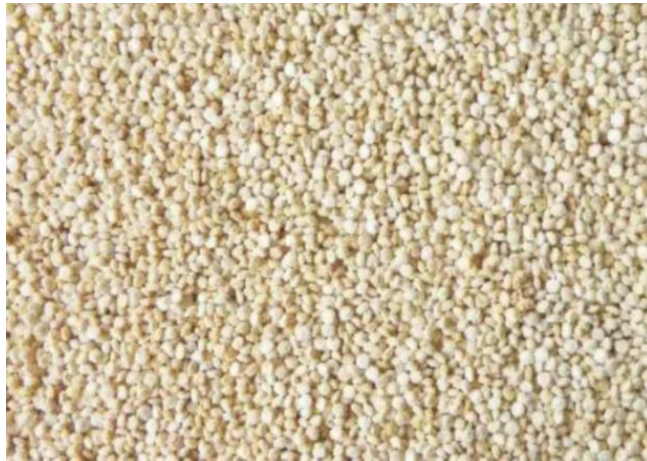
*Imagen 6. Etapa Fenológica. Dos hojas verdaderas*



*Imagen 7. Sintomatología de la planta*



*Imagen 8. Defoliación causada por el mildiu*



*Imagen 9. Semilla de calidad en la quinua*