

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**Oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en
semillas de *Chenopodium quinoa* Willd.
“quinua”, Ayacucho 2023.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
BIÓLOGO, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

Bach. CHUCHON DIPAZ, SIMEON

ASESORA:

Mg. HUAMAN DE LA CRUZ, Ruth Elsa

AYACUCHO - PERÚ

2023

A mi madre, y hermanos por darme fuerza y motivación.

Con mucha nostalgia a mi padre, siempre estarás en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Mater, por acogerme en sus aulas y donde me inculcaron los valores y el conocimiento para mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Biológicas, a la Escuela Profesional de Biología y a los docentes que contribuyeron en mi aprendizaje y orientación universitaria.

A la Blga. Ruth Elsa Huamán De La Cruz por su apoyo valioso en el asesoramiento del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Internacionales	3
2.1.2. Nacionales	4
2.1.3. Locales	5
2.2. Marco conceptual	6
2.2.1. Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	6
2.2.2. Semilla de la quinoa	6
2.2.3. Mildiu de la quinoa	6
2.2.4. Oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum.	6
2.3. Fundamento teórico	6
2.3.1. La quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.)	6
2.3.2. Clasificación taxonómica de la quinoa	6
2.3.3. Fenología de la quinoa	7
2.3.4. Descripción botánica de la quinoa	7
2.3.5. Valor nutricional del grano de la quinoa	10
2.3.6. Mildiu de la quinoa	10
2.3.7. <i>Peronospora variabilis</i> Gaum	11
2.3.8. Taxonomía y sistemática de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum	11
2.3.9. Oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum	11
2.3.10. Morfología de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum	11
2.3.11. Ciclo de vida de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum	12
2.3.12. Epidemiología de la enfermedad del mildiu	13
2.3.13. Síntomas de la planta de quinoa con mildiu	13
2.3.14. Control del mildiu	14

2.4.	Marco legal	14
III.	MATERIALES Y METODOS	17
3.1.	Ubicación de la zona de estudio	17
3.1.1.	Ubicación política	17
3.1.2.	Ubicación geográfica (Coordenadas UTM)	17
3.2.	Unidad de análisis	18
3.3.	Metodología y recolección de datos	18
3.3.1.	Recolección de datos	18
3.3.2.	Muestreo	18
3.3.3.	Transporte de la muestra	18
3.3.4.	Detección de oosporas de <i>P. variabilis</i> Gaum. en semillas de quinua	19
3.3.5.	Determinación de la incidencia del mildiu en condiciones de vivero	19
3.4.	Tipo de investigación	20
3.5.	Análisis estadístico de datos	21
IV.	RESULTADOS	23
V.	DISCUSIÓN	29
VI.	CONCLUSIONES	35
VII.	RECOMENDACIONES	37
VIII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Valores nutricionales y aminoácidos en la quinua (100g).	10
Tabla 2. Ubicación geográfica de zonas de estudio.	17

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Fenología de la quinua.	7
Figura 2. Forma de inflorescencia a. glomerulada b. amarantiforme.	8
Figura 3. Semilla de la quinua (izquierda) y con corte sección media longitudinal (derecha).	9
Figura 4. Ciclo del mildiu de la quinua.	12
Figura 5. Mapa de ubicación de Centros Poblados, del distrito de Los Morochucos.	18
Figura 6. Número de oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum. por kilogramo de semilla de quinua, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.	25
Figura 7. Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.	26
Figura 8. Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas con fungicida según Centros Poblados del Distrito de Los Morochucos.	27
Figura 9. Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas con y sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.	28

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Análisis de varianza de la incidencia promedio de la enfermedad del mildiu en plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” sembradas con semillas sin fungicida, según Centros Poblados de distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023.	45
Anexo 2. Análisis de varianza de la incidencia promedio de la enfermedad del mildiu en plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” sembradas con semillas con fungicida, según Centros Poblados de distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023.	46
Anexo 3. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”, con semillas sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, utilizando el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.	47
Anexo 4. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”, sembradas con semillas desinfectadas con fungicida, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, utilizando el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.	48
Anexo 5. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” sembradas con semillas sin fungicida y con fungicida, utilizando la prueba t-Student con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.	49
Anexo 6. Tamizado, pesado y esterilización de suelo, realizado en el vivero de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH (A: tamizado de suelo, B: pesado de suelo de un 1kg, C: esterilización de suelo en autoclave).	50
Anexo 7. Muestras de semilla de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos (A: semilla sin fungicida, B: semillas con fungicida Vitavax-300).	51
Anexo 8. Sembrado de semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” en el vivero de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH	52

(A: llenado de suelo esterilizado en bolsas de polietileno, B: sembrado de semillas sin fungicida, C: sembrado de semillas con fungicida Vitavax-300).

Anexo 9	Conteo de plántulas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” (A, B, C: plántulas de quinua, D: plántulas libres de mildiu, E: plántulas con mildiu).	53
Anexo 10.	Proceso de observación de esporangióforos y esporangios en el laboratorio de microbiología ambiental (A: hoja de quinua con síntomas del mildiu, B y C: observación en el estereoscopio, D: raspado de la hoja, E: observación microscópica, F: esporangióforos y esporangios de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum.).	54
Anexo 11.	Proceso de conteo de oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum. en semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”	55
Anexo 12.	Matriz de consistencia.	56

RESUMEN

La enfermedad del mildiu de la quinua causado por *Peronospora variabilis* Gaum es causante de grandes pérdidas a nivel de la producción. En la investigación se planteó como objetivo describir la detección de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", utilizando dos tipos de métodos: detección directa e indirecta, la evaluación de la incidencia se realizó en condiciones de vivero, así como la detección de oosporas en el laboratorio de microbiología ambiental de la Facultad de Ciencias Biológicas. El tipo de investigación usado fue descriptiva, la unidad de análisis fueron semillas recolectadas en cinco Centros Poblados del distrito de Los Morochucos. Para la evaluación de la incidencia se sembraron 50 semillas sin fungicida en bolsas de polietileno, en suelo esterilizado, del mismo modo se sembraron 50 semillas con fungicida, en condiciones de vivero hasta los 37 días con tres repeticiones cada uno según Centro Poblado. Para la detección de oosporas en la superficie de la semilla se empleó el método directo, adicionalmente se realizó cuantificación de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum por kg de semilla. Los resultados indicaron que, en todas las muestras de semillas de quinua se detectaron oosporas de *P. variabilis* Gaum donde el Centro Poblado de San Carlos de Juscaymarca presentó mayor número con 9720 y el Centro Poblado de Chalco presentó menor número con 3600 oosporas/kg de semilla. Se estimaron la incidencia, donde se realizaron análisis de varianza y comparaciones de medias de Tukey ($\alpha=0,05$) siendo las plántulas sembradas sin fungicida con mayor incidencia (28,3%) y con menor incidencia las plántulas con fungicida (15,9%). Se concluye que todas las muestras de semillas de quinua son portadores de oosporas de *P. variabilis* Gaum por lo tanto, son fuente de inóculo para la enfermedad del mildiu. Como también la incidencia de la enfermedad del mildiu disminuye con el uso de fungicida en comparación con semillas sin fungicida.

Palabras clave: *Peronospora variabilis* Gaum, oosporas, mildiu, *Chenopodium quinoa* Willd, incidencia

I. INTRODUCCIÓN

Las oosporas de *Peronospora variables* Gaum. (fase resistente) se transmiten mediante semilla, suelo y restos de cosecha de campañas anteriores, como fuente de inóculo primario para el inicio de la enfermedad del mildiu, cabe indicar que las quinuas silvestres son fuentes de inóculo inicial en mayor o menor grado son susceptibles a la enfermedad, la enfermedad del mildiu es muy conocido, por ende estudiada a lo largo del tiempo, sin embargo, muchos aspectos de la enfermedad y de la interacción hospedante patógeno que todavía no son conocidos y requieren ser investigados como estudios sobre la formación, germinación y sobrevivencia de oosporas lo que permitirá entender cómo influyen estos factores en el proceso de patogénesis. (Danielsen & Ames, 2014)

En la quinua, la enfermedad que causa daños considerables es el mildiu causado por el patógeno *Peronospora variabilis* Gaum. Que afecta en los diversos pisos ecológicos donde crece este cultivo, los mayores daños de la enfermedad se presentan en las hojas afectando negativamente en el desarrollo de la planta, rendimiento y calidad del cultivo; la enfermedad provoca enanismo y la defoliación prematura. En las fases fenológicas más críticas, en caso ocurra ataque severo del mildiu puede provocar la pérdida total en caso de variedades susceptibles. (Gómez & Aguilar, 2016)

El mildiú se considera un factor limitante en la quinua, provocando pérdidas económicas en los cultivos de variedades susceptibles, pudiendo reducir los rendimientos entre un 30-60% incluso en los cultivos y variedades más resistentes que existen. En condiciones favorables para el hongo, puede provocar pérdidas catastróficas en las cosechas de hasta el 100%. La enfermedad se ve afectada por la temperatura (temperaturas máximas alrededor de 23°C) y a humedad relativa (superior al 90%) y puede transmitirse a través de semillas. Este patógeno reduce el área fotosintética mediante el desarrollo de manchas y lesiones

blanqueadas. Las hojas se vuelven necróticas, lo que provoca una defoliación prematura. (Matus, 2015)

La quinua es considerada como un pseudocereal o pseudogranos, contiene 20 tipos de aminoácidos (incluidos 10 tipos de aminoácidos esenciales) además de un 40% más de lisina que la propia leche, por lo que es altamente nutritiva y aporta una alta calidad para el organismo de proteínas. El más completo de todo tipo de cereales. Perú lleva cinco años consecutivos siendo el primer exportador de quinua al mundo, siendo Estados Unidos el principal comprador. Las principales regiones productoras del Perú son Puno, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Arequipa. La distribución mundial por parte de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) ha destacado sus beneficios nutricionales y su mayor consumo. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2020)

Es muy importante que el público adquiera semillas certificadas o autorizadas de variedades seleccionadas que cumplan con las características como el uso de semillas sanas y libres de enfermedades, evitar el uso de semillas viejas, obtener semillas de campos libres de esta enfermedad o uso de semillas desinfectadas. Si los agricultores quieren utilizar sus propias semillas, deben seleccionar parcelas donde los cultivos de cereales garanticen la calidad de las semillas y estén libres de infestaciones de mildiu polvoriento. El uso de fungicidas para controlar el mildiu puede provocar fitotoxicidad y dejar residuos tóxicos en los granos y ello limita la comercialización. (Gómez & Aguilar, 2016)

Objetivo general

Describir la detección de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", Ayacucho 2023.

Objetivos específicos

1. Detectar oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua"
2. Detectar de forma indirecta oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" en condiciones de vivero.
3. Estimar la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd, "quinua" en condiciones de vivero.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

El-Assiuty et al. (2019), en su investigación titulada “Histological and molecular detections of *Peronospora variabilis* Gaum oospores in seeds of Quinoa (*Chenopodium quinoa* L.)”. En Cairo- Egipto, utilizó dos tipos de métodos para la detección de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. detección anatómica y detección molecular. Se detectaron histológicamente en el perianto, pericarpio, testa, perispermo y los cotiledones del embrión de semilla de quinua. Las detecciones histológicas de oosporas fueron confirmadas por la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) utilizando ADN extraído del perianto y todas las partes de la semilla. Finalmente, el porcentaje de oosporas en muestras de semillas examinadas fue alta en el perianto (90%) cubierta de semilla (87%), el porcentaje más bajo se encontraron en el embrión (3%) y el perispermo (2%).

Testen et al. (2014), en su investigación titulada “Molecular detection of *Peronospora variabilis* in Quinoa Seed and Phylogeny of the Quinoa Downy Mildew Pathogen in South America and the United States”. Desarrolló un método de detección basado en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) para detectar *Peronospora variabilis* transmitidas por semillas y se utilizó un método basado en secuenciación para validar el método basado en PCR. Para ello se utilizaron 5 gramos de semilla de quinua. Finalmente, los resultados demostraron que, *Peronospora variabilis* se detectó en 31 de 33 lotes de semillas de quinua utilizando el método basado en PCR y en 32 de 33 lotes de semillas de quinua utilizando el método basado en secuenciación. En conclusión, el método de detección en semillas basado en PCR permite el desarrollo de semillas de quinua libres de *Peronospora variabilis*.

2.1.2. Nacionales

Aguilar et al. (2020), en su investigación titulada “Inductores de defensa en el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el cultivo de la quinua: Detección, epidemiología, síntomas, características y control”. En Trujillo, tuvo como objetivo detectar el inóculo primario, para ello empleo la metodología de detección directa. La población estuvo compuesta por 15 muestras de semillas de diferentes variedades y de diferente procedencia, para detectar oosporas. Finalmente, los resultados demostraron que, se observó la presencia de oosporas de *Peronospora variabilis* en las 15 muestras analizadas. En conclusión, se demostró que las semillas de la quinua son fuente del inóculo primario de *Peronospora variabilis* Gaum.

More (2016), en su trabajo de investigación titulada “Detección de inóculo primario, sintomatología y control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* L.) en Piura”. tuvo como objetivo la detección del hongo del mildiu en diferentes variedades de quinua de diferentes procedencia. para la detección de oosporas se empleó la metodología detección directa de 15 muestras de semilla de quinua de diferentes variedades y procedencia. Finalmente, los resultados demostraron la cuantificación del número de oosporas en 100 semillas de quinua de los tratamientos en estudio. En conclusión, en todas las semillas de las variedades analizadas se detectaron oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum., confirmándose que las semillas se comportan como fuentes de inóculo primario del mildiú.

Calixtro (2017), en su trabajo de investigación titulada “Respuesta de 100 accesiones de quinua a la infección natural de mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el valle del Mantaro”, tuvo como objetivo:

Evaluar la respuesta de 100 accesiones de quinua al mildiu bajo condiciones de infección natural. Para la evaluación de oosporas de mildiu se seleccionaron 30 accesiones al azar representativas de los grados de severidad, se realizó un estimado del número de oosporas de mildiu por kg de semilla, los resultados demostraron que el contenido de oosporas varió desde 1500 a 45000 oosporas/kg de semilla. En conclusión, en el primer grupo moderadamente susceptibles se observó un rango de 1500 a 7500 oosporas/kg de semillas y en el segundo grupo muy susceptible, el rango fue de 12000 a 45000 oosporas/kilogramo de semillas. (p.12)

Risco (2014), en su trabajo de investigación titulada “Severidad de *Peronospora variabilis* Gaum. En *Chenopodium quinoa* Willd. Pasankalla como

respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes”. En Lima, tuvo como objetivo:

Determinar el efecto de las aplicaciones foliares de productos con acción fungicida en el progreso del mildiu en quinua variedad Pasankalla. La cuantificación de número de oosporas/kg de semilla, se empleó un método combinado y modificado de Danielsen (2008). Finalmente, los resultados demostraron que el número de oosporas sobre el pericarpio de semilla Pasankalla se registró en los tratamientos metalaxyl y FP+A (3500 oosporas /kg), mientras que el testigo obtuvo el mayor número con 17500 oosporas/kg. En conclusión, el número de oosporas sobre el pericarpio se redujo con la aplicación de los tratamientos metalaxyl 35%, fosfito potasio 70% más fermentados de sólidos solubles, Lactobacillus y fosfito de potasio 70% que mostraron los valores más bajos y el testigo absoluto superó al resto de los tratamientos.

Simon (2016), en su trabajo de investigación titulada “Efecto de cuatro fungicidas en el control del mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), variedad Rosada Junín en Umari, Pachitea”. En Huánuco, Tuvo como objetivo evaluar el efecto de cuatro fungicidas en el control del mildiu. La población homogénea constituida por 2700 plantas de quinua sembradas a 15cm, de distancia como la unidad experimental, donde se aplicó los fungicidas y para la incidencia se contó la cantidad de plantas enfermas con mildiu. Finalmente, los resultados demostraron diferencias estadísticas en cuanto al control del mildiu, con los 4 fungicidas disminuyó la incidencia, mientras en el testigo la incidencia fue alto debido a que el patógeno no estaba siendo controlado adecuadamente con fungicidas.

2.1.3. Locales

Bautista (2020), en su investigación titulada “Regulación de *Peronospora variabilis* con ecofungicidas en *Chenopodium quinoa* Willd., bajo sistema de labranza de conservación. Ayacucho, 2020”. Tuvo como objetivo determinar el extracto de *Allium sativum*, *Equisetum arvense*, y *Chenopodium ambrosoides* en el manejo de mildiu, se utilizó dos variedades de quinua: Blanca Junín y Pasankalla y dosis de extracto de plantas biocidas, la aplicación de los extractos de plantas se realizó en forma preventiva. Finalmente, los resultados en la variedad Blanca Junín sin aplicación de extractos reportó 90,69% de incidencia y con la aplicación de los extractos no mostró diferencia significativa en la incidencia,

como también en la variedad Pasankalla reportó 82,65% sin aplicación del extracto, mientras con la aplicación del extracto no hubo diferencia significativa en la incidencia entre ellos. Donde la incidencia más baja se reportó con la aplicación de metalaxyl con 70,36%.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

“La quinoa es una planta herbácea anual, dicotiledónea de amplia dispersión geográfica, con características peculiares en su morfología, coloración y comportamiento en diferentes zonas agroecológicas donde se cultiva” (Apaza et al., 2013).

2.2.2. Semilla de la quinoa

“Constituye el fruto maduro sin el perigonio, es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal” (Apaza et al., 2013).

2.2.3. Mildiu de la quinoa

“Es la enfermedad causada por el oomycete *Peronospora variabilis* Gaum. que afecta principalmente al follaje, se hace evidente inicialmente como puntitos cloróticos visibles en la cara superior de las hojas” (Angel & Toykin, 2015).

2.2.4. Oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum.

“Las oosporas son estructuras de reproducción sexual que pueden sobrevivir períodos largos entre cultivos” (Danielsen & Ames, 2014).

2.3. Fundamento teórico

2.3.1. La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Planta herbácea perteneciente a la familia Chenopodiaceae, dependiendo del genotipo y las condiciones ambientales alcanza una altura de 0,5 a 3,0 metros, con tallo recto o ramificado. Las semillas contienen el mayor valor nutricional y son granulos pequeños que vienen en una variedad de colores, que incluyen blanco, marrón, amarillo, rosa, gris, rojo y negro. Dependiendo del ecotipo, variedad, densidad de siembra y condiciones ambientales de crecimiento, el tallo principal puede ramificarse o no. La zona cerca de las raíces es circular, a medida que se acercan a la altura de las ramas y hojas son de forma angular. (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2015)

2.3.2. Clasificación taxonómica de la quinoa

Clasificación taxonómica de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinoa”

Reino : Vegetal

División : Fanerógamas

Clase : Dicotiledoneas
 Sub clase : Angiospermas
 Orden : Centrospermales
 Familia : Chenopodiaceae
 Género : Chenopodium
 Especie : *Chenopodium quinoa willdenow.*

Fuente: Repositorio INIA (Apaza et al., 2013)

2.3.3. Fenología de la quinua

Figura 1

Fenología de la quinua



Fuente: Repositorio INIA (Apaza et al., 2013)

2.3.4. Descripción botánica de la quinua

a) La raíz

Las raíces de la quinua son de tipo pivotante de la que emergen numerosas raíces laterales muy ramificadas. Las raíces miden de 0,8 a 1,5 metros de largo y su desarrollo y crecimiento están determinados, entre otras cosas, por el genotipo, el tipo de suelo, la nutrición y la humedad. (Gómez & Aguilar, 2016)

b) El tallo

El tallo en la unión con el cuello de la raíz es cilíndrico, y las partes donde emergen las hojas y ramas a medida que se alejan del suelo se vuelven angulares y el color cambia de verde a rojo. La corteza es dura y densa y las hojas compuestas. Hecho de tela duradera. Cuando los tallos son jóvenes, se vuelven leñosos. A medida que el tallo madura, la médula se vuelve blanda. La pulpa es esponjosa y seca. Al cosecharse, las hojas se caen y el tallo queda hueco o vacío. (Gómez & Aguilar, 2016)

c) Las hojas

Las hojas son alternas y constan de un pecíolo y un limbo. Los pecíolos son largos y delgados, con crestas en la parte superior y varían en longitud incluso dentro de la misma planta. Las láminas de las hojas de una misma planta tienen

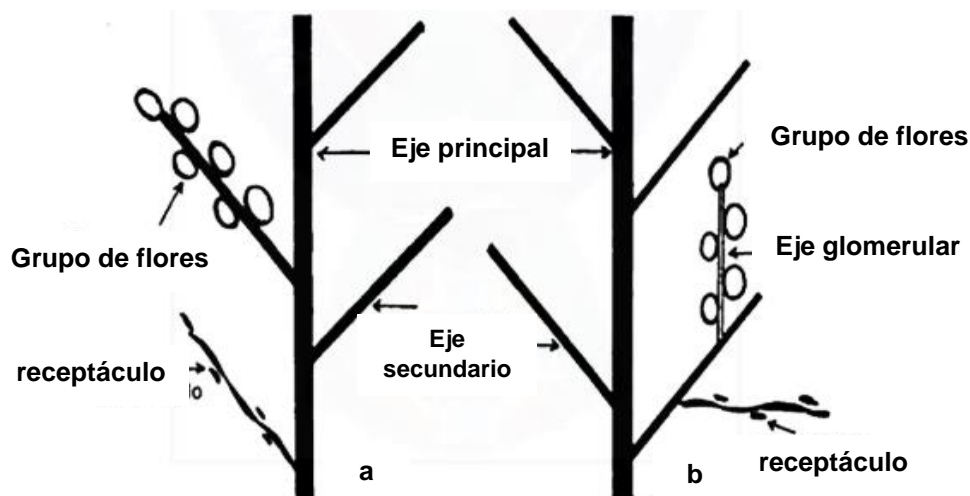
formas de rombo, triangulares o lanceoladas, planas u onduladas, más bien gruesas, carnosas y delicadas, recubiertas tanto en el haz como en el envés de cristales de oxalato de calcio de color rojo, violeta o cristalino dicho. Color El color de las hojas es muy diverso, con tonalidades que van del verde al rojo. (Apaza et al., 2013)

d) La inflorescencia

Es una panícula típica formada por un eje central y ramas y tallos secundarios y terciarios que sostienen un glomérulo (grupo de flores). El eje largo se desarrolla más que el eje corto y puede ser laxo (articulado) o compacto (glomerular). La longitud de la panícula depende del genotipo, tipo de quinua, lugar de crecimiento de la quinua y condiciones de fertilidad del suelo. La longitud alcanza los 30-80 cm y el diámetro 5-30 cm. El número de glomérulos por panícula es de 80 a 120, el número de semillas por panícula es de 100 a 3000 y se encuentran panículas grandes que pueden producir hasta 500 gramos de semillas por inflorescencia. (Apaza et al., 2013)

Figura 2

Forma de inflorescencia a. glomerulada b. amarantiforme



Fuente: Tesis (Tenorio, 2011).

e) Las flores

Gómez y Aguilar (2016) en la guía de cultivo de la quinua, con respecto a la morfología de la quinua menciona que:

Las flores son sésiles o pecioladas y agrupadas en glomérulos. La posición del glomérulo dentro de la inflorescencia y la posición de la flor dentro del glomérulo determinan el tamaño y la cantidad de granos y frutos. Es una planta monoica porque una misma planta tiene dos tipos de flores: flores hermafroditas y flores pistiladas. Las flores hermafroditas se encuentran

en la punta del glómulo y son más grandes que las flores pistiladas, con un diámetro de 3 a 5 mm. Tiene un ovario superior con cinco tépalos, cinco anteras y dos o tres ramas estigmáticas, y las flores pistiladas se ubican alrededor y debajo de las flores hermafroditas. Constan de cinco tépalos, un ovario superior y dos o tres ramas estigmáticas, con un diámetro de 2 a 3 mm. (p. 9)

f) El fruto

Gómez y Aguilar (2016) en la guía de cultivo de la quinua, con respecto a la morfología de la quinua menciona que:

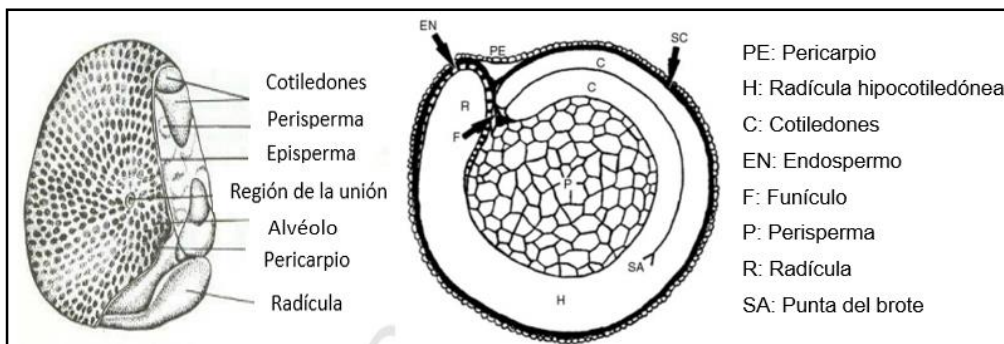
El fruto es un aquenio de forma lenticular, ovalada, cónica o esférica cubierto por un perigonia o perianto sepaloide que rodea el fruto y se despega fácilmente cuando está maduro. El fruto se compone de pericarpio (capa del fruto) y semillas. El pericarpio está adherido a la capa de semillas y el grado de adhesión varía. La superficie contiene alvéolos y saponinas, que dan al grano un sabor amargo. El fruto alcanza un diámetro de 1,5 a 3 mm. (p. 10)

g) La semilla

Constituye un fruto maduro sin pericarpio y tiene forma lenticular, elipsoidal, cónica o esférica y tiene tres partes claramente definidas. El epispermo es la capa que recubre la semilla y está adherida al pericarpio. Contiene saponinas, que dan a los cereales su sabor amargo. El embrión consta de dos cotiledones y una radícula, ocupa el 30% del volumen total de la semilla, rodea la semilla como un anillo con una curvatura de 320° y es de color amarillo. El germen es el principal tejido de almacenamiento, está compuesto principalmente por gránulos de almidón, es de color blanquecino y ocupa prácticamente el 60% de la superficie de la semilla. (Apaza et al, 2013)

Figura 3

Semilla de la quinua (izquierda) y con corte sección media longitudinal (derecha)



Fuente: Tapia et al., (1979); Prego et al., (1988) citado por (Vargas, 2014)

2.3.5. Valor nutricional del grano de la quinua

La quinua es un seudocereal o seudograno, que es usado en la alimentación humana por su alto valor nutricional al contener 20 aminoácidos (incluyendo los 10 esenciales) y cuenta con 40 % más de lisina que la leche misma por lo que es capaz de proveer de proteína de alta calidad al organismo lo que la convierte en la más completa entre los cereales. (Hernández, 2015)

Contiene proteínas y aminoácidos como metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina, contiene casi el doble de lisina que otros cereales y también es rico en vitaminas del grupo B, vitamina C, vitamina E, tiamina, riboflavina y potasio, como también contiene Fósforo y lisina en la proteína de quinua. No contiene gluten, es muy nutritivo y se considera un alimento medicinal. Este grano andino está catalogado como un alimento único y superalimento por organismos internacionales como la FAO y la OMS debido a su alto valor nutricional. (Fairlie, 2016)

Tabla 1

Valores nutricionales y aminoácidos en la quinua (100g)

Componente	Valor	Aminoácido	Valor
Humedad	10,2% a 12%	Arginina	7,4%
Proteínas	12,5% a 14%	Arginina	6,4%
Grasas	5.1% a 6,4%	Leucina	7,15
Carbohidratos	3,3% a 3,4%	Lisina	6,6%
Fibra	59,7% a 67,6%	Fenilalanina	3,5%
Fósforo	n.e	Tirosina	2,8%
Calcio	n.e	Treonina	4,8%
Caroteno (vitamina A)	n.e	Valina	4,0%
Riboflavina (vitamina B)	n.e	Metionina	2,4%
Niacina	n.e		
Vitamina C	n.e		

*n.e. = "no se especifican las proporciones para ciertos componentes".

Fuente: repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú (Fairlie, 2016).

2.3.6. Mildiu de la quinua

"*Peronospora farinosa* posteriormente reconocida como, *Peronospora variabilis* Gaum. es la especie que causa la enfermedad de mildiú en quinua" (Choi et al. 2010). Y a través de "pruebas moleculares demostraron que todos los aislamientos bolivianos corresponden a *Peronospora variabilis* y reflejan una sola población" (Plata et al., 2013).

Esta es una enfermedad que afecta principalmente a las hojas y aparece inicialmente como manchas amarillas marchitas visibles en las hojas. La atrofia macular aumenta de tamaño y forma un área grande, irregular y atrófica que se observa primero como atrofia superior, luego como necrosis y luego como atrofia

al mismo tiempo. Se convierte en una pelusa gris formada por las estructuras esporuladas del patógeno. Al final de la temporada de lluvias solo se encuentran hojas con manchas necróticas, pero no se observa esporulación, característica del patógeno. (Angel & Toykin, 2015)

2.3.7. *Peronospora variabilis* Gaum

Peronospora variabilis Gaum. es un parásito biotrófico obligado del grupo Oomycota, Peronosporaceae, orden Peronosporales. Tiene dos métodos de reproducción. La etapa asexual se caracteriza por esporas ovoides que germinan directamente, las hifas son multicelulares y el micelio es bipartito. La reproducción sexual se caracteriza por la formación de oosporas (estructuras sexuales viables) en ausencia de un huésped. (Bazile et al., 2014)

El patógeno es heterotálico requiere dos tipos de apareamiento para formar la oospora, P1 y P2 (talos genéticamente distintos, pero sexualmente compatibles) para la formación de oogonios y anteridios. El oogonio crece a través del anteridio, lo que permite la fertilización y se convierte en una oospora (una estructura de paredes gruesas), si las condiciones son favorables la oospora germinará y hará que se formen esporas. (Bazile et al., 2014)

2.3.8. Taxonomía y sistemática de *Peronospora variabilis* Gaum

Clasificación según Choi et al. (2010), agente causal del mildiu.

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

Fuente: Tesis (Ramírez, 2020)

2.3.9. Oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum

Las oosporas (estructuras de paredes gruesas) son esporas sexuales que se desarrollan a partir de la fertilización de un gusano y una oogonia y pueden sobrevivir durante largos períodos entre cultivos. Al comienzo de la enfermedad, tienen un color transparente, pero la oospora madura se vuelve marrón dorada. Cuando se cultiva *Chenopodium quinoa* W., las oosporas se transmiten a través de las semillas y el suelo, así como a través del inóculo. (Danielsen & Ames, 2014)

2.3.10. Morfología de *Peronospora variabilis* Gaum

La estructura vegetativa del patógeno consta de "hifas que forman esporangióforos y esporangios, las hifas son cenocíticas (sin septos) y

multinucleadas, se desarrollan en los espacios intercelulares de las hojas hospedantes y proyectan haustorios que funcionan como órganos de absorción dentro de las células” (Danielsen & Ames, 2014).

El patógeno ataca principalmente la hoja formando los esporangióforos en el envés de las hojas, los esporangióforos son arborescentes, dicotómicamente ramificado y terminan en 2-3 puntas flexibles dispuestos en ángulo recto o agudo donde se ubican los esporangios, tienen un crecimiento definido y cuando alcanzan cierto tamaño forman los esporangios. (Danielsen & Ames, 2014)

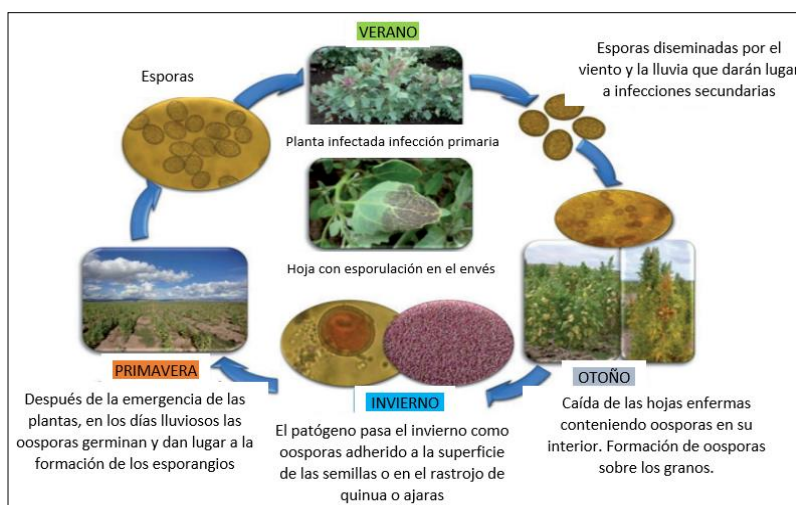
2.3.11. Ciclo de vida de *Peronospora variabilis* Gaum

El inóculo inicial son oosporas que puede estar presente en las semillas como también en restos de campañas anteriores. Las oosporas se activan, siempre y cuando las condiciones sean óptimas (humedad relativa > 80%), estimulando la germinación y la esporulación. Una vez que las esporas llegan a las hojas, forman tubos germinales, haustorios y apresorios que permiten que las esporas entren en las hojas. Después de 5 días se observa decoloración del tejido con esporulación. (Bazile et al., 2014)

Se considera un patógeno policíclico, ya que, durante el desarrollo de las plantas cultivadas, el proceso de infección es continuo y existen varias generaciones del patógeno, lo que corresponde a la reproducción asexual (solo se producen esporas). Una vez que la mancha comienza a necrosarse se produce la reproducción sexual, produciéndose ambos tipos de apareamiento y formándose oosporas, estructuras que almacenan el patógeno durante largos periodos en ausencia de un huésped. (Bazile et al., 2014)

Figura 4

Ciclo del mildiu de la quinua



Fuente: (Bazile et al., 2014)

2.3.12. Epidemiología de la enfermedad del mildiu

En cuanto a la epidemiología, se deben considerar tres pilares de la enfermedad: el patógeno *Peronospora variabilis gaum*; el hospedero (*Chenopodium quinoa* W.) y las condiciones ambientales favorables; para que el mildiu se active y propague se debe de haber las condiciones favorables como: humedad del aire (>80%) y bajas temperaturas. Estos son los requisitos básicos para que germinen las oósporas y las esporas. Cuando las condiciones ambientales favorables se mantienen durante un largo período de tiempo, las enfermedades pueden propagarse y propagarse de forma policíclica. (Bazile et al., 2014)

La propagación de las esporas se lleva a cabo principalmente mediante el viento, y la lluvia también ayuda a la propagación, cuando el agua de lluvia escurre por la planta como un proceso de lavado, esparciéndose así en la planta. El rocío de la mañana también facilita que los patógenos colonicen y se establezcan completamente dentro de las hojas, mientras que la alta humedad facilita el establecimiento de los patógenos, también cabe mencionar que si estas condiciones desaparecen, es decir la humedad bajan las esporas se deshidratan y el proceso de esporulación desaparece. (Bazile et al., 2014)

Las principales fuentes de inóculo son las oosporas que puede estar presente en las semillas como también en restos de campañas anteriores. La fuente inicial de inóculo en la región de la sierra es la quinua silvestre, que son más susceptibles a la enfermedad. El momento de la siembra también puede afectar la aparición de enfermedades. En zonas donde se esperan las primeras lluvias en el momento de la siembra, se promueve la germinación de la quinua silvestre al mismo tiempo que la de la quinua cultivada, lo que hace que sea más probable que se produzca la enfermedad en las primeras etapas del periodo vegetativo. (Bazile et al., 2014)

2.3.13. Síntomas de la planta de quinua con mildiu

De acuerdo con Danielsen y Ames (2014) en su libro titulado "El mildiu de la quinua en la zona andina" menciona que:

El mildiu afecta principalmente al follaje de la planta, se hace evidente inicialmente como ligeros puntitos cloróticos visibles en la cara superior de las hojas, los puntos cloróticos crecen y forman áreas cloróticas grandes e irregulares que inicialmente se observan como clorosis en la cara superior y luego como necrosis. Simultáneamente, la zona clorótica en la cara

inferior de la hoja se recubre de un afelpamiento de color gris violeta constituido por las estructuras esporulativas del patógeno, generalmente al final de la época lluviosa sólo se encuentra hojas con manchas necróticas, pero no se observa la esporulación característica del patógeno en actividad. (p. 7)

Danielsen y Ames (2014) también resaltan que los síntomas de la quinua varían de acuerdo a las variedades, pisos ecológicos y condiciones climáticas donde se cultiven donde indican que:

La reacción de la planta ante el ataque de *P. variabilis* Gaum. la expresión de los síntomas es influenciada por el genotipo de la planta, por el genotipo del patógeno y por las condiciones del medio ambiente. Así en los cultivares resistentes puede haber una reacción de hipersensibilidad en cuyo caso sólo se observan pequeñas manchas similares a las causadas por picadura de insectos, en los cultivares más susceptibles la mancha se agranda sucesivamente tomando una coloración amarillenta, rojiza o marrón, dependiendo del pigmento que predomina en la planta. (p. 7)

“Un efecto conocido del mildiú polvoriento es la defoliación de las plantas. Cuanto antes se produzca la invasión, mayor será el grado de defoliación. En las semillas cosechadas se pueden ver a simple vista granos de color ligeramente oscuro” (Danielsen & Ames, 2014). Estos granos suelen contener oosporas en la célula de cubierta, pero el oscurecimiento también es causado por *Alternaria sp.* puede ser desencadenado. (Danielsen & Ames, 2014)

2.3.14. Control del mildiú

El control del mildiú en *Chenopodium quinoa* Will. se basa en el control cultural. Utilizar semillas sanas y libres de este hongo, utilizar semillas esterilizadas, rotar cultivos con cultivos libres de mildiú y evitar monocultivos, evitar campos con buenos sistemas de drenaje y eliminar la quinua silvestre. El control genético, especialmente en zonas donde existe un ambiente óptimo para el desarrollo de la quinua y donde la quinua se cultiva orgánicamente, hace que las variedades vegetales sean resistentes a esta enfermedad. (Gómez & Aguilar, 2016)

2.4. Marco legal

Esta Norma Técnica Peruana 011.458:2015 introduce Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo *Chenopodium quinoa* Willd. para garantizar la calidad e inocuidad de los granos destinados al consumo humano o para uso en la

industria agrícola. La BPA debe aplicarse de manera compatible con la agricultura sostenible, cuyo objetivo es "proteger la salud humana, proteger el medio ambiente y mejorar las condiciones de los productores (agricultores) y sus familias". BPA combina una amplia gama de prácticas y técnicas con énfasis en el manejo integrado de plagas y la conservación de recursos naturales.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en cinco Centros Poblados que se encuentran ubicadas en el distrito de Los Morochucos, provincia de Cangallo y departamento de Ayacucho.

3.1.1. Ubicación política

Región : Ayacucho

Provincia : Cangallo

Distrito : Los Morochucos

Centro Poblado : Hualchancca, Pacopata, Chalco
San Carlos de Juscaymarca,
San de Antonio de Cuchucancha,

3.1.2. Ubicación geográfica (Coordenadas UTM)

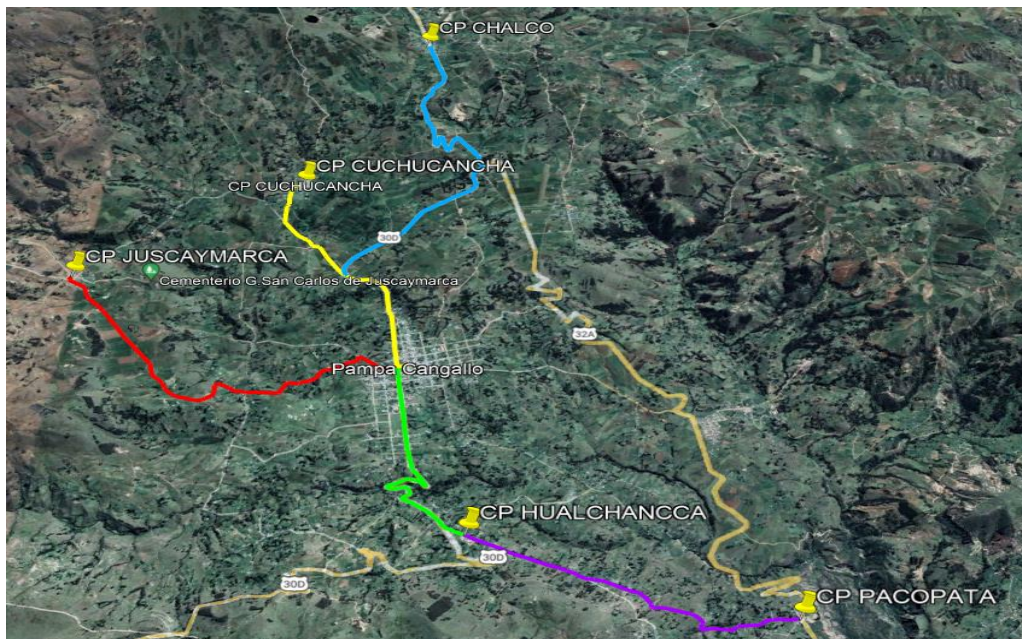
Tabla 2

Ubicación geográfica de zonas de estudio

Zonas	Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
Distrito de Los Morochucos	13° 33' 27"	74° 11' 44"	3346
Centro Poblado: Hualchancca	13° 34' 40"	74° 11' 21"	3299
Centro Poblado: Pacopata	13° 35' 09"	74° 09' 41"	3247
Centro Poblado: San Carlos de Juscaymarca	13° 32' 51"	74° 13' 41"	3454
Centro Poblado: San Antonio de Cuchucancha	13° 31' 57"	74° 12' 31"	3418
Centro Poblado: Chalco	13° 30' 36"	74° 11' 24"	3598
Laboratorio de microbiología ambiental	13° 08' 44"	74° 13' 15"	2790
Vivero de investigación	13° 08' 43"	74° 13' 15"	2790

Figura 5

Mapa de ubicación de Centros Poblados, del distrito de Los Morochucos



3.2. Unidad de análisis

La unidad de análisis en estudio tuvo como tamaño igual a 5 muestras de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, con un peso de un kilogramo cada una, procedente de 5 Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, donde se consideró tomar 3 gramos de semillas para la detección de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. y 50 unidades de semillas para la detección indirecta de oosporas de *P. variabilis* Gaum. en condiciones de vivero, así mismo estimar la incidencia según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos. Considerando las repeticiones de cada muestra de manera no probabilística.

3.3. Metodología y recolección de datos

3.3.1. Recolección de datos

Las semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” se recolectaron en los 5 Centros Poblados del Distrito de Los Morochucos.

3.3.2. Muestreo

Se ajustó a un muestreo monoetápico, se recolectó en una única etapa ubicando de manera determinista los 5 Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, siguiendo las recomendaciones de un muestreo no probabilístico por convivencia.

3.3.3. Transporte de la muestra

Para realizar el transporte de la muestra se empleó bolsas de polipropileno de 10 x 15 x 2 cm, luego se colocó la muestra de semilla de quinua, se rotuló las

muestras para así poder trasladarlo al laboratorio de microbiología ambiental donde se procedió a realizar los exámenes respectivos.

3.3.4. Detección de oosporas de *P. variabilis* Gaum. en semillas de quinua

- Se procedió a pesar 3g de semilla de quinua en una balanza analítica cada uno de las 5 muestras procedentes de los Centros Poblados.
- Las semillas una vez pesada se pusieron en matraces contenido en 30 ml de agua destilada, se dejó remojar durante una hora agitando cada 10 min por un tiempo de 3 min.
- Seguidamente se sacó 5 ml del remojado con una micropipeta y esta se pusieron en una centrifuga por 5 minutos a 2500 rpm.
- Luego se eliminó el sobrenadante y el sedimento se resuspendió con 6 gotas (5 gotas de agua destilada y 1 gota de safranina).
- Por último, se colocó 10 uL de resuspendido en una cámara de Neubauer y esta se llevó al microscopio con aumento de 40X donde se observó y se contó las oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. se realizaron tres repeticiones según Centro Poblado.
- Para la cuantificación del número de oosporas en un kg de semilla se obtuvo: “del producto del promedio del número de oosporas de las 3 observaciones (repeticiones) con el factor 1 (30 ml en que se remojó las semillas/5 ml que fue centrifugado), con el factor 2 (6 gotas resuspendidas/10 uL evaluadas para el conteo) y con 1000 para expresar en kg de semilla” (Risco, 2014).

$$\text{N}^\circ \text{ de oosporas/ kg de semilla} = \bar{x} \times F1 \times F2 \times 1000$$

Donde:

\bar{x} : (promedio de las tres repeticiones)

F1: (30 ml remojado la semilla/ 5 ml centrifugado) = 6

F2: (6 gotas resuspendidos/ 10 uL evaluados al microscopio) = 0,6

3.3.5. Determinación de la incidencia del mildiu en condiciones de vivero

Procedimiento:

a) Proceso de esterilización de suelo

Se tamizó el suelo, luego se pesó 1 kg en bolsas de polipropileno de 10 x 15 x 2 cm, seguidamente se llevó al área de esterilización donde se puso en una autoclave a una temperatura de 121 °C y 15 lb de presión por 30 min.

b) Proceso de desinfección de semillas de quinua con fungicida Vitavax-300

Las 5 muestras de semillas de quinua recolectadas de 1 kg, fueron separadas a 1/2 kg cada uno, seguidamente las 5 muestras de 1/2 kg se desinfectó con el

fungicida Vitavax-300, donde para un litro de agua se usó 5 gramos de Vitavax-300 y se roció las semillas de quinua.

c) Proceso de sembrado de semillas de quinua en el vivero

- El suelo esterilizado se colocó en bolsas de polietileno (bolsa de vivero) de 10 x 12 x 2 cm, un total de 30 bolsas con 2 kg de suelo esterilizado.
- Seguidamente se sembró 50 semillas de quinua sin fungicida en cada una de las 5 bolsas, según Centro Poblado con 3 repeticiones cada uno.
- Por último, en cada una de las 5 bolsas se sembró 50 semillas desinfectadas con el fungicida, según Centros Poblados, seguidamente cada bolsa sembrada se regó y se tapó con bolsas de polipropileno hasta su germinación, estas se observaron durante 37 días (fase fenológica de 6 hojas verdaderas).

d) Detección indirecta de oosporas en plántulas de quinua

- Después de la germinación de las semillas de quinua se observó cada 2 días hasta la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad del mildiu.
- Una vez aparecido la enfermedad o síntomas característicos de la enfermedad como la presencia de pequeños puntos amarillentos y manchas cloróticas en el envés y haz de las hojas, esta se retiró y se llevó al estereoscopio para la observación de síntomas característicos.
- Seguidamente se hizo un raspado con un bisturí la parte afecta de la hoja y se puso en una lámina porta objetos con una gota de colorante safranina.
- Finalmente se observó al microscopio con aumento de 40X presencia de esporangióforos y esporangios de *Peronospora variabilis* Gaum.
- El crecimiento de plantas con la enfermedad del mildiu hace referencia que las semillas de quinua son portadores de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum.

e) Cálculo de la incidencia de la enfermedad del mildiu

De las 50 plántulas de quinua de cada bolsa se contabilizó las plántulas enfermas y sanas.

$$\%I = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas enfermas}}{\text{total de plantas(sanas + enfermas)}} \times 100$$

3.4. Tipo de investigación

El tipo de investigación cuantitativo con diseño de investigación experimental; se describió la incidencia del mildiu en plántulas de quinua en condiciones de vivero y la cuantificación de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".

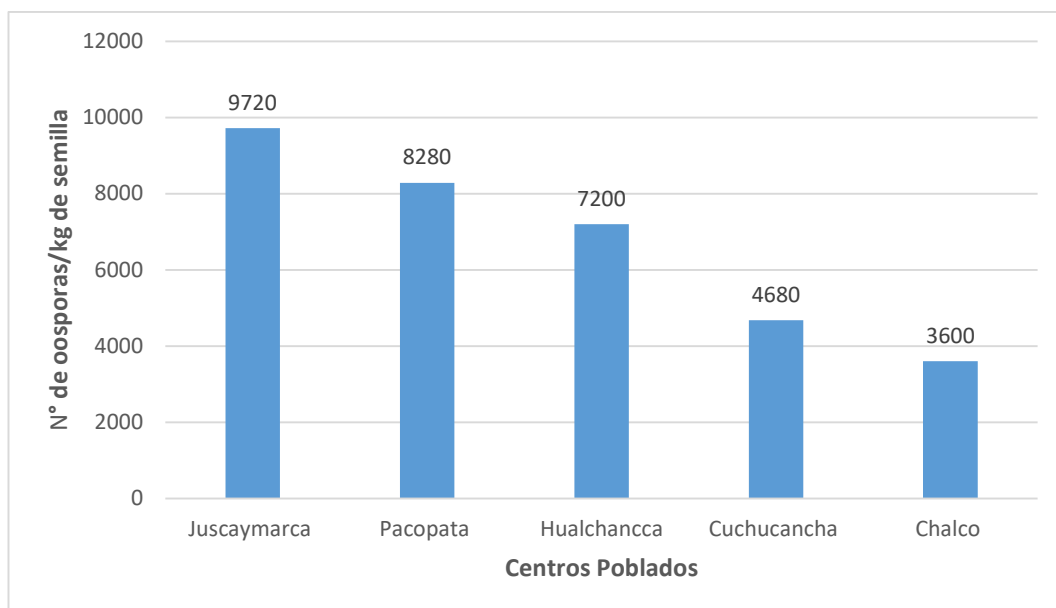
3.5. Análisis estadístico de datos

Se aplicó la prueba estadística de análisis de varianza a un nivel de confianza de 95%, y pruebas de Tukey. Los datos se ordenaron en tablas y gráficos porcentuales, utilizando programa Microsoft Excel 2023.

IV. RESULTADOS

Figura 6

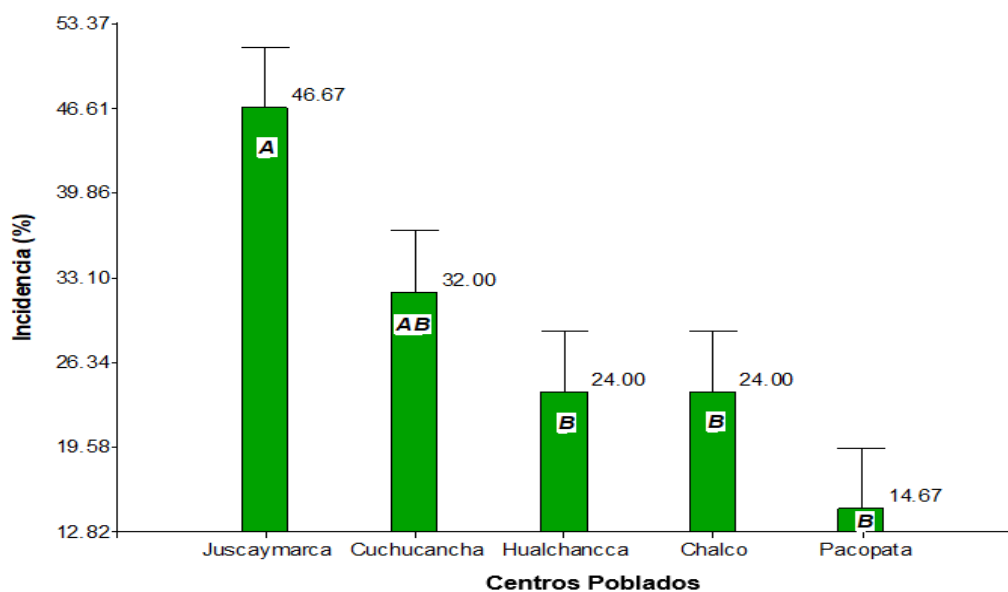
Número de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. por kilogramo de semilla de quinua, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.



Nota. En la figura 6 se observa el número de oosporas de *Peronospora Variabilis* Gaum. por kilogramo de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" obtenida en tres evaluaciones según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.

Figura 7

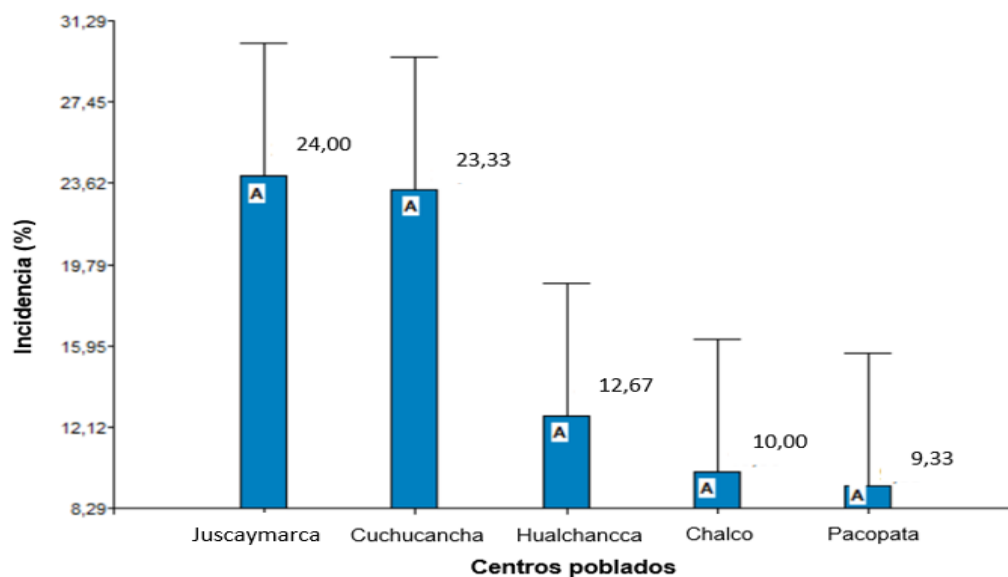
Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.



Nota. En la figura 7 se observa incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", a los 37 días, sembrado en suelo esterilizado con semillas sin fungicida bajo condiciones de vivero, obtenida en tres evaluaciones, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, al realizar ANVA se halló diferencia significativa ($p < 0.05$), en la que San Carlos de Juscaymarca presenta mayor incidencia con 46,67% y Pacopata presenta la menor incidencia con 14,67%, Ayacucho 2023.

Figura 8

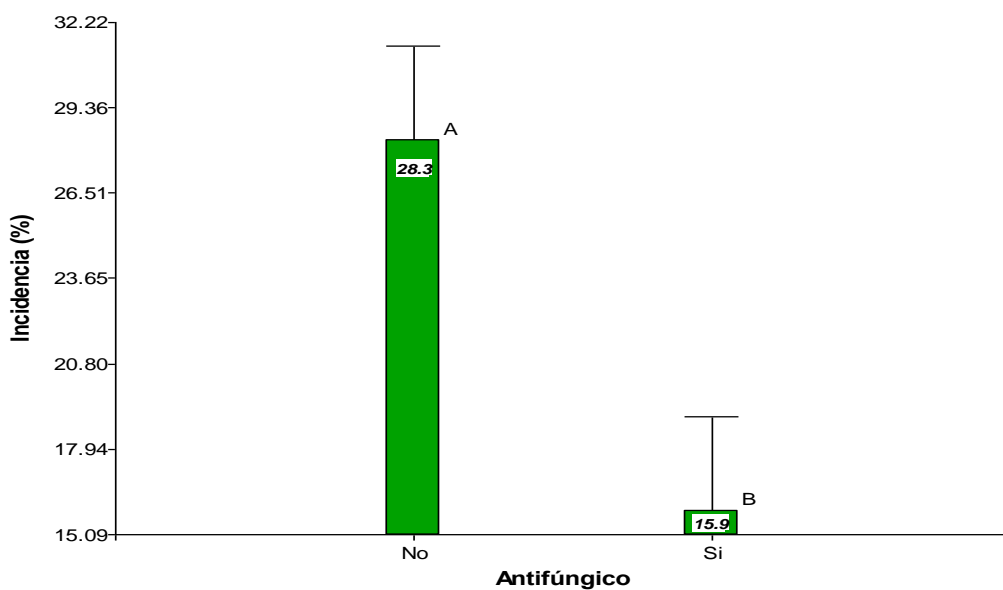
Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas con fungicida según Centros Poblados del Distrito de Los Morochucos.



Nota. En la figura 8 se observa incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", a los 37 días, sembrado en suelo esterilizado con semillas con fungicida bajo condiciones de vivero, obtenida en tres evaluaciones, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, al realizar ANVA no se halló diferencia significativa ($p > 0.05$), en la que San Carlos de Juscaymarca presenta 24,00% de incidencia seguido de San Antonio de CuchucanCHA con 23,33%, Hualchancca con 12,67%, Chalco con 10,00% y Pacopata con 9,33%. Ayacucho 2023.

Figura 9

Incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua con semillas con y sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos.



Nota. En la figura 9 se observa la incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, obtenida en tres evaluaciones bajo condiciones de vivero, en semillas con y sin fungicida a los 37 días después de la siembra, al realizar la prueba t-Student se halló diferencia significativa, donde las plántulas sembradas en suelo esterilizado con semillas sin fungicida tuvieron mayor incidencia con 28,3%, y la menor incidencia con 15,9% tuvieron las plántulas sembradas con semillas con fungicida. Ayacucho 2023.

V. DISCUSIÓN

En la figura 6, se muestra el número de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. por kilogramo de semilla, donde los Centros Poblados de San Carlos de Jusaymarca, Pacopata y Hualchancca presentan el mayor número de oosporas 9720, 8280 y 7200 respectivamente y los Centros Poblados de San Antonio de Cuchucancha y Chalco presentan el menor número 4680 y 3600 oosporas / kg de semilla; demostrando de esta forma que todas las muestras de semillas de quinua, obtenida de los Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, son portadores de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en la superficie de la semilla (pericarpio), probablemente estos resultados se deben a uso de fungicidas no eficaces contra el mildiu y la cantidad de veces que se fumigan las siembras de quinua, como también existen plantas genéticamente resistentes, moderadamente susceptibles y muy susceptibles a la enfermedad del mildiu. Dicha información fue corroborada por Aguilar et al., (2020), quienes demuestran que en 15 muestras de semillas de quinua de diferentes variedades y procedencias analizadas se demostró en todas las muestras la presencia de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. a nivel del superficie de la semillas, demostrando así que las semillas de quinua son fuente del inóculo primario de *Peronosporas variabilis* Gaum. así mismo, More (2016), encontraron en 15 muestras de semillas de quinua de diferentes variedades y procedencias que todas las semillas analizadas se detectaron oosporas en el pericarpio de las semillas, confirmándose que las semillas se comportan como fuente de inóculo primario del mildiu. Del mismo modo, Calixtro (2017), reporta evaluación de oosporas en 30 accesiones seleccionados al azar donde en el grupo moderadamente susceptible se observó un rango de 1500 a 7500 oosporas por kg de semillas, y en grupo muy susceptible el rango fue de 12000 a 45000 oosporas/kg de semilla, concluyendo que todas las semillas son portadores de oosporas de *Peronospora varaibilis* Gaum. Por otra parte, El-Assiuty et al., (2019), demuestran

a través de detecciones histológicas y confirmadas por la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) donde las oosporas en las muestras de semilla fue alta en el perianto y cubierta 90% y 87% respectivamente y el porcentaje más bajo de oosporas se encontraron en el embrión y perisperma 3% y 2% respectivamente. como también, Risco (2014), en su investigación detectó oosporas en semilla de quinua variedad Pasankalla y se confirmó su transmisión por semilla, donde el número de oosporas varió de acuerdo a los tratamientos, el testigo absoluto presentó 17500, el tratamiento azúcar fosfatado más fermentados de sólidos solubles 16000 y azúcar fosfatado 14500 oosporas/kg de semillas de quinua. Otro método de detección basado en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) demuestran Testen et al., (2014), donde detectó oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en 31 de 33 lotes de semilla de quinua y en 32 de 33 lotes de semilla de quinua utilizando el método basado en secuenciación, por lo tanto se detectó oosporas de *P. variabilis* Gaum. en casi todos los lotes de semilla de quinua que fue proyectado, solo en dos lotes de semilla que fueron lavados o sometidos a algún tratamiento para eliminar saponinas o la cubierta no se detectó las oosporas. Sin embargo, Ramírez et al., (2017), quienes reportan en su investigación el logro de su detección de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en una de las muestras de Ayacucho lo cual no logró la cuantificación precisa debido a su baja cantidad, además al ser sembradas las plantas no mostraron síntomas de infección debido a las condiciones ambientales, a la baja cantidad de oosporas o la latencia de estas. No se logró la propagación de la enfermedad a través de la semilla.

En la figura 7, se observa incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" sembrada en suelo esterilizado con semillas sin fungicida bajo condiciones de vivero, a los 37 días después de la siembra, obtenida en tres evaluaciones, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023. Los mayores valores corresponden al Centro Poblado de San Carlos de Juscaymarca con el 46,67%, seguido de San Antonio de Cuchucancha con el 32,00%, Hualchancca y Chalco con 24,00%, finalmente Pacopata con 14,67%. En el anexo 03, se muestra la comparación de medias por el método Tukey con un nivel de confianza del 95%, donde se halló diferencia significativa, en la que San Carlos de Juscaymarca y San Antonio de Cuchucancha presentan el valor más elevado y Hualchancca, Chalco y Pacopata como los más bajos.

En la figura 8, se observa incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sembradas en suelo esterilizado con semillas con fungicida (Vitavax-300), bajo condiciones de vivero, a los 37 días después de la siembra, obtenida en tres evaluaciones, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023. Los resultados obtenidos corresponden al Centro Poblado de San Carlos de Juscaymarca con 24,00%, seguido de San Antonio de Cuchucancha con 23,33%, Hualchancca y Chalco con 12,67 y 10,00 respectivamente, seguido de Pacopata con 9,33%. En el anexo 04, se muestra la comparación de medias por el método Tukey con un nivel de confianza del 95%, por lo tanto, no existe diferencia significativa de medias en la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua, lo que demuestra que la desinfección de semillas de quinua con el fungida reduce la incidencia de la enfermedad del mildiu.

En la figura 9, se observa incidencia promedio y desviación estándar de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sembradas en suelo esterilizado en condiciones de vivero, a los 37 días después de la siembra, obtenida en tres evaluaciones según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023. Al realizar la prueba estadística de t-Student se halló diferencia significativa, donde Las plántulas sembradas con semillas sin fungicida tuvieron la incidencia más alta con 28,3% y la menor incidencia con 15,9% tuvo las plántulas sembradas con semillas con fungicida. En el anexo 05, se observa la comparación de medias aplicando la prueba t-Student, donde se halló diferencia significativa, lo que quiere decir que estadísticamente son diferentes dichos promedios, concluyendo que el uso del fungicida Vitavax-300 en las semillas disminuyó en la incidencia de la enfermedad del mildiu. Resultados similares fueron encontrados por Cumara (2019), quien demuestra aplicando 3 eco-fungicidas para el control orgánico del mildiu, donde obtuvo mayor incidencia con 91,91% para el testigo absoluto ya que no se aplicó ningún fungicida, por lo que el mildiu afectó con alta incidencia al cultivo de la quinua, seguido de la menor incidencia con 76,21% para los 3 tratamientos con eco-fungicidas. Así mismo, Simon (2016), quien demostró la existencia de diferencias estadísticas en cuanto al control del mildiu en la incidencia de la enfermedad con 4 tipos de fungicidas usadas durante la investigación. Donde los fungicidas presentaron una disminución en la incidencia de la enfermedad del mildiu, en comparación con el testigo la cual subió aceleradamente porque el patógeno no estaba siendo

controlado adecuadamente. Cabe resaltar que los resultados obtenidos en la presente investigación se asemejan a los resultados en la disminución de la incidencia con el uso de fungicidas. Del mismo modo Gómez (2016), en su trabajo de investigación evaluó el efecto tres fungicidas en el control de *Peronospora farinosa* en *Chenopodium quinoa* Willd. (T1: aplicación de caldo bordales; T2: caldo sulfocálcico; T3: caldo silicosulfocálcico) y un testigo (T₀), donde los resultados mostraron que los tres fungicidas tuvieron un efecto considerable en el control de la enfermedad, el fungicida que tuvo mayor efecto fue el caldo silicosulfocálcico con incidencia de 36,7% seguido de caldo sulfocálcico y caldo bordales con 43,3% y 46,7% respectivamente y en el testigo hubo mayor incidencia con 63%. Demostrando que los fungicidas disminuyen en la incidencia de la enfermedad del mildiu. Como también, Risco (2014), en su tesis se determinó con éxito el efecto de la aspersion foliar de un producto con actividad fungicida sobre la progresión del oídio en quinua variedad Pasankara. En este caso, los tratamientos con metalaxil, fosfato de azúcar y fosfito de potasio tuvieron la gravedad más baja con un 0,71%. la gravedad fue del 2,9% y el 2,4%, respectivamente, en comparación con los controles absolutos del 6,3%. Se concluye que el control absoluto tuvo la mayor severidad y los tratamientos con metalaxil y fosfito de potasio tuvieron los valores más bajos.

Por otro lado, Raico (2022), quien reporta en su investigación que los 5 fungicidas orgánicas utilizadas no mostraron una eficacia en el control del mildiu en quinua, llegándose a demostrar la incidencia del patógeno en el testigo con un 100 %, como también con los 5 fungicidas la incidencia fue de 100%, por lo tanto, los fungicidas no mostraron una eficacia en el control del mildiu de la quinua. Siendo superiores a los resultados obtenidos en la investigación. Mientras que, Bautista (2020), quien reporta en su investigación el uso de 3 ecofungicidas y un fungicida metalaxyl en dos variedades de quinua, donde sin la aplicación de los extractos reportó un 90,69% de incidencia en la variedad de Blanca Junín, seguido de aplicaciones con extracto de paico, cola de caballo y ajo con 89,38%, 87,69 y 84,2% respectivamente sin mostrar diferencia estadística entre ellos y un 82,65% de incidencia en la variedad de Pasankalla, seguido de los tratamientos con extracto de cola de caballo, paico y ajo con 82,35%, 80,36 y 80,30% respectivamente sin diferencia significativa entre ellos. Pero la incidencia más baja se reportó con la aplicación de Metalaxyl con un 70,36%. Según los resultados obtenidos las semillas sembradas sin fungicida la incidencia de la enfermedad del

mildiu fue alta, mientras tanto la incidencia disminuye con el uso del fungicida, así mismo el uso de suelo esterilizado para el sembrado de la quinua y el crecimiento de plántulas con la enfermedad del mildiu nos indica que las semillas son portadores de oosporas de *peronospora varaibilis* Gaum. ya que el proceso de esterilización de suelo elimina toda forma de vida.

VI. CONCLUSIONES

1. Se detectó de forma directa oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, demostrando que todas las muestras son portadores de oosporas en la superficie de la semilla (pericarpio), por lo tanto, son fuente de inóculo para la aparición de la enfermedad del mildiu. Adicionalmente se realizó la cuantificación de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. donde el Centro Poblado de San Carlos de Juscaymarca tuvo el número más alto con 9720 oosporas/kg de semilla, y el más bajo fue del Centro Poblado de Chalco con 3600 oosporas/kg de semilla.
2. Se detectó de forma indirecta oosporas de *Peronospora Variabilis* Gaum. a nivel de vivero, sembrando en suelo esterilizado semillas de quinua sin fungicida y semillas con fungicida, con el crecimiento de plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” con la enfermedad del mildiu y la observación microscópica de esporangióforos y esporangios en el envés de las hojas, nos demuestra que las semillas de quinua son portadores de oosporas de *P. variabilis* Gaum.
3. La incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd, “quinua” cultivadas en suelos esterilizado con semillas sin fungida y semillas con fungicida, en condiciones de vivero, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, a los 37 días después de la siembra, donde la incidencia mayor fue de 28.3% con semillas sin fungicida, mientras la incidencia menor fue de 15.9% en semillas con fungicida. Por lo tanto, la desinfección de semillas con fungicida disminuye la incidencia de la enfermedad del mildiu.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para realizar el sembrío de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, se recomienda uso de semillas certificadas en terrenos de cultivo donde no hubo presencia del mildiu, así como también ausencia de plantas de quinua silvestre (Ayala). *Chenopodium quinoa* spp. ya que las semillas certificadas evitan la presencia de enfermedades.
2. Realizar investigaciones de la incidencia de la enfermedad del mildiu en diferentes variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” para conocer variedades susceptibles y genéticamente resistentes a la enfermedad, ya que el presente trabajo se realizó con semillas recolectadas directamente de Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, sin identificar variedades.
3. Realizar investigaciones en la detección de oosporas en el suelo donde se sembró *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” y así obtener mayor información y poder controlar con mayor eficacia esta enfermedad que afecta severamente al cultivo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar , R., More-Yarleque, M., & Rafael-Rutte, R. (2020). Inductores de defensa en el control del mildiu (*Peronospora variabilis* Gaum.) en el cultivo de quinua: Detección, epidemiología, síntomas, características y control. *Scientia-Agropecuaria*, 556-562. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v11n4/2077-9917-agro-11-04-555.pdf>
- Angel, M., & Toykin, M. (2015). Prevención y control del Mildiu en Quinua. Obtenido de Plantwise is a global initiative led by GABI: <https://factsheetadmin.plantwise.org/Uploads/PDFs/20187800015.pdf>
- Apaza, V., Gladys, C., Estrada , R., & Pinedo , R. (2013). *Catálogo de variedades comerciales de quinua en el Perú*. Obtenido de Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO: https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/76/1/Apaza-Catalogo_de_variedades...quinua.pdf
- Bautista Gómez, R. (2020). Regulación de *Peronospora variabilis* con econfungicidas en *Chenopodium quinoa* Willd., bajo sistema de labranza de conservación. Ayacucho, 2020". Obtenido de UNSCH: revista de investigación (28,1): <http://revistas.unsch.edu.pe/index.php/investigacion/article/view/276/246>
- Bazile, D., Bertero, D., & Nieto, C. (2014). Principales plagas y enfermedades de la quinua. En A. Gandarillas, R. Saravia, G. Plata, R. Quispe, & R. Ortiz-Romero, Estado del arte de la quinua en el mundo en 2013 (págs. 227-256). Santiago Chile. Obtenido de FAO (Santiago de Chile) y CIRAD, (Montpellier, Francia):: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/7C6565F4108500A205257E8A00600A7A/\\$FILE/262_299_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/7C6565F4108500A205257E8A00600A7A/$FILE/262_299_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf_Estado_ArteDeLaQuinoaEnElMundoEn2013.pdf)
- Calixtro Zárata , M. (2017). Respuesta de 100 acciones de quinua a la infección natural de mildiú (*Peronospora variabilis* Gäum) en le valle del Mantaro. Obtenido de Repositorio Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2814/H20-C345-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Choi, Y. J., Danielsen , S., Lubeck, M., Hong, S. B., Delhey, R., & Shin, H. D. (Enero de 2010). Morphological and Molecular Characterization of the Causal Agent of Downy Mildew on Quinoa (*Chenopodium quinoa*). Obtenido de Mycopathologia 169 (403-412): <https://doi.org/10.1007/s11046-010-9272-y>
- Cumara Huaynoca, S. (2019). Efecto de las frecuencias de aplicación de tres econfungicidas para el control orgánico del mildiu de la quinua (*Peronospora variabilis*). Obtenido de Tesis: Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/23730/T-2718.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Danielsen, S., & Ames, T. (2014). El Mildiu (*Peronospora farinosa*) De La Quinua (*Chenopodium quinoa*) En La Zona Andina. Obtenido de Manual práctico

- para el estudio de la enfermedad y el patógeno: <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/10/AN60198.pdf>
- El-Assiuty, E., Taha, E., Fahmy, Z., & Fahmy, G. (2019). Histological and molecular detections of *Peronospora variabilis* Gaum oospores in seeds of Quinoa (*Chenopodium quinoa* L.). *The Egyptian Society of Experimental Biology*. Obtenido de Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.), 15(2): 197 – 203: <https://www.bibliomed.org/mnsfulltext/15/15-1561069946.pdf?1681178510>
- Fairlie, A. (2016). La quinua en el Perú cadena exportadora y políticas de gestión ambiental . Obtenido de Repositorio Pontificia Universidad Católica del Perú: https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/54092/Nro_6_Fairlie_quinua_Per%C3%BA.pdf?sequence=1
- Gómez Benitez , E. (2016). "Efecto de tres fungicidas en el control de *Peronospora farinosa* en *Chonopodium quinoa* Willd. Var. ILLPA INIA en el Caserío Pueblo Nuevo- Santiago de Chuco" . Obtenido de Biblioteca digital- Dirección de Sistemas de informática y comunicación: <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9567/GOMEZ%20BENITES%20ELBAR%20BERNABE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, L., & Aguilar, E. (2016). Guía de cultivo de la quinua. Obtenido de Guia. FAO y Universidad Nacional Agraria la Molina: <https://www.fao.org/3/i5374s/i5374s.pdf>
- Hernández, J. (2015). La quinua, una opción para la nutrición del paciente con diabetes mellitus. *Revista Cubana de Endocrinología*, 307. Obtenido de Revista Cubana de Endocrinología : <http://scielo.sld.cu/pdf/end/v26n3/end10315.pdf>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *El mercado y la producción de quinua en el Perú*. Obtenido de Repositorio IICA: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/2652/BVE17038730e.pdf;jsessionid=9F88219F92083AEC2112E8DFE220FE11?sequence=1>
- Matus Tejos , I. (2015). El cultivo de la quínoa en Chile. En A. Zurita-Silva, & C. Quiroz, *Plagas y enfermedades en el cultivo de quínoa* (págs. 98-99). Obtenido de bolitín INIA N°362. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Rayentué. Chile: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6727/Bolet%C3%ADn%20INIA%20N%C2%B0%20362?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). Análisis de mercado de quinua 2015 - 2020. Obtenido de Repositorio Institucional MINAGRI: <https://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/1261/1/An%C3%a1lisis%20de%20Mercado%20-%20Quinoa%202015%20-%202020%20%281%29.pdf>
- More Yarleque , M. (febrero de 2016). Detección del onóculo primario, sintomatología y control del mildiu (*Peronospora variabais* Gaum.) en el cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* L.) EN PIURA. Obtenido de Tesis Universidad Nacional de Piura:

- <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2096/AGR-MOR-YAR-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Plata, G., Testen, A., & Backman, P. (2013). Evaluación de poblaciones de *Peronospora variabilis* en los valles de Bolivia. Obtenido de Diapositiva, I Simposio Internacional de granos Andinos, IV congreso mundial de la quinua: <https://es.slideshare.net/rubenramiromiranda/plata-r-giovanna-et-al-2013-evaluacin-de-poblaciones-de-peronospora-variabilis-en-los-valles-de-bolivia>
- Raico Flores , L. (2022). Evaluación de cinco fungicidas orgánicos para el control del mildiu (*Peronospora sp.*) en quinua (*Chenopodium quinoa*) en Cajamarca. Obtenido de tesis: Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/5478/TESIS%20LUIS%20CARLOS%20RAICO%20FLORES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, H. (2020). Severidad de *Peronospora variabilis* Gäum. en cinco variedades de *Chenopodium quinoa* Willd. en condiciones de la Molina. Obtenido de Repositorio, Tesis Universidad Nacional Agraria la Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4438/ramirez-magui%20b1a-hector-andres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, H., Cadenas , C., & Risco , M. (2017). Obtención de inóculo de *Peronospora variabilis* a partir de semillas de quinua (*Chenopodium quinoa*) y su inoculación en diferentes estadios fenológicos. Obtenido de Poster de concurso conference: VIII Reunion Anual de Investigacion..affiliation: Universidad Nacional Agraria la Molina: <https://www.researchgate.net/publication/340451709>
- Risco Mendoza , A. (2014). Severidad de *Peronospora variabilis* Gaum. en *Chenopodium quinoa* Willd. 'PASANKALLA' como respuesta a aplicaciones de fungicidas sintéticos y bioestimulantes". Obtenido de Repositorio Tesis. Universidad Nacional Agraria la Molina: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2350/H20-R59-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Simon Atanacio, E. (2016). Efecto de cuatro fungicidas en el control del mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd*), variedad Rosada Junín en Umari, Pachitea. Obtenido de Tesis: Universidad Nacional "Hermilio Valdizán". Huanúco-Perú: <https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1134/TAG%2000694%20S56.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Tenorio, R. (Noviembre de 2011). Aislamiento, identificación, y ensayos de control biológico in vitro de fitopatógenos de la quinua (*Chenopodium quinoa*), la tuna (*Opuntia picus-Indica*), la castaña (*Castanea sativa Miller*), FCFB, UMSA. 2008-2010. Obtenido de Repositorio Tesis, Universidad Mayor de San Andrés: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/3590/T-1817.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Testen, A. L., Jiménez-Gasco, M. d., Ochoa, J. B., & Backman, P. A. (2014). Molecular Detection of *Peronospora variabilis* in Quinoa Seed and

Phylogeny of the Quinoa Downy Mildew Pathogen in South America and the United States. *Phytopathology* 104:, 379-386. Obtenido de *Phytopathology* 104:379-386:
<https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/15111/1/iniapscr2014v104%284%29379-386.pdf>

Vargas, L. (2014). Caracterización proximal de la quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad Salcedo INIA del caserío COIPIN del distrito de Huamachuco en la Provincia de Sánchez Carrión. Obtenido de Tesis, Universidad Nacional de Trujillo:
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7500/VARGAS%20ODE%20LA%20CRUZ%2C%20Lu%C3%ADs%20Milton.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de la incidencia promedio de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sembradas con semillas sin fungicida, según Centros Poblados de distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	1721.60	4	430.40	6.07	0.0096
Comunidades	1721.60	4	430.40	6.07	0.0096
Error	709.33	10	70.93		
Total	2430.93	14			

GL: Grados de libertad
 SC: Suma de cuadrados
 CM: Media de cuadrados

Anexo 2. Análisis de varianza de la incidencia promedio de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sembradas con semillas con fungicida, según Centros Poblados de distrito de Los Morochucos, Ayacucho 2023.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo	627.73	4	156.93	1.34	0.3199
Comunidades	627.73	4	156.93	1.34	0.3199
Error	1168.00	10	116.80		
Total	1795.73	14			

GL: Grados de libertad
 SC: Suma de cuadrados
 CM: Media de cuadrados

Anexo 3. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, con semillas sin fungicida según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, utilizando el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=22.63176

Error: 70.9333 GL: 10

Comunidades	Medias	n	E.E.		
Juscaymarca	46.67	3	4.86	A	
Cuchucancha	32.00	3	4.86	A	B
Hualchancca	24.00	3	4.86		B
Chalco	24.00	3	4.86		B
Pacopata	14.67	3	4.86		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, sembradas con semillas desinfectadas con fungicida, según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos, utilizando el método de Tukey con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=29.04120

Error: 116.8000 GL: 10

Comunidades	Medias	n	E.E.	
Juscaymarca	24.00	3	6.24	A
Cuchucancho	23.33	3	6.24	A
Hualchancca	12.67	3	6.24	A
Chalco	10.00	3	6.24	A
Pacopata	9.33	3	6.24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Comparación de medias de la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” sembradas con semillas sin fungicida y con fungicida, utilizando la prueba t-Student con un nivel de confianza del 95%. Ayacucho 2023.

Variable: Incidencia (%) - Clasificación: Antifúngico - prueba: Bilateral

	Grupo 1	Grupo 2
	No	Si
n	15	15
Media	28.27	15.87
LI(95)		3.21
LS(95)		21.59
T		2.76
p-valor		0.0100

Anexo 6. Tamizado, pesado y esterilización de suelo, realizado en el vivero de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH (A: tamizado de suelo, B: pesado de suelo de un 1kg, C: esterilización de suelo en autoclave).



A



B



C

Anexo 7. Muestras de semilla de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua" según Centros Poblados del distrito de Los Morochucos (A: semilla sin fungicida, B: semillas con fungicida Vitavax-300).



A



B

Anexo 8. Sembrado de semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” en el vivero de la Facultad de Ciencias Biológicas de la UNSCH (A: llenado de suelo esterilizado en bolsas de polietileno, B: sembrado de semillas sin fungicida, C: sembrado de semillas con fungicida Vitavax-300).



A



B



C

Anexo 9. Conteo de plántulas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua” (A, B, C: plántulas de quinua, D: plántulas libres de mildiu, E: plántulas con mildiu).



A



B



C



D



E

Anexo 10. Proceso de observación de esporangióforos y esporangios en el laboratorio de microbiología ambiental (A: hoja de quinua con síntomas del mildiu, B y C: observación en el estereoscopio, D: raspado de la hoja, E: observación microscópica, F: esporangióforos y esporangios de *Peronospora variabilis* Gaum.).



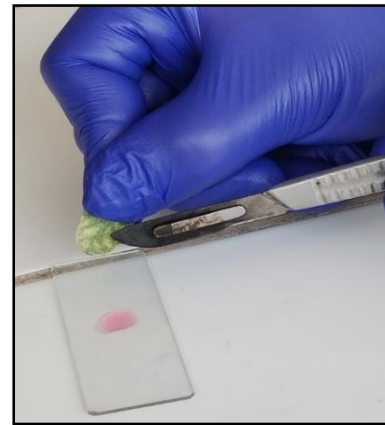
A



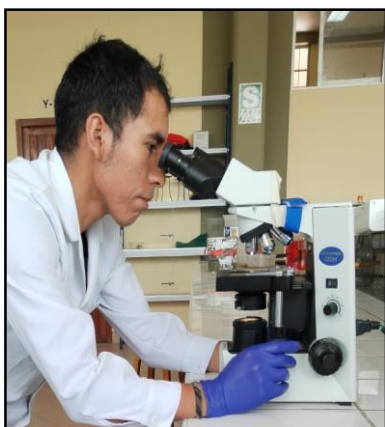
B



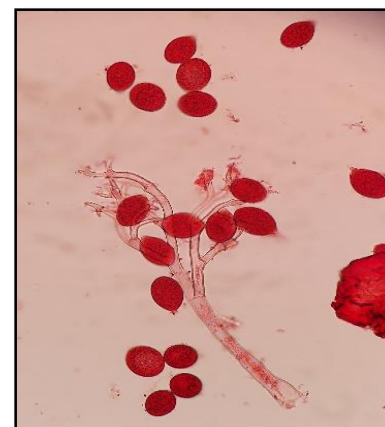
C



D



E



F

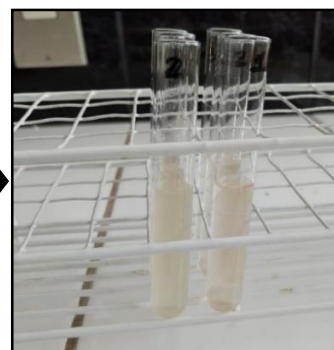
Anexo 11. Proceso de conteo de oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua".



1. Pesado de semillas de quinua



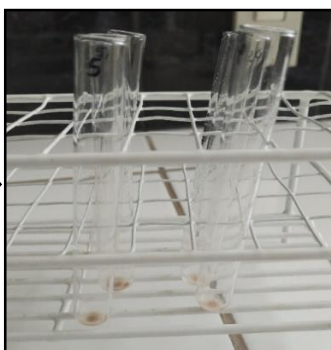
2. Remojado de semillas en agua



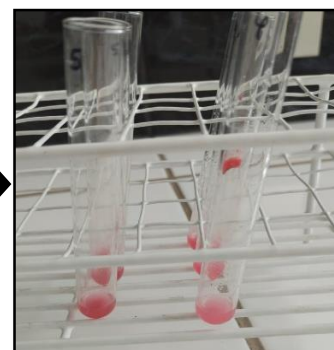
3. 5 ml de remojado



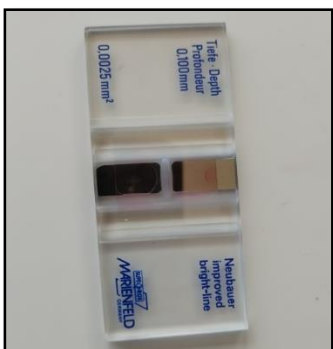
4. Centrifugado del remojado



5. Sedimento, después de eliminar el sobrenadante



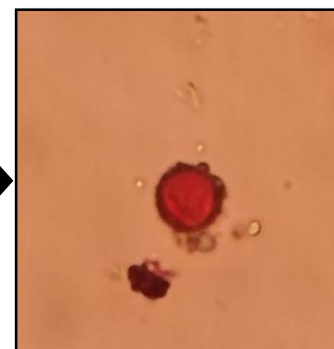
6. Resuspendido del sedimento con agua y safranina



7. Colocado de 10 μ L de resuspendido



8. Observación y conteo de oosporas



9. Oospora de *P. variabilis* Gaum. a 40 X

Anexo 12. Matriz de consistencia.

Título: Oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. “quinua”, Ayacucho 2023.

Autor: Chuchón Dipaz, Simeón

Asesor(a): Blga: Huamán De La Cruz Ruth Elsa

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
¿Serán las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” portadores de oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum.?	<p>GENERAL</p> <p>Describir la detección de oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum. en semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Detectar oosporas de <i>P. variabilis</i> Gaum. en semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” 2. Detectar de forma indirecta las oosporas de <i>P. variabilis</i> Gaum. en plántulas de quinua en condiciones de vivero 3. Estimar la incidencia de la enfermedad del mildiu en plántulas de quinua en condiciones de vivero 	<p>Antecedentes</p> <p>Marco conceptual</p> <p>Fundamento teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> • La quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.). • Clasificación taxonómica de la quinua • Fenología de la quinua • Descripción botánica de la quinua • Valor nutricional del grano de la quinua • Mildiu de la quinua • <i>Peronospora variabilis</i> Gaum. • Taxonomía y sistemática de <i>P. variabilis</i> Gaum. • Oosporas de <i>P. variabilis</i> Gaum. • Morfología de <i>P. variabilis</i> Gaum. • Ciclo de vida de <i>P. variabilis</i> Gaum. • Epidemiología de la enfermedad del mildiu. • Síntomas de la planta de quinua con mildiu. 	Las semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua” son portadores de oosporas de <i>Peronospora variabilis</i> Gaum.	<p>Variable en estudio</p> <p>Detección de oosporas de <i>P. variabilis</i> Gaum. en semillas de <i>Chenopodium quinoa</i> Willd. “quinua”</p> <p>Indicadores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección • Incidencia 	<p>Nivel de investigación:</p> <p>Básico</p> <p>Tipo de investigación:</p> <p>Descriptivo</p> <p>Unidad de análisis:</p> <p>5 muestras de semilla de quinua se recolectaron de 5 Centros Poblados del distrito de Los Morochucos</p> <p>Técnicas:</p> <p>método directo y método indirecto</p> <p>Análisis estadístico:</p> <p>Se hará uso de Excel, la prueba de ANOVA y pruebas de Tukey con 95% de confianza.</p>

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Bach. Simeón CHUCHÓN DIPAZ
R.D. N° 156-2023-UNSCH-FCB-D

En la ciudad de Ayacucho, siendo las cuatro de la tarde del veinticuatro de agosto del año dos mil veintitrés; 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, Actuando como presidente; el Dr. Homero ANGO AGUILAR; Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN (Miembro - Jurado), Dra. Marta ROMERO VIACAVAL (Miembro - Jurado); Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE (Miembro - Jurado); Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ (Miembro - Asesor) actuando como secretario docente el Mg. Percy COLOS GALINDO; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **“Oosporas de Peronospora variabilis Gaum en semillas de Chenopodium quinoa Willd “Quinua”, Ayacucho 2023”**; presentado por el **Bach. Simeón CHUCHÓN DIPAZ**; 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 de ello dispuso el inicio al acto de sustentación, indicando al sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología. Culminada la exposición, el Presidente invitó a cada uno de los Miembros Jurado, a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas al sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó al sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta a preguntas	Promedio
Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN	17	15	16
Dra. Marta ROMERO VIACAVAL	18	17	18
Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE	16	16	16
		PROMEDIO	17

El sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso del sustentante y el público al Auditorio dando a conocer los resultados, e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las cinco y cuarenta de la tarde, firmando al pie del presente en señal de conformidad.

 _____ Dr. Homero ANGO AGUILAR Presidente	 _____ Dr. Serapio ROMERO GAVILÁN Miembro – Jurado
 _____ Dra. Marta ROMERO VIACAVAL Miembro – Jurado	 _____ Mg. Rilder Nemesio GASTELÚ QUISPE Miembro – Jurado
 _____ Mg. Ruth Elsa HUAMÁN DE LA CRUZ Miembro – Asesor	 _____ Mg. Percy COLOS GALINDO Secretario Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

Nº 28-2023-FCB-D

Yo, VÍCTOR LUIS CÁRDENAS LÓPEZ, 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: **Oosporas de Peronospora variabilis Gaum, en semillas de Chenopodium quinoa Willd. "quinua", Ayacucho 2023**, presentado por el Bach. **Simeón CHUCHÓN DÍPAZ**; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 18%, 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-C.

En tal sentido, 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, 09 octubre de 2023.


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA


Dr. Victor Luis Cardenas Lopez
DIRECTOR

Oosporas de *Peronospora
variabilis* Gaum. en semillas de
Chenopodium quinoa Willd.
“quinua”, Ayacucho 2023
por SIMEÓN CHUCHÓN DÍPAZ

Fecha de entrega: 09-oct-2023 09:12a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2190346684

Nombre del archivo: 1C_Chuchon_Dipaz_Simeon_Pregrado_2023_Turnitin.doc_1.docx (2.35M)

Total de palabras: 8238

Total de caracteres: 44029

Oosporas de *Peronospora variabilis* Gaum. en semillas de *Chenopodium quinoa* Willd. "quinua", Ayacucho 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	2%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	revistas.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	1%
7	www.revistas.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	vsip.info Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.uaaan.mx:8080 Fuente de Internet	1 %
13	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.uasb.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo