

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de
quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de
Acocro y Chiara - Ayacucho, 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA AGRÓNOMA**

PRESENTADO POR:

Yovana Luján Sulca

ASESOR:

Ing. Guillermo Carrasco Aquino

Ayacucho – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA

TESIS

**Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua
(*Chenopodium quinoa* Willd.) de Acocro y Chiara - Ayacucho, 2018.**

Expedito : 21 de setiembre de 2020

Sustentado : 28 de diciembre de 2020

Calificación : Muy bueno

Jurados :



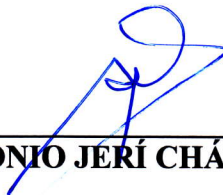
Ph.D. NERY LUZ SANTILLANA VILLANUEVA

Presidente



Dra. ROBERTA ESQUIVEL QUISPE

Miembro



Dr. ANTONIO JERÍ CHÁVEZ

Miembro



Ing. GUILLERMO CARRASCO AQUINO

Asesor

Con mucho cariño y gratitud para mis padres Pascual y Victoria, quienes han sido mi fortaleza y motivación en cada etapa de mi vida, por su apoyo incondicional, sus consejos en mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermanos Nilton, Dennis, Michael y Rossy, por su valioso apoyo y compañía en todo momento de mi vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, “ALMA MATER” de mi formación profesional; así mismo, en forma muy especial a mi querida Facultad de Ciencias Agrarias.

A los docentes de la escuela profesional de Agronomía; que supieron impartir sus conocimientos para la buena preparación de los estudiantes y contribuyan en el desarrollo de la agricultura en nuestra región.

A Laboratorio de Fitopatología vegetal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNSCH.

Al proyecto FOCAM - Diversidad de insectos entomófagos y hongos antagonistas de las plagas en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) en las localidades de Acocro y Chiara-Ayacucho.

Al Ing. Guillermo Carrasco Aquino, gestor y asesor de dicho trabajo de investigación, por su paciencia y el tiempo que me brindó en todo el proceso de ejecución de mi tesis.

Al ing. Fernando Barrantes Del Águila, por su apoyo incondicional, quien con sus valiosos conocimientos hizo posible la culminación de la investigación.

Mis sinceros reconocimientos a los agricultores de Acocro y Chiara quienes contribuyeron en la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice general.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Índice de anexos.....	ix
Resumen.....	1
Introducción	2
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	4
1.1. Generalidades del cultivo de la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.).....	4
1.1.1. Origen.....	4
1.1.2. Taxonomía	4
1.1.3. Botánica de la quinua.....	5
1.1.4. Fases fenológicas de la quinua.....	7
1.2. Hongos fitopatógenos reportados en el cultivo de quinua	7
1.2.1. Mildiu.....	8
1.2.2. Chupadera fungosa (<i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Fusarium spp.</i>).....	9
1.2.3. Mancha foliar	10
1.2.4. Podredumbre marrón del tallo.....	12
1.2.5. Mancha ojival del tallo.....	13
1.2.6. Moho verde	14
1.2.7. Mancha circular.....	14
1.2.8. Esclerotiniosis	15
1.2.9. Pudrición gris	16
1.2.10. Mancha necrótica pajiza.....	17
CAPÍTULO II METODOLOGÍA.....	18
2.1. Ubicación de la investigación	18
2.1.1. Ubicación política	18
2.1.2. Ubicación geográfica (zona 18 L).....	18
2.1.3. Ubicación política	18

2.1.4. Ubicación geográfica	18
2.2. Materiales y equipos	19
2.2.1. Materiales.....	19
2.2.2. Equipos.....	19
2.2.3. Insumos	19
2.3. Problemas específicos	20
2.4. Datos climatológicos.....	20
2.5. Fenología del cultivo.....	20
2.6. Variedades del cultivo de quinua	21
2.7. Instalación y conducción del estudio	21
2.7.1. Fase I: Trabajo de campo	21
2.7.2. Fase II: Trabajo de laboratorio.....	23
CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1. Determinación de la presencia de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua en las localidades de Acocro y Chiara	26
3.2. Síntomas, características estructurales y taxonomía del patógeno	30
3.2.1. <i>Rhizoctonia solani</i>	30
3.2.2. <i>Peronospora variabilis</i>	33
3.2.3. <i>Phoma exigua</i> fs. <i>Foveata</i>	36
3.2.4. <i>Phoma</i> sp.....	37
3.2.5. <i>Leptosphaerulina</i> sp.....	39
3.2.6. <i>Ascochyta hyalospora</i>	40
3.2.7. <i>Passalora dubia</i>	43
3.2.8. <i>Cladosporium</i> sp	45
3.2.9. <i>Botrytis cinérea</i>	46
3.2.10. <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	48
CONCLUSIONES	50
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.1. Porcentaje de Incidencia de hongos fitopatógenos en Pantipampa, Pukuhuilca y Ccarhuaschoqe que comprende en el ámbito de Acocro	26
Tabla 3.2. Porcentaje de incidencia de hongos Fitopatógenos en Ciprespampa, kisuarpampa y Titankayocc que comprende en el ámbito de Chiara.....	27
Tabla 3.3. Patógenos reportados para el cultivo de quinua, en Acocro y Chiara.....	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1. Croquis de parcelas y muestreo para cada zona de evaluación.	19
Figura 2.2. Croquis de evaluación de incidencia y muestreo de plantas enfermas	22
Figura 2.3. Hojas de quinua en cámara húmeda	24
Figura 2.4. Tallos de quinua en cámara húmeda.....	24
Figura 3.1. Plantas de quinua observada en campo con síntomas de <i>Rhizoctonia solani</i> que ocasiona la chupadera fungosa.....	31
Figura 3.2. Muestras de plantas llevadas al laboratorio con síntomas de <i>Rhizoctonia solani</i>	31
Figura 3.3. Micelio conformado por hifas septadas, observadas al microscopio a una escala de 400X	32
Figura 3.4. Plantas de quinua observadas en campo con síntomas de <i>Peronospora variabilis</i>	33
Figura 3.5. a. Haz de la hoja de quinua con presencia de micelio del mildiu b. Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio	34
Figura 3.6. a. Haz de la hoja de quinua llevadas al laboratorio con síntomas de mildiu b. Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio	34
Figura 3.7. Esporas y esporangioforos observadas a una escala de 400X	35
Figura 3.8. Muestras llevadas al laboratorio de <i>Phoma exigua fs.foveata</i>	36
Figura 3.9. Picnidios de <i>Phoma exigua fs, foveata</i> visto al estereoscopio.....	37
Figura 3.10. a. Picnidias de <i>Phoma exigua fs. Foveata</i> b. Conidias de <i>Phoma exigua fs. foveata</i> observadas a una escala de 600X.....	37
Figura 3.11. Muestra de <i>Phoma sp.</i>	38
Figura 3.12. Picnidias y conidias <i>Phoma sp.</i> , observadas a una escala de 600X.....	38
Figura 3.13. Muestras de hojas de quinua con sintomatología de <i>Leptosphaerulina</i> en laboratorio	39
Figura 3.14. Ascosporas de <i>Leptosphaerulina</i> observadas a una escala de 400X	40
Figura 3.15. Muestras de hojas de quinua con síntomas de <i>Ascochyta hyalospora</i>	42
Figura 3.16. Picnidios y picnidiosporas de <i>Ascochyta hyalospora</i> observadas a una escala de 400X	42
Figura 3.17. Muestras de hojas de quinua con síntomas de <i>Passalora dubia</i>	43

Figura 3.18.	Conidias de <i>Passalora dubia</i> observadas a una escala de 400X	44
Figura 3.19.	Muestras de hojas de quinua con síntomas de <i>Cladosporium sp.</i>	45
Figura 3.20.	Hifas y conidios de <i>Cladosporium sp.</i> observadas a una escala de 600X	45
Figura 3.21.	Síntomas de <i>Botrytis cinérea</i> en hojas de quinua	47
Figura 3.22.	Conidióforos y conidios de <i>Botrytis cinérea</i>	47
Figura 3.23.	Muestras de tallos con síntomas de <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	49

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Ubicación geográfica de Acocro y Chiara	56
Anexo 2. Ubicación geográfica del laboratorio de fitopatología.....	57
Anexo 3. Reconocimiento de las zonas de muestreo y evaluación en google Earth. Acocro – Seccelambras	58
Anexo 4. Reconocimiento de las zonas de muestreo y evaluación en google Earth. Chiara- Manallasacc	59
Anexo 5. Panel fotográfico	60

RESUMEN

En la zona de Acocro y Chiara (Ayacucho) se efectuó el presente trabajo de investigación a través de la prospección de enfermedades fungosas asociadas al cultivo de quinua; en cada localidad se muestreó tres chacras cada quince días. Se colectaron plantas u órganos de plantas de quinua enfermas con diversas sintomatologías para análisis microbiológico en laboratorio. Las muestras se procesaron por observación directa de síntomas y presencia de signos. Se utilizó cámara húmeda para promover la esporulación. El desarrollo de estructuras en las lesiones permitió la identificación del patógeno. Se evaluó la incidencia de cada una de las enfermedades en las parcelas de cultivo de las localidades de Pantipampa, Pukuhuilca y Ccarhuaschoqe (Seccelambras - Acocro) y Ciprespampa, Titankayocc y Kisuarpampa (Manallasacc - Chiara). En el diagnóstico se logró identificar diez hongos fitopatógenos, en ambos distritos; nueve en Chiara afectando hojas y tallo de la quinua (*Peronospora variabilis*, *Phoma* sp., *Leptosphaerulina* sp., *Ascochyta hyalospora*, *Passalora dubia*, *Cladosporium* sp., *Sclerotinia sclerotiorum* y *Botrytis cinérea*). En Acocro se identificó cinco patógenos fungosos afectando hoja, tallo y raíz de la quinua (*Rhizoctonia solani*, *Peronospora variabilis*, *Phoma* sp., *Passalora dubia*, *Cladosporium* sp.).

Palabras clave: Quinua, prospección, patógenos de raíz, tallo y hojas.

INTRODUCCIÓN

La quinua (*Chenopodium quinoa* willd.) es un cultivo de creciente importancia mundial por sus distintas cualidades agronómicas y nutricionales, las cuales le valieron un reconocimiento mundial con la denominación del pasado año 2013, por parte de la Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. (FAO), como "Año Internacional de la Quinoa". Este grano nativo se produce tradicionalmente en la región andina, sobre los 3000 m.s.n.m., permitiendo el sustento económico de muchas familias, ya sea por su consumo o por la comercialización del grano, constituyendo este último una actividad importante por la creciente demanda interna y, sobre todo, externa.

En Ayacucho, los distritos de Acocro y Chiara, que representan las zonas con mayor producción de quinua, aproximadamente al 52 % del área sembrada (MINAGRI, 2016) a nivel de nuestra región, por ello la investigación se ha focalizado en los distritos antes mencionados. Además, el cultivo de quinua ha demostrado ser un cultivo estratégico para la seguridad alimentaria, sobre todo en los últimos años viene alcanzando un crecimiento en la demanda mundial, sin embargo, la oferta no responde a la magnitud demandante debido a que la disponibilidad de este cultivo se ve afectada por un conjunto de patógenos que causan pérdidas en los rendimientos, en la calidad de los productos y el aumento de costos de producción. Por ello, es de vital importancia realizar la prospección de los terrenos con dicho cultivo, para determinar e identificar los patógenos que causan las diferentes enfermedades, del cual el productor se dificulta en poder identificarla y realizar un adecuado control, por los que se realizó la presente investigación con los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar la presencia de hongos Fitopatógenos en el cultivo de quinua, mediante prospección en campo.

Objetivos específicos

1. Describir la sintomatología asociada a los casos patológicos en el cultivo de quinua en Acocro y Chiara.
2. Diagnóstico de los patógenos asociados a las enfermedades evidenciadas en el cultivo de quinua en Acocro y Chiara.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Generalidades del cultivo de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

1.1.1. Origen

Tapia (1997) señala que el lugar de origen de la quinua no es conocido exactamente, se cree que sea Sud-América, probablemente La Hoya del Titicaca (Perú y Bolivia), ya que en esta zona se puede encontrar la mayor cantidad de variedades de esta especie.

León (2003) atribuye su origen a la zona andina del Altiplano Perú-Bolivia, por estar presente gran cantidad de especies silvestres y una gran variabilidad genética, principalmente en ecotipos, reconociéndose cinco categorías básicas: quinua de los valles, quinuas altiplánicas, quinuas de los salares, quinuas al nivel del mar y quinuas sub-tropicales.

Vega (2010) afirma que la quinua, es originario de América del Sur de las áreas andinas de Perú y Bolivia es cultivada desde hace 7000 años. Existen cerca de 4000 variedades que pueden ser cultivadas desde el nivel de mar hasta los 4500 m.s.n.m. soportando condiciones extremas de agua, suelos y temperaturas.

1.1.2. Taxonomía

León (2003) da a conocer que este cultivo fue descrito por primera vez por el científico Alemán Luis Christian Willdenow.

Reino	: Vegetal
División	: Fanerógamas
Clase	: Dicotiledóneas
Sub-clase	: Angiospermales
Orden	: Centrospermales
Familia	: Chenopodiáceas

Género : *Chenopodium*
Sección : *Chenopodia*
Sub sección : *Cellulata*
Especie : *Chenopodium quinoa* Willd.

1.1.3. Botánica de la quinua

Apaza y Delgado (2005) afirman que la quinua es una planta anual, dicotiledónea, usualmente herbácea, porte de planta erecta, de 100 a 142 cm. de altura, su inflorescencia forma una panoja de diversos colores. Las plantas pueden presentar diversos colores que van desde verde, morado a rojo y colores intermedios, el tallo principal puede ser ramificado o no; esto depende del ecotipo, raza, densidad de siembra y de las condiciones del medio en que se cultiven, es de sección circular en la zona cercana a la raíz, transformándose en angular a la altura de las ramas y hojas.

Sus características botánicas la sitúan como una planta de tallo erguido y según su tipo de ramificaciones pueden presentarse con un tallo principal y varias ramas laterales cortas características de la zona de altiplano o de ramas de igual tamaño, característico en los ecotipos que se cultivan en los valles interandinos. (Rivera, 1995).

a) Sistema radicular

Mujica et al. (2001) señalan que la raíz es pivotante, vigorosa, profunda, bastante ramificada y fibrosa, la cual posiblemente le da resistencia a la sequía y buena estabilidad a la planta. Al germinar lo primero que se alarga es la radícula, que continúa creciendo y da lugar a la raíz pivotante con gran cantidad de raicillas o pelos absorbentes que nacen a distintas alturas y en algunos casos son tenues y muy delgadas, alcanzando en casos de sequía hasta 1,80 m de profundidad, lo cual guarda estrecha relación con la altura de la planta.

b) Tallo

Mujica (1988) indica que el tallo es de sección circular cerca de la raíz, transformándose a angular a la altura donde nacen las ramas y hojas. La corteza del tallo esta endurecida, mientras la médula es suave cuando las plantas son tiernas, y secan con textura esponjosa cuando maduran.

c) Hojas

Tapia et al. (2011) indican que las hojas son de carácter polimórfico en una sola planta; las basales son grandes y pueden ser romboidales o triangulares, mientras que las hojas superiores generalmente alrededor de la panoja son lanceoladas o triangulares y más pequeñas. Su color es variable dependiendo de los genotipos; va desde el verde hasta el rojo, pasando por el amarillo y el violeta; según la naturaleza y la importancia de los pigmentos.

d) Inflorescencia

Espíndola (1981) citado por Quino (2000) indica que la inflorescencia es denominada también panoja, por tener un eje principal más desarrollado, del cual se originan ejes secundarios. La panoja puede ser laxa o compacta, es laxa cuando la panoja es grande, ancha y de poco rendimiento; es compacta cuando la panoja es pequeña y apretada de granos. La panoja puede ser glomerulada o amarantiforme, es glomerulada cuando los glomérulos que forman la panoja son más o menos redondeados; es amarantiforme cuando los glomérulos son muy alargados.

e) Flores

FAO (2001) indica que las flores son pequeñas, incompletas, sésiles y desprovistas de pétalos, constituida por una corola formada por cinco piezas florales tepaloides, sepaloides, pudiendo ser hermafroditas, pistiladas (femeninas) y androestériles, lo que indica que podría tener hábito autógamo como alógamo.

f) Fruto

Gandarillas (1982) citado por Morales (2000) afirma que el fruto es un aquenio cubierto por el perigonio, del que se desprende con facilidad al frotarlo cuando está seco. El color del fruto está dado por el perigonio y se asocia directamente con el de la planta. En el estado maduro el perigonio tiene forma de estrella, por la quilla que presentan los cinco sépalos.

g) Semilla

Apaza y Delgado (2005) manifiesta que la semilla es el fruto maduro sin el perigonio, aproximadamente de 1.8 a 2 mm. de diámetro. Es de forma lenticular, elipsoidal, cónica o esferoidal. Presenta cuatro partes bien definidas que son: pericarpio,

epispermo, embrión, perisperma. El que contiene la mayor cantidad de saponina es el pericarpio el embrión se enrolla por la parte central de la semilla, es variable dependiendo de la variedad, incluso dentro de la misma panoja varia, siendo general encontrar el tamaño más grande en la parte central del glomérulo.

1.1.4. Fases fenológicas de la quinua

El ciclo vegetativo de la quinua puede durar entre cuatro y siete meses, dependiendo de las características de la variedad a sembrar y de la ubicación del lugar de producción; al respecto, Bertero y Hall (2001), refieren la influencia del fotoperiodo y la temperatura en las fases de desarrollo de los cultivares de quinua, donde concluyen que la sensibilidad varía según el origen; así, los cultivares de origen más cercanos al trópico se caracterizan por una mayor sensibilidad al fotoperiodo y una mayor duración de la fase vegetativa básica. Los cultivares del Altiplano Peruano y Boliviano, y del nivel del mar, poseen la menor sensibilidad al fotoperiodo y duración de la fase vegetativa básica.

Mujica y Canahua (1989); Mújica et al, (2000) reportan que la quinua presenta catorce fases fenológicas importantes y claramente distinguibles, ello con base en la observación de las diferentes accesiones del banco de germoplasma sembrados en varios años y localidades, así como observación del cultivo de distintas variedades en campo de agricultores, habiendo determinado y nominado las siguientes: emergencia, hojas cotiledonales, dos hojas verdaderas, cuatro hojas verdaderas, seis hojas verdaderas, ramificación, inicio de panojamiento, panojamiento, inicio de floración, floración, grano lechoso, grano pastoso, madurez fisiológica y madurez de cosecha.

1.2. Hongos fitopatógenos reportados en el cultivo de quinua

Salas y Otazú 1975 reportan varios patógenos en el cultivo de quinua para la región de Puno como la más importante es el mildiu, podredumbre marrón del tallo (*Macrophomina sp.*), mancha ojival del tallo (*Phoma sp.*), mancha bacteriana (*Pseudomonas sp.*), lesión errumpente del tallo (*Macrophome sp.*) y mancha foliar.

La mayor parte de las enfermedades que afectan al cultivo de la quinua están ocasionadas por hongos, en menor número por bacterias, nematodos y virus. La incidencia y severidad varían en función a la variedad, estado fenológico y

condiciones ambientales. En términos generales las enfermedades han recibido poca atención, los primeros reportes están contenidos en el libro “la quinua y la kañiwa” de M. Tapia, et al (1979).

Nieto (1998) informa que la quinua es un cultivo de primera importancia en la alimentación para el país, que se ha establecido ampliamente y diversificado por el uso de cultivares seleccionados, a partir de germoplasmas de Suramérica y ecotipos locales. Un primer problema en el cultivo son las enfermedades y plagas que lo afectan, ocupando el primer lugar el mildiú causado por *Peronospora farinosa* con alta incidencia en todas las zonas de cultivo, además de la mancha parda por *Ascochyta hyalospora* cuya presencia afectando las hojas no es alta, solo intermedia. También se ha observado la presencia del tumbado de plantas pequeñas y adultas por *Rhizoctonia solani*, que se mantiene con regular actividad en todos los suelos.

1.2.1. Mildiu

Según Alandía et al. (1979) el mildiú tiene una amplia distribución que abarca las zonas productoras de quinua de los países de Perú, Ecuador y Bolivia, donde la quinua tiene su región más importante de adaptación. Los mismos autores señalan que el patógeno también muestra su amplia capacidad de desarrollo y propagación en esta región.

En Puno-Perú las condiciones favorables para la manifestación del mildiú, se presentan en la zona que circunda al Lago Titicaca, que registra temperaturas frescas durante la mayor parte del período agrícola (Mujica, 1993).

El mildiú (*Peronospora farinosa* Fr.) para su expresión requiere de condiciones ambientales más o menos específicas, siendo la alta humedad relativa del ambiente la condición más preponderante, aunque también se requiere temperaturas relativamente frescas. Por tanto, la enfermedad no se presenta con la misma intensidad en las diferentes zonas de producción de quinua (Apaza, 2000).

Barrantes (2016) informa que en Ayacucho la enfermedad se inicia con unas pequeñas manchas cloróticas de forma irregular más o menos circulares en las hojas; en las quinuas pigmentadas, las manchas presentan una coloración púrpura (antocianescencia);

puede haber encrespamiento de hojas. En la cara inferior (envés) de la hoja correspondiente a las zonas cloróticas se puede observar una especie de pelusillas aterciopeladas de color gris constituidas por grupos de esporangioforos y esporangios del patógeno. A medida que la enfermedad avanza, la clorosis se generaliza en toda la hoja o queda localizada en un área y luego se necrosa. Las primeras hojas afectadas son generalmente las del tercio inferior de la planta, porque esta parte de la planta hay mayor concentración de humedad; luego avanza hacia las hojas superiores. En variedades muy susceptibles, las hojas de cualquier parte de la planta pueden presentar los primeros síntomas, sobre todo en las hojas del tercio superior.

El agente causal del mildiú ha sido propuesto como *Peronospora farinosa fs. chenopodi* (Dinamarca, 2010) a partir de los nombres anteriores *Peronospora effusa* y *P. farinosa fs. farinosa*. Sin embargo, las diferencias estructurales del micelio (oidiosporas y esporangioforos) y los estudios moleculares de aislamientos de las zonas productoras de quinua en distintos países parecen indicar que la quinua es parasitada por un complejo de *Peronospora*. Sin embargo, en el año 2015 se reclasifica al patógeno considerando su semejanza molecular con *Peronospora variabilis*, que parasita *Chenopodium álbum* (silvestre). Otros autores consideran que probablemente existan hasta cinco subespecies en el área de Suramérica.

1.2.2. Chupadera fungosa (*Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.*)

Barboza, et al. (2000); Danielsen, et al. (2003) sostienen que esta enfermedad es causada por patógenos del suelo, que pueden constituirse en un importante factor restrictivo del cultivo en parcelas con suelos pesados y húmedos, en años con alta precipitación. En el cultivo de quinua la chupadera fungosa se atribuye principalmente a varios patógenos: *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.* y *pythium sp.*

Gandarillas *et al.* (2014) indica que es una enfermedad que afecta en pre y post emergencia, causada por patógenos del suelo que pueden constituirse en un importante factor restrictivo del cultivo en parcelas con suelos pesados y húmedos en años con alta precipitación, o en suelos con alto contenido de materia orgánica. Los síntomas varían en función a la fase de desarrollo de la planta y al patógeno involucrado en el problema. Los síntomas característicos de la enfermedad se presentan en la fase cotiledonal (emergencia) con un estrangulamiento en el tallo de las plántulas a nivel del suelo. Los

síntomas pueden presentarse también en pre emergencia, pudriendo la radícula, la enfermedad avanza hasta podrir completamente la semilla, estos síntomas corresponden a *Rhizoctonia solani*.

Barrantes (2016) informa que en Ayacucho se ha registrado daños de necrosis en plántulas y plantas adultas de quinua, ubicados siempre a nivel del cuello de las plantas, que en plántulas pueden abarcar una parte de la raíz principal. La necrosis o pudrición es seca, con una coloración marrón pardo o pajizo en la zona afectada. Las plántulas afectadas se marchitan y después se secan. En plantas adultas la lesión es más severa; la necrosis o pudrición seca rodea el contorno de la base del tallo ocasionando el tumbado de la planta. Antes de tumbarse, las plantas muestran ligera marchitez y algo de amarillamiento en las hojas. Las plantas adultas son afectadas al momento de la floración y fructificación. Cuando el patógeno no llega a afectar todo el contorno del tallo, la lesión se mantiene estable, se alarga y la planta no se tumba. Son más frecuentes las infecciones en planta adulta; las plántulas son también susceptibles, pero evaden la enfermedad en edades tempranas en cultivos de campo. Aun cuando el inóculo se encuentra en el suelo, antes de la formación de granos las plantas no muestran susceptibilidad hasta que llegan a la fructificación.

El diagnóstico del patógeno se facilita por la forma de los daños, la presencia de micelio en los tejidos afectados y la morfología y color del micelio. De las raíces y tallos afectados se aísla un micelio marrón claro característico del hongo *Rhizoctonia solani*, conformado por hifas septadas, hifas en ángulo recto con septa y constricción en la base, células moniloides, pequeños colchones hifales blanquecinos, pequeños esclerotes de forma irregular, de color crema o marrón claro, pocos rizomorfos en las lesiones y abundantes en medios de cultivo.

1.2.3. Mancha foliar

Salas y Otazú (1975) afirma que la enfermedad es producida por el hongo *Ascochyta* sp., inicialmente se observan lesiones de un color pálido posteriormente son cremas e interiormente presentan puntitos negros correspondientes a las picnidias del hongo. El tamaño es de 0.5 a 1 cm. y en ocasiones las lesiones pueden abarcar toda la hoja y producir defoliación. Las variedades Tupiza, Illimani, Kancolla, Blanca de Juli, Blanca de Chucuito son resistentes.

Tapia, *et al.* (1979); Danielsen, *et al.* (2003); Tapia y Fries (2007) afirman que la mancha foliar es causada por el hongo *Ascochyta hyalospora*, no se conoce exactamente la distribución geográfica de esta enfermedad y aparentemente no representa mayor importancia económica.

Otazú (1977) indica que en el cultivo, el hongo produce como síntomas y signos, colonias de color verde oscuro con bordes blancos irregulares. Las picnidias (signos) son de color marrón oscuro con un diámetro variable entre 180-270 micrones. Las conidias son mayormente hialinas y típicamente bicelulares. Cultivos maduros pueden presentar conidias amarillentas y con 2 septas. El tamaño de éstas varía entre 20-25 x 8-11,5 micrones. La temperatura optima de crecimiento lineal *in vitro* está entre 20-25°C y con medio de cultivo óptimo APD (agar-papadextrosa).

El 2003, en la República Checa se realizó el primer reporte de la presencia de *Ascochyta caulina* en semillas de quinua procedentes de sud América y posteriormente en hojas y tallos de *Chenopodium glaucum* L., *C. murare* L. y otra *Chenopodiaceae atriplex sagittata* Borkh (Drimalkova 2003).

Barrantes (2016) indica que en Ayacucho las manchas foliares en quinua se desarrollan aisladas, de color pajizo a marrón claro o pardo claro, con borde poco definido o ligeramente marrón claro. Tienen formas más o menos circulares, que pueden juntarse y formar áreas necróticas de mayor tamaño. En el centro de la mancha se observan numerosos puntitos negros, que son las estructuras de fructificación del hongo o picnidios. Las manchas necróticas pueden estar acompañadas de zonas cloróticas, que depende de la edad de la lesión y del estado de reproducción del hongo. Las hojas afectadas se desprenden poco a poco, sobre todo las de mayor severidad. En las zonas productoras de quinua de Ayacucho, el patógeno también afecta los tallos, ocasionando manchas algo alargadas o irregulares, con características estructurales semejantes a las manchas de las hojas; en estas manchas del tallo también se forman los picnidios en menor proporción. La capacidad reproductiva del patógeno en hojas y tallos también ha posibilitado que se formen picnidios en las semillas, sin que se observen síntomas especiales en las cubiertas, tal como ocurre con el mildiú.

El agente causal de la mancha parda en las hojas tiene las estructuras de *Ascochyta hyalospora*, que forma picnidios redondeados, separados entre sí y ostiolados, en cuyo interior se producen muchos conidios bicelulares e hialinos (picnidiosporas). En los tallos se observó otra forma del hongo por sus conidios alargados o cilíndricos, hialinos y bicelulares.

1.2.4. Podredumbre marrón del tallo

Salas y Otazú (1975) indican que la enfermedad es causada por el hongo *Phoma sp.*, afecta principalmente al tallo y panoja. En estos órganos se observa lesiones de color marrón oscuro y borde aspecto vítreo que posteriormente abarca todo el diámetro del tallo, en el interior de esta lesión se encuentran puntitos negros correspondientes a las picnidias del hongo. El tamaño de las lesiones varía de 5 a 15 cm. y frecuentemente dan un aspecto “chupado al tallo”, la parte superior a partir de la lesión presenta clorosis y defoliación progresiva hacia el ápice y finalmente mueren. Al efectuarse el corte de las lesiones, se observa que interiormente el tallo está totalmente necrotizado, presenta una apariencia corchosa y ocasionalmente es posible observar el micelio del hongo de un color gris.

Tapia, *et al.* (1979) afirman que esta enfermedad es de mucha importancia en el Perú; fue reportada por primera vez en Puno, el año 1974, debido a los síntomas observados en el tallo, se la denominó podredumbre marrón del tallo, el agente causal fue clasificado como *Phoma exigua var. Foveata*. Es un patógeno de suelo que se presenta en áreas de alta humedad relativa y bajas temperaturas que corresponden a las zonas agroecológicas de valles interandinos y el altiplano.

Boerema (1976) menciona que *Phoma* corresponde a la división Ascomycota, clase Dothideomycetes y orden Pleosporales. Este hongo fue caracterizado por Boerema en 1976, presenta picnidias de consistencia pseudo parenquimatosa de forma globosa y color marrón oscuro con un diámetro promedio de 101 a 116 u.

Inoculaciones cruzadas han demostrado que *Phoma exigua var. Foveata* es el mismo patógeno que en papa ocasiona la gangrena de papa. Por lo tanto, aquellos sistemas de producción donde se incluye papa y se presenta esta enfermedad, la concentración del patógeno en suelo podría incrementarse rápidamente (Danielsen, *et al.* 2003).

1.2.5. Mancha ojival del tallo

Salas y Otazú (1975) indica que la enfermedad es producida por el hongo *Phoma sp.*, afecta principalmente a los tallos y en menor grado a ramas y pedúnculo florales. En estos órganos se observa lesiones de color blanquecino a gris en el centro y bordes marrones rodeados de un halo de apariencia vítrea, en el interior de las lesiones se observa puntos negros que corresponden a las picnidias del hongo. El tamaño frecuente de las lesiones es de dos a tres centímetros, en ataques intensos pueden juntarse varias lesiones y abarcar todo el diámetro del tallo. Las ramas y peciolos atacados mueren y se defolian.

Barrantes (2016) observó en plantas adultas dos formas de sintomatología causadas por *Phoma*. En la primera, los tallos, en ramas e incluso peciolos de las hojas, los inicios de la infección comienzan con lesiones o manchas necróticas pequeñas de forma alargada (5–15 mm), aisladas y blanquecinas que van creciendo y cambian a color marrón oscuro o casi negro; en forma característica las manchas tienen forma ovalada; en plantas susceptibles, las lesiones se juntan y afectan una mayor superficie en tallos y ramas. Esta necrosis ha sido propuesta como mancha ojival (1976 en Cusco). La segunda mancha se propone como mancha estriada de color blanquecino.

Los cultivares de mayor susceptibilidad desarrollan muchas manchas necróticas en los tallos; las necrosis más numerosas son las de color blanquecino (mancha estriada). En algunos cultivares, los tallos muestran ambas lesiones; otros cultivares solamente las lesiones blancas. En las zonas necróticas de las manchas se forman numerosos picnidios de color oscuro, redondeados, separados entre sí (mancha estriada) o juntos (mancha ojival), ostiolados, en cuyo interior se forman numerosos conidios pequeños, hialinos, unicelulares. Los conidios salen de los picnidios por el ostiolo en forma de chorro (mancha ojival) o no lo hacen (mancha estriada); los conidios que de una u otra manera eventualmente emergen por el ostiolo, se depositan sobre las lesiones para favorecer y facilitar su dispersión mediante el viento y la lluvia.

Las observaciones realizadas en Ayacucho y Cochabamba proponen la existencia de dos formas de necrosis por *Phoma*, por las características descritas; la mancha ojival es exclusiva del tallo y mancha estriada de tallos y hojas. La mancha ojival se

estableció inicialmente como *Phoma exigua* fs. *foveata* (Cusco) afectando solamente tallos. De la mancha estriada aún no se tiene evidencias de su presencia a nivel nacional, es decir no se ha reportado formalmente. El diagnóstico posterior del patógeno por SENASA-Lima (2015) indicó el nombre de *Phoma heteromorphospora* para el patógeno de la mancha ojival; no se percataron de la existencia de la mancha estriada en tallos y hojas.

Una tercera propuesta fue establecida como *Phoma chenopodii* en Norteamérica. Debido a la alta heterogeneidad del género *Phoma* en todos los continentes, la revisión taxonómica de las especies a nivel molecular indica cambios radicales en las denominaciones de los patógenos asociados a *Phoma* (American Phytopathological Society, 2009). Por ello, los nombres propuestos para los patógenos de estas necrosis en quinua son aún aproximaciones, hasta que se hagan las confirmaciones correspondientes de las especies.

1.2.6. Moho verde

Barrantes (2016) determinó que en las hojas de quinua se forman manchas necróticas circulares pequeñas (3 - 5 mm diámetro), que pueden juntarse y hacer manchas más grandes, cuyos bordes tienen una delgada línea de color marrón claro, poco visible, En el centro de la mancha necrótica se observa un punto redondeado de color negro que corresponde al crecimiento de micelio del patógeno; esta zona oscura se forma casi desde el inicio de aparición de la necrosis. Las lesiones comienzan como un punto pequeño de color pajizo que crece lentamente y en pocos días comienza a crecer micelio del hongo en la parte central. Esta es la diferencia clara y formal de esta necrosis, que se diferencia rápidamente de otras manchas necróticas. Las estructuras fungosas del patógeno en los puntos negros de las manchas se agrupan como un pequeño colchón de hifas de color verde petróleo con cientos de esporas pequeñas; el micelio se forma superficialmente sobre los tejidos necróticos. Este micelio corresponde a una especie del género *Cladosporium*.

1.2.7. Mancha circular

Testen, et al (2013) reporta en los Estados Unidos dicha enfermedad tanto en quinua como en la especie silvestre *Chenopodium album*.

Peralta, et al (2012) reclasifica al patógeno y denomina como *Passalora dubia*, su presencia fue reportada en parcelas de quinua en el Ecuador, donde se la conoce como mancha circular u ojo de gallo, por la forma de la mancha.

Whali et al (1990) indica que en las lesiones se forman las fructificaciones del hongo a manera de una capa compacta de conidióforos de apariencia afelpada de color gris claro.

Barrantes (2016) indica que en Ayacucho los síntomas por esta enfermedad se desarrollan en las hojas en todas las etapas fenológicas, generalmente del tercio inferior y medio de la planta; se observan lesiones necróticas redondeadas de color pajizo al centro y bordes color marrón pardo o rojizo según la variedad, generalmente aisladas que a veces se juntan para formar una lesión más grande. Cuando la mancha necrótica envejece y se seca, la parte central de la lesión se desprende y se observa un agujero de forma irregular. Las lesiones pueden estar acompañadas de zonas cloróticas, a veces grandes áreas cloróticas; parece ser que esta respuesta varía según el cultivar de quinua. La forma y color de la mancha necrótica es variable; redondeadas o ligeramente ovales; bordes marrón oscuros o marrón claro, delgados o engrosados. En cultivares no pigmentados, las lesiones tienen borde marrón acompañadas o no de clorosis; en cultivares pigmentados, las lesiones tienen borde oscuro delgado acompañado de una coloración rojiza.

Sobre las manchas necróticas o lesiones del haz de la hoja se forman muchas o pocas esporas del hongo; algunas lesiones no forman conidias o lo hacen tardíamente. El agente causal de esta enfermedad ha sido recientemente clasificado (2013) como *Passalora dubia*, reportado para la quinua en el área andina de Suramérica y en países de Europa y Norteamérica (países que comenzaron a cultivar quinua de los Andes). Las estructuras del hongo son conidias alargadas, hialinas, con 3 – 5 septas, que se forman sobre conidióforos cortos; su parte basal es algo más engrosada que la parte apical.

1.2.8. Esclerotiniosis

Barrantes (2016) indica que en Ayacucho los síntomas y daños en quinua por Sclerotinia pueden observarse en plantas jóvenes y adultas en inicio de formación de granos. Las lesiones se ubican en la parte media del tallo o cerca a la base; tienen color

pajizo o marrón claro, que se van extendiendo conforme avanza la infección. El daño se observa en la zona afectada como pudrición humedecida, ocasionando debilitamiento del tallo; las plantas afectadas se doblan, muestran marchitez y después se secan. La lesión en la base del tallo causa pudrición más lenta que conduce a la marchitez de la planta y su tumbado. En poco tiempo, las lesiones se cubren con un micelio blanco algodonoso, que produce esclerotes grandes (5 – 15 mm) de color negro sobre la lesión o en el interior del tallo. En las hojas que se encuentran cerca de las lesiones, el síntoma frecuente es una clorosis de hojas y marchitez lenta que conduce al secado de hojas, producto de la invasión del micelio que avanza por el tallo. También es frecuente observar lesiones en algunas hojas del tercio medio de la planta, desde las cuales el micelio puede trasladarse al tallo.

1.2.9. Pudrición gris

Barrantes (2016) observó lesiones en tallos de quinua de la parte media, de color pajizo si la lesión está algo seca y de color marrón si está húmeda; las lesiones son zonas de 3-5 cm de largo con rajadura longitudinal que muestra la parte interior del tallo y dentro de la cual se forma el micelio del hongo. La actividad del patógeno genera pudrición moderadamente húmeda que conduce a que el tallo se quiebre. Debido a la acción lenta del hongo, la lesión no avanza a lo largo del tallo mientras la planta está erguida; prontamente se rompe el tallo o queda doblado; cuando la humedad no favorece a la pudrición, el avance del daño se detiene y el tallo no se quiebra. En plantas pequeñas rezagadas en su crecimiento, la pudrición puede abarcar todo el tallo. No se observaron síntomas o presencia del patógeno en otros órganos de las plantas de quinua.

El diagnóstico del patógeno se favorece cuando en las lesiones o zonas dañadas se forma el micelio del patógeno (conidióforos, conidios y esclerotes pequeños). En la quinua se ha detectado por primera vez a *Botrytis cinerea* en zonas altas de cultivo (3400-3600 msnm); se plantea que este patógeno de altura es una de las razas o variedades del hongo, establecida durante mucho tiempo en zonas frías. Produce abundante micelio gris pajizo en la zona afectada del tallo, formado por conidióforos y cientos de conidios ovoides, unicelulares y hialinos.

1.2.10. Mancha necrótica pajiza

Barrantes (2016) indica que en Ayacucho las necrosis en las hojas tienen forma irregular ocupando áreas entre las nervaduras, que pueden ser localizadas o extensivas si la humedad en las hojas se mantiene alta. Las áreas enfermas son más visibles en la parte superior de la hoja, en partes localizadas del limbo y hacia los bordes; ocasionalmente se encuentran lesiones cerca a la parte central de la hoja. Las manchas tienen borde delgado, que rodea la zona enferma en forma poco definida; la zona central de la mancha es de color pajizo y sobre ella se forman ascocarpos globosos redondeados, de pared frágil que se rompen para liberar las estructuras del patógeno.

Las estructuras del patógeno en las manchas pueden ser numerosas o escasas, de color negro y de distribución irregular, se encuentran sumergidas en el parénquima. Los ascocarpos no tienen ostiolo (abertura apical) y son redondeados. En el interior del ascocarpo se encuentran ascas de doble pared, que contienen 8 ascosporas muriformes, no coloreadas, que corresponde a una especie de hongo del género *Leptosphaerulina*.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Ubicación de la investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el departamento de Ayacucho, provincia de Huamanga, en los distritos de Acocro y Chiara; zonas productoras de quinua, en cada localidad se ubicaron tres zonas o parcelas demostrativas con cultivo de quinua. La siguiente fase de trabajo se realizó en el laboratorio de fitopatología de la escuela profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

2.1.1. Ubicación política

Distrito : Acocro
Provincia : Huamanga
Departamento : Ayacucho

2.1.2. Ubicación geográfica (zona 18L)

Altitud : 3246 msnm.
Latitud : 13°13'06"Sur
Longitud : 74° 02'28"Oeste

2.1.3. Ubicación política

Distrito : Chiara
Provincia : Huamanga
Departamento : Ayacucho

2.1.4. Ubicación geográfica

Altitud : 3515 msnm.
Latitud : 13°16'24"Sur
Longitud : 74° 12'19"Oeste

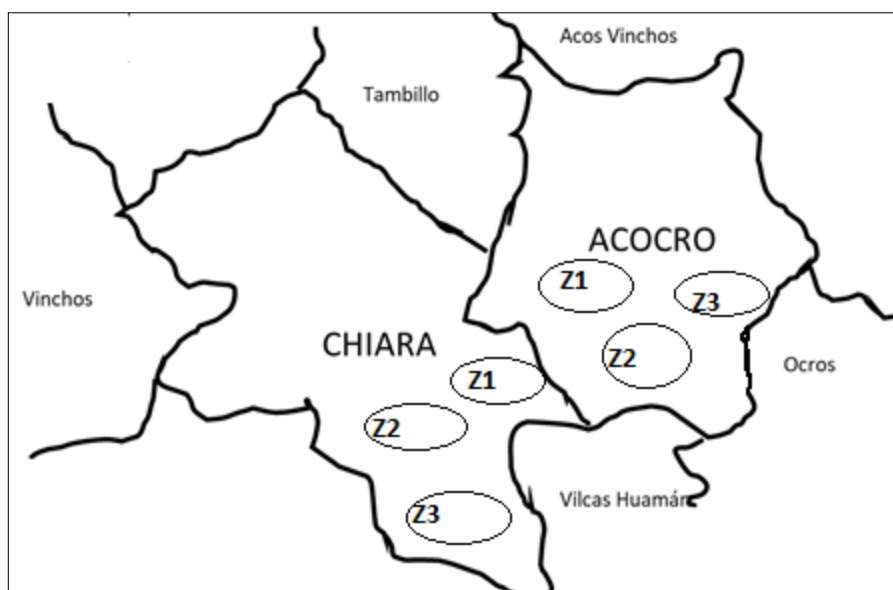


Figura 2.1. Croquis de parcelas y muestreo para cada zona de evaluación

2.2. Materiales y equipos

2.2.1. Materiales

- Papel toalla
- Cuchilla
- Marcador indeleble
- Bolsas plásticas
- Porta objetos
- Cubre objetos
- Cuaderno de campo
- Placa Petri
- Mecheros
- Tapers hermético
- Bisturí
- Pinzas
- Pipeta

2.2.2. Equipos

- Microscopio compuesto
- Estereoscopio
- Altímetro

2.2.3. Insumos

- Alcohol
- Hipoclorito de sodio al 0.5 % y 1.0%
- Lactofenol
- Agua estéril

2.3. Problemas específicos

1. ¿Cómo se expresa la sintomatología de casos patológicos en el cultivo de quinua en Acocro y Chiara?
2. ¿Cuáles son los patógenos asociados a la sintomatología de enfermedades en el cultivo de quinua en Acocro y Chiara?

2.4. Datos climatológicos

• ACOCRO

Durante la ejecución de la investigación que duró todo el periodo vegetativo de la quinua es decir seis meses desde diciembre del 2017 hasta mayo del 2018; también denominado siembra de campaña grande donde se aprovecha la precipitación pluvial para el crecimiento y desarrollo de la quinua, el clima en el distrito de Acocro se caracterizó por un clima frío y seco, donde las mayores precipitaciones pluviales ocurren entre los meses de enero y marzo con un promedio de 142,96mm/mes aproximadamente y una temperatura aproximada entre 11°C a 18°C.

• CHIARA

De igual forma la investigación se realizó en el distrito de Chiara, en la misma campaña agrícola 2017-2018, donde se aprovecha la precipitación pluvial para el cultivo de la quinua, en donde se registró algunos datos climatológicos que se percibió en la zona, en el transcurso del presente trabajo de investigación, se tuvo un ambiente de clima muy frío, una época bastante lluviosa, con una temperatura más o menos entre 7°C A 18°C, mayormente nublado en los distintos viajes realizados al lugar.

2.5. Fenología del cultivo

Para la evaluación de la prospección de hongos fitopatógenos se consideró la fenología del cultivo, es decir que realizamos el muestreo de las plantas afectadas por las diferentes enfermedades en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, dentro de ello consideramos las etapas de emergencia hasta la etapa de cuatro hojas verdaderas es afectada por el hongo fitopatógeno *Rhizoctonia solani*, en seguida desde las seis hojas verdaderas hasta el panojamiento es afectada por el hongo *Peronospora variabilis*, desde el panojamiento hasta la madurez fisiológica le afecta los siguientes hongos fitopatógenos: *Phoma*, *Leptosphaerulina sp.*, *Ascochyta hyalospora*, *Passalora dubia*, *Cladosporium sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Botrytis cinérea*.

2.6. Variedades del cultivo de quinua

Entre las variedades que se encontraron en la campaña agrícola 2017-2018 en el distrito de Acocro se encontró la variedad de la quinua Roja (Pasankalla), Blanca de Junín y Amarilla de Marangani; estas dos últimas en pequeñas cantidades en su mayoría en esta zona se dedican al cultivo de quinua roja.

En el distrito de Chiara se encontró en la campaña agrícola 2017-2018 la variedad de quinua roja (Pasankalla) y la blanca de Junín.

2.7. Instalación y conducción del estudio

2.7.1. Fase I: Trabajo de campo

a) Ubicación de las zonas de muestreo del cultivo de quinua.

- **Acocro:** Se identificó tres zonas de cultivo de quinua para realizar la prospección, donde se procedió con el respectivo muestreo de plantas con diversas sintomatologías, para ello se viajó cada 15 días a los respectivos lugares denominados Pantipampa, Pukuhuilca y Ccarhuaschoqe (Seccelambras) durante la campaña agrícola 2018.
- **Chiara:** De igual forma ubicamos las tres zonas de cultivo de quinua denominados Ciprespampa, Titankayocc y Kisuarpampa (Manallasacc), donde se realizó el muestreo respectivo de plantas afectadas por diversos patógenos que causaron diferentes sintomatologías en la campaña agrícola 2018.

b) Evaluación del porcentaje de incidencia por enfermedades.

Esta evaluación se ha realizado en Acocro y Chiara, cada una de ellas se distribuye en tres zonas de muestreo, en cada zona se ubicó un surco donde se procedió con el conteo de plantas entre enfermas y sanas, de acuerdo a la presencia de síntomas de las diversas enfermedades en el cultivo de quinua.

$$I = \frac{\text{Num. plantas enfermas}}{\text{Num. de plantas observadas}} \times 100$$

Dónde:

I = Intensidad o incidencia del daño o enfermedad

Para obtener el porcentaje de incidencia de las enfermedades, se recorrió el campo de cultivo y se eligió al azar un surco donde se procedió a contabilizar 20 plantas en total entre ellas enfermas y sanas, se realizó cinco repeticiones (R1, R2, R3, R4, R5), en cada zona de acuerdo a la presencia de síntomas, realizando así un muestreo general debido a la presencia de diferentes variedades, entre las variedades se puede mencionar la Blanca de Junín, la Amarilla de Maranganí y la Roja Pasankalla; la densidad de la siembra no es uniforme para cada parcela.

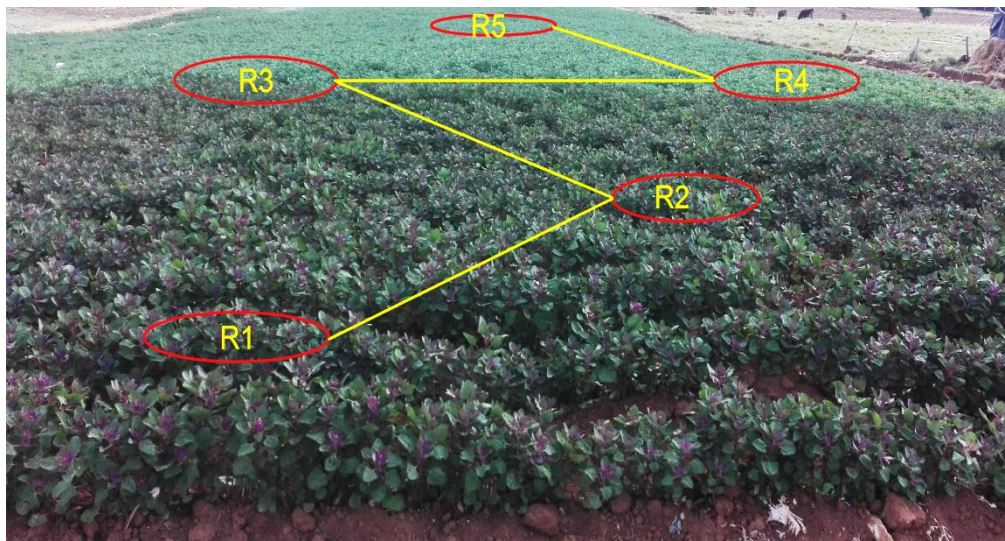


Figura 2.2. Croquis de evaluación de incidencia y muestreo de plantas enfermas

c) Descripción de las sintomatologías

La descripción sintomatológica se realizó en el mismo lugar de evaluación, para ello se ha realizado la observación minuciosa de las plantas de quinua con síntomas de diversos hongos fitopatógenos que afectan los diferentes órganos como tallos, hojas y raíces; los cuales fueron registrados en cuaderno de campo y fotografías.

d) Selección de plantas enfermas

La selección de plantas enfermas en el campo de cultivo se determinó mediante un recorrido al azar dentro de la parcela, en razón a que la prospección solo necesitó conocer la existencia de enfermedades y el grado de su presencia en el campo de cultivo de la quinua.

Se recolectó muestras de hojas, tallos y raíces de las plantas que presentaban síntomas de los diversos hongos fitopatógenos, recorriendo al azar todo el campo de

cultivo; dichas muestras se extrajeron con una cuchilla desinfectada en una solución de hipoclorito de sodio al 1,5%, posteriormente se colocó en papel toalla y bolsas plásticas luego se almacenaron para ser trasladado al laboratorio y realizar su análisis respectivo.

2.7.2. Fase II: Trabajo de laboratorio

Esta fase se realizó en el laboratorio de Fitopatología Vegetal de la Escuela de Agronomía de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

a) Preparación de cámara húmeda

Las hojas, raíz y tallo que se recolectó en campo son trasladados al laboratorio donde se realizó la respectiva selección de acuerdo a los síntomas que presentan cada una de las muestras y considerando de acuerdo a los órganos de la planta ya sea raíz, hojas y tallo; para luego ubicarlos en la cámara húmeda que es preparada en un recipiente de plástico hermético desinfectado en una solución de hipoclorito de sodio al 1,5%, en cuya base se colocó papel toalla húmeda y para evitar el contacto con las muestras se colocó sobre placas petri, todo ello con el propósito de crear condiciones favorables de humedad para el desarrollo rápido de las estructuras de propagación del patógeno que puedan estar involucrados de causar las diferentes enfermedades, las muestras permanecen en cámara húmeda durante siete días aproximadamente hasta poder realizar la respectiva identificación del patógeno.

Hojas: En el laboratorio de fitopatología vegetal se realizó la respectiva selección de acuerdo a los síntomas que presentaban cada una de las muestras de hojas de quinua, para ser ubicada en cámara húmeda que corresponde a un recipiente de plástico hermético desinfectado, donde se colocó en la base papel toalla humedecida con agua destilada, en seguida, para evitar el contacto con la base húmeda del recipiente y las muestras de hoja se colocó placas Petri, encima de estas se ubicó las hojas de quinua con sintomatologías de diferentes enfermedades, lo cual se realizó con el propósito de crear un ambiente favorable para la esporulación de las estructuras del patógeno, estas muestras permanecieron en cámara húmeda de cinco a siete días, para realizar su respectiva identificación del agente causal de la enfermedad.

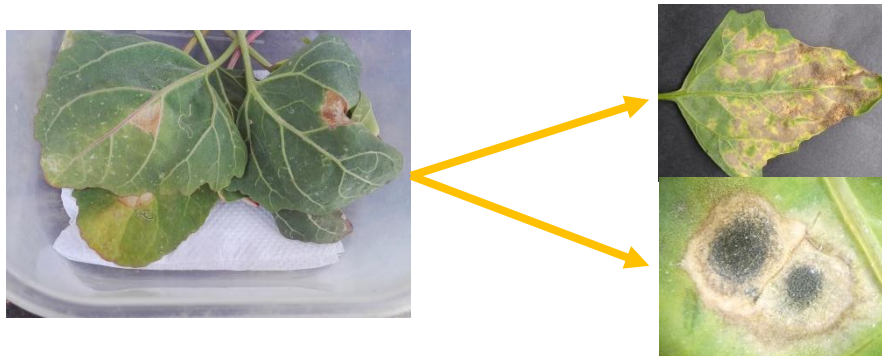


Figura 2.3. Hojas de quinua en cámara húmeda

Raíz: El procedimiento de cámara húmeda fue similar al de las hojas de quinua, con la diferencia de que el patógeno que afecta la raíz solo se trataba de *Rhizoctonia solani*, por lo que ya no hubo necesidad de seleccionar las muestras para su ubicación en cámara húmeda, estas muestras permanecen de cinco a siete días dependiendo de la esporulación de sus estructuras de propagación del patógeno.

Tallo: De acuerdo a la sintomatología que presentan las muestras de tallos fueron seleccionadas, se puso igualmente en la cámara húmeda preparada a base de papel toalla húmeda en la base del recipiente, encima de ello se ubicó las placas Petri, luego las muestras del tallo escogidos, estas se mantienen sellados por siete días para su respectiva identificación del patógeno.

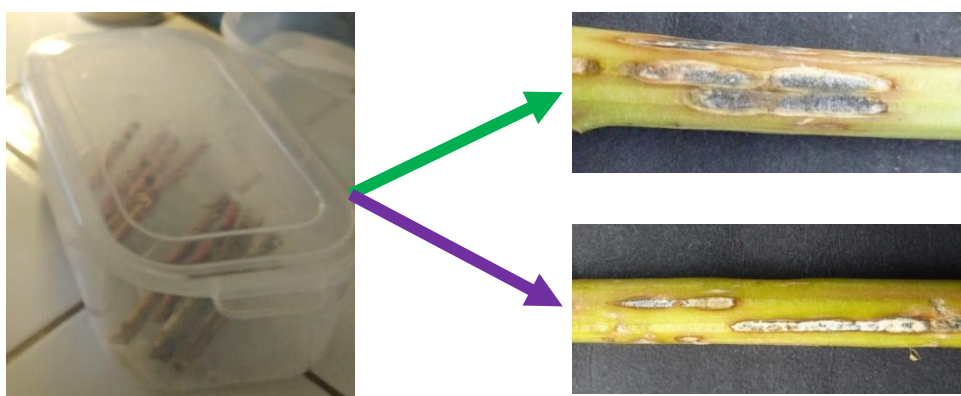


Figura 2.4. Tallos de quinua en cámara húmeda

b) Reconocimiento de estructuras

La identificación de patógenos como agente causal de las diferentes enfermedades se realizó microscópicamente, observando al estereoscopio, con ayuda de una pinza se realiza un raspado superficial en la parte donde se encuentra la lesión de la muestra. En

seguida se distribuye en una gota de agua destilada o una gota de lactofenol, que se encuentra sobre un portaobjetos limpio, la cual se cubre con una laminilla denominado cubreobjetos, evitando burbujas de aire, la misma es llevada al microscopio para su respectivo reconocimiento mediante sus características de su estructura, (estructuras portadoras de esporas) y la manera en que se disponen éstos, fueron las características más importantes y suficientes para sugerir la clase, orden, familia y género al cual pertenece el determinado patógeno.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación de la presencia de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua en las localidades de Acocro y Chiara

Sobre la base de los registros descriptivos y fotográficos de la sintomatología generada por diversos hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua, se procedió a agrupar los diversos casos patológicos, a fin de efectuar el análisis ordenado. De acuerdo a la zona de producción, diversidad de síntomas y el estado fenológico del cultivo, se ha considerado la evaluación por órgano afectado de la planta, que abarca la parte aérea (hojas y tallos) y raíces. El diagnóstico se efectuó en base a las muestras frescas, observándose macroscópicamente y microscópicamente para identificar los agentes causales fungosos.

Tabla 3.1. Porcentaje de Incidencia de hongos fitopatógenos en Pantipampa, Pukhuillca y Ccarhuaschoqe que comprende en el ámbito de Acocro

Hongos fitopatógenos	Pantipampa (%)	Pukhuillca (%)	Ccarhuaschoqe (%)	Promedio
<i>Rhizoctonia solani</i>	20	9	55	1.3%
<i>Peronospora variabilis</i>	95	55	10	53.3%
<i>Phoma exigua</i> fs. <i>foveata</i>	2	0	0	0.6%
<i>Passalora dubia</i>	0	0	1	0.3%
<i>Cladosporium</i> sp.	1	0	2	1%

Tabla 3.2. Porcentaje de incidencia de hongos Fitopatógenos en Ciprespampa, Kisuarpampa y Titankayocc que comprende en el ámbito de Chiara

Hongos fitopatógenos	Ciprespampa (%)	Kisuarpampa (%)	Titankayocc (%)	Promedio
<i>Peronospora variabilis</i>	30	20	15	21.6%
<i>Phoma exigua</i> fs. <i>Foveata</i>	2	10	5	5.6%
<i>Phoma</i> sp.	1	5	2	2.6%
<i>Passalora dubia</i>	65	25	10	33.3%
<i>Cladosporium</i> sp.	25	5	3	11%
<i>Leptosphaerulina</i> sp.	65	45	5	38.3%
<i>Ascochyta hyalospora</i>	8	5	1	4.6%
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	2	0	1	1%
<i>Botrytis cinérea</i>	0	3	2	1.6%

En la tabla 3.1 se observa que *Peronospora variabilis*, causante del mildiu, es el patógeno de mayor presencia en tres parcelas muestreadas de la localidad de Acocro, con 95, 55 y 10% de incidencia. Por su parte, en Chiara, el patógeno tuvo menor presencia en los tres anexos muestreados (30, 20, y 15%). Al respecto, se conoce que *P. variabilis* tiene amplia distribución en todos los lugares donde se cultiva quinua y es el que más incide anualmente en los cultivos de verano, probablemente porque el patógeno se propaga por semilla infectada. En Sudamérica ha sido reportado para Perú (Mujica, 1993; Apaza, 2000; Ames y Danielsen, 2001; Barrantes, 2016), Bolivia (Gandarillas et al., 2014), Colombia (Alandia, 1979) y Ecuador (Nieto, 1998), países que desarrollan el cultivo en forma comercial o para autoconsumo. Se confirma así que el mildiú es la enfermedad de mayor presencia en zonas intermedias a altas de cultivo de la quinua.

En cuanto a *Rhizoctonia solani*, causante de la chupadera fungosa, se diagnosticó solamente en tres parcelas de cultivo de la localidad de Acocro, con 20, 9 y 5% de incidencia, probablemente porque en esta zona la papa se cultiva en grandes extensiones y *Rhizoctonia* es abundante en los suelos. Durante los muestreos, no fue registrado el patógeno en las tres parcelas de quinua de la localidad de Chiara; es posible que su ausencia esté relacionada con las pocas superficies de cultivo de papa que se establecen en este distrito. De acuerdo a las referencias, *R. solani* es frecuente en muchas zonas donde se cultiva quinua en Sudamérica (Bolivia, Gandarillas et al., 2014; Ayacucho, Barrantes, 2016; Barboza et al., 2000; Danielsen, 2003).

El tercer patógeno registrado en las plantaciones de quinua, es *Phoma sp.*, que afecta principalmente los tallos. En la localidad de Acocro, solamente se detectó en una parcela de cultivo, con 2% de incidencia; mientras que en Chiara su presencia fue mayor y se diagnosticó dos especies lo que es la *Phoma exigua fs. foveata* que causa la enfermedad de podredumbre marrón del tallo; se observó en las tres parcelas muestreadas con incidencias de 2, 10 y 5% y *Phoma sp.* que se refiere a la mancha estriada del tallo, que se evidenció con 1, 5 y 2% de incidencia. La diferencia entre ambos lugares puede deberse a la menor cantidad de inóculo del hongo en los suelos o que las semillas no fueron portadoras del parásito, porque se tiene evidencias de que las especies de *Phoma*, que afectan a la quinua, pueden ser transmitidas por los granos de quinua (Barrantes, 2016; Gandarillas et al. 2014). El patógeno ha sido reportado en Bolivia (Gandarillas et al., 2014), Perú (Barrantes, 2016; Mujica, 1993; Apaza, 2000; Salas y Otazú, 1975; Tapia et al., 1979).

Otro patógeno de hojas, *Ascochyta hyalospora*, también constituye otro microorganismo potencial para el cultivo de quinua, pero con menores incidencias respecto a otras enfermedades, tal como se registró en la localidad de Chiara donde se obtuvo incidencias de 8, 5 y 1% en las parcelas muestreadas. No fue observado en las plantaciones de Acocro, pero se tiene evidencias de amplia presencia en otras zonas de cultivo (Quinua, Huamanguilla, Huanta, Tambo, Cangallo, Vilcashuamán; Barrantes, 2016). Su ausencia del patógeno en algunos lugares puede deberse en los suelos de cultivo o en las semillas, porque se tiene evidencias de que hasta dos especies de *Ascochyta* son transmitidas por los granos de quinua (Barrantes, 2016). Respecto a su presencia en otras latitudes se tiene referencias de su presencia en Cusco (Mujica, 1993; Salas y Otazú, 1975; Tapia et al., 1979; Tapia y Fries, 2007; Danielsen et al., 2007), en Ayacucho (Barrantes, 2016), Bolivia (Gandarillas et al, 2014), Colombia (Alandia, 1979) y Ecuador (Nieto, 1998).

Según las referencias de investigación, un nuevo patógeno foliar de la quinua, que se ha establecido en los últimos años en muchas regiones de cultivo, es el hongo *Passalora dubia*, reportado para Ayacucho afectando variedades de quinua Blanca de Junín, Cheweca, Kancolla, Pasankalla y cultivares locales (Barrantes, 2016). En la localidad de Acocro fue escaso en las parcelas muestreadas, con una incidencia de 1%., mientras que en Chiara su presencia fue alta con incidencias de 65, 25, 10%. Esta diferencia entre

localidades puede deberse a la calidad de la semilla usada en las siembras, porque se considera que *P. dubia* puede transmitirse por semilla de modo que en Chiara pudo haberse sembrado semilla contaminada (Barrantes, 2016). Al respecto, los reportes de este hongo indican que se encuentra en Bolivia (Gandarillas et al., 2014), Ecuador (Peralta et al., 2012), Norteamérica (Testen et al., 2013), Ayacucho (Barrantes, 2016) y Cuzco (R. Palomino, 2011; comunicación personal).

En relación a otro patógeno foliar, diagnosticado como *Leptosphaerulina sp.*, podemos indicar que no estuvo presente en las parcelas muestreadas de la localidad de Acocro, que puede estar relacionado a la calidad de la semilla o tipo de cultivares sembrados, porque se tiene evidencias que la quinua roja (Pasankalla) y quinua negra son resistentes al patógeno (Barrantes, 2016) y no ha sido reportado en otras zonas de cultivo del país y Bolivia. Su presencia fue alta en la localidad de Chiara, con incidencias de 65, 45 y 5%, que indican alguna condición predisponente para que el parasito haya mostrado alta actividad en el cultivo de quinua, debido a alta cantidad de inóculo en la semilla o en los suelos de cultivo. Para este hongo solamente se reporta su presencia en cultivares de quinua blanca en las localidades de Huamanguilla, Quinua y Cangallo (Barrantes, 2016).

Una enfermedad foliar de regular incidencia en el cultivo de quinua, para algunas localidades, es causada por el hongo *Cladosporium sp.* que afecta solamente las hojas de plantas en maduración. En la localidad de Acocro fue encontrado en dos parcelas muestreadas con incidencias bajas de 1 y 2%. En la localidad de Chiara su incidencia es más alta con valores de 25, 5 y 3%. De igual modo que en los casos anteriores para otras enfermedades, la diferencia entre localidades puede deberse a la cantidad de inóculo en los suelos y probablemente en las semillas, las variedades utilizadas (blancas son susceptibles; Barrantes, 2016). En las referencias de investigación no se encuentran reportes de este hongo en otras zonas de cultivo; solamente en Ayacucho.

Otros patógenos menos frecuentes en el cultivo de quinua, tal vez opcionalmente presentes por infecciones casuales, son *Sclerotinia sclerotiorum* que afecta los tallos y *Botrytis cinérea* en ramas y hojas de plantas adultas en maduración. Ambos patógenos solamente se encontraron en la localidad de Chiara con bajas incidencias de 2 y 1% para *S. sclerotiorum* y 3 y 2% para *B. cinérea*. En cuanto a su presencia en otros lugares de

cultivo, no se han reportado en Cochabamba Ecuador y Colombia, solamente fueron encontrados en Ayacucho afectando plantas adultas en maduración en la zona de Cangallo (Barrantes, 2016). Su ausencia en Acocro puede deberse a su irregular distribución en los terrenos de cultivo, como es frecuente.

3.2. Síntomas, características estructurales y taxonomía del patógeno

De acuerdo a los objetivos planteados de la sintomatología asociado a los casos patológicos en el cultivo de quinua y el diagnóstico de los patógenos asociados a las enfermedades evidenciadas en el cultivo de quinua, en Acocro y Chiara, se procede a describir los síntomas de cada una de las enfermedades encontradas en ambos distritos, con sus respectivos diagnósticos. Para ello, en la tabla 3.3. Nos indica los diferentes patógenos identificados de acuerdo a las zonas de producción de quinua.

Tabla 3.3. Patógenos reportados para el cultivo de quinua, en Acocro y Chiara

Hongos de raíz	Lugar
<i>Rhizoctonia solani</i>	Acocro
Hongos del tallo	Lugar
<i>Phoma exigua sf. foveata.</i>	Chiara y Acocro
<i>Phoma sp.</i>	Chiara
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Chiara
Hongos de hojas	Lugar
<i>Peronospora variabilis</i>	Acocro y Chiara
<i>Ascochyta hyalospora</i>	Chiara
<i>Passalora dubia</i>	Acocro y Chiara
<i>Leptosphaerulina sp.</i>	Chiara
<i>Cladosporium sp.</i>	Acocro y Chiara
<i>Botrytis cinérea</i>	Chiara

3.2.1. *Rhizoctonia solani*

Durante la prospección se observaron infecciones en plántulas y plantas adultas; las infecciones post emergentes fueron más frecuentes. Se ha registrado daños de necrosis en plántulas y plantas adultas de quinua, ubicados siempre a nivel del cuello de las plantas, que en plántulas pueden abarcar una parte de la raíz principal. La necrosis o pudrición es seca, con una coloración marrón pardo o pajizo en la zona afectada. Las plántulas afectadas por chupadera fungosa se marchitan y después se secan. En plantas adultas la lesión es más severa; la necrosis o pudrición seca rodea el contorno de la base del tallo ocasionando el tumbado de la planta. Las plantas

adultas son afectadas al momento de la floración y fructificación. Cuando al patógeno no llega a afectar todo el contorno del tallo, la lesión se mantiene estable, se alarga y la planta no se tumba. Son más frecuentes las infecciones en planta adulta; las plántulas son también susceptibles, pero evaden la enfermedad en edades tempranas en cultivos de campo. En pocos casos el patógeno destruye raíces; la parte única de daño severo es la zona del tallo a ras del suelo y unos 3 cm por debajo.



Figura 3.1. Plantas de quinua observada en campo con síntomas de *Rhizoctonia solani* que ocasiona la chupadera fungosa



Figura 3.2. Muestras de plantas llevadas al laboratorio con síntomas de *Rhizoctonia solani*

El diagnóstico del patógeno se facilita por la forma de los daños, la presencia de micelio en los tejidos afectados, la morfología y color del micelio. De las raíces y tallos afectados se aísla un micelio marrón claro característico del hongo *Rhizoctonia*

solani, conformado por hifas septadas, hifas en ángulo recto con septa y constricción en la base, células monilioides, pequeños colchones hifales blanquecinos, pequeños esclerotes de forma irregular, de color crema o marrón claro, pocos rizomorfos en las lesiones y abundantes en medios de cultivo. Se le incluye en la Clase Micelia Sterilia y el Orden Agonomycetales.

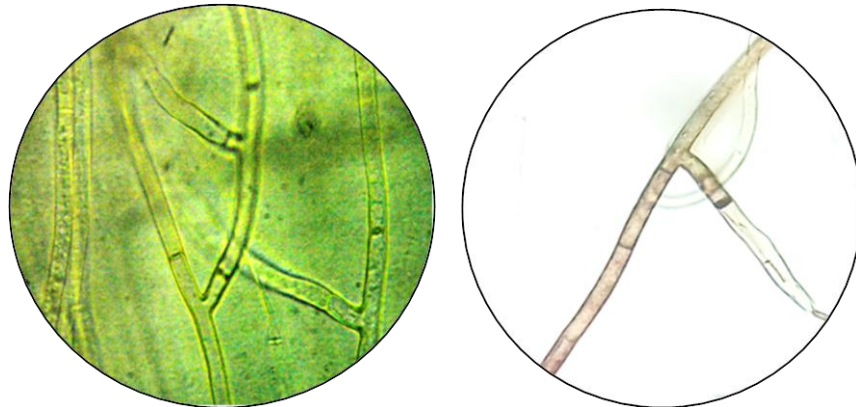


Figura 3.3. Micelio conformado por hifas septadas, observadas al microscopio a una escala de 400X

Este patógeno se encuentra presente en la quinua en todos los lugares donde anteriormente se cultivó papa y que la enfermedad de chupadera o tumbado de plantas será frecuente porque muchos de los cultivares de quinua son susceptibles o medianamente tolerantes a *R. solani*, tal como se observó en Cochabamba (Gandarillas et al., 2014) y Ayacucho (Lujan y Barrantes, 2018; comunicación personal). Además de ello, es consenso en los investigadores reconocer que *R. solani* es un habitante común del suelo que tiene capacidad polífaga al afectar muchos hospedantes cultivados y silvestres en las mismas chacras de cultivo (Beckman y Finch, 1980, Barboza et al., 2000; Barrantes, 2016). También se investigó que su ausencia en algunas zonas de cultivo depende mucho de los antecedentes de cultivo anteriores, puesto que el hongo permanece en los suelos por largos periodos de tiempo siempre que en campañas pasadas se cultivaron especies susceptibles, como la papa y arveja y no así en zonas de cultivo constante de cereales (cebada, trigo, avena) y tubérculos de oca y olluco (Barrantes, 2016; Gandarillas et al. 2014). Como se indicó anteriormente, la ausencia de *R. solani* en la localidad de Chiara puede ser explicada porque en la zona muestreada para quinua no tiene antecedentes de cultivos extensivos de papa, por el contrario, se siembra cereales, haba y alfalfa.

3.2.2. *Peronospora variabilis*

En las parcelas de la localidad de Acocro el mildiu, afecta el follaje de las plantas de quinua, en todas las zonas donde se cultive. Los síntomas son puntos y pequeñas manchas cloróticas en el haz de las hojas, que aumentan en tamaño a medida que el hongo se propaga en el área infectada, formando áreas cloróticas grandes e irregulares; estas manchas cloróticas posteriormente se vuelven necróticas y puede haber encrespamiento de hojas. Conforme se desarrollan las clorosis y necrosis, en el envés de las hojas y sobre las zonas infectadas se forma un micelio afelpado de color gris violeta constituido por las estructuras esporulativas del patógeno.

A medida que la enfermedad avanza, la clorosis se generaliza en toda la hoja o queda localizada en un área y luego se necrosa. Es común el desprendimiento de las hojas afectadas. Las primeras hojas afectadas son generalmente las del tercio inferior de la planta, porque esta parte de la planta hay mayor concentración de humedad; luego avanza hacia las hojas superiores. En variedades muy susceptibles, las hojas de cualquier parte de la planta pueden presentar los primeros síntomas, sobre todo en las hojas del tercio superior. El enanismo temprano de las plantas es otra forma de sintomatología del mildiú; las plantas muestran hojas con clorosis.



Figura 3.4. Plantas de quinua observadas en campo con síntomas de *Peronospora variabilis*

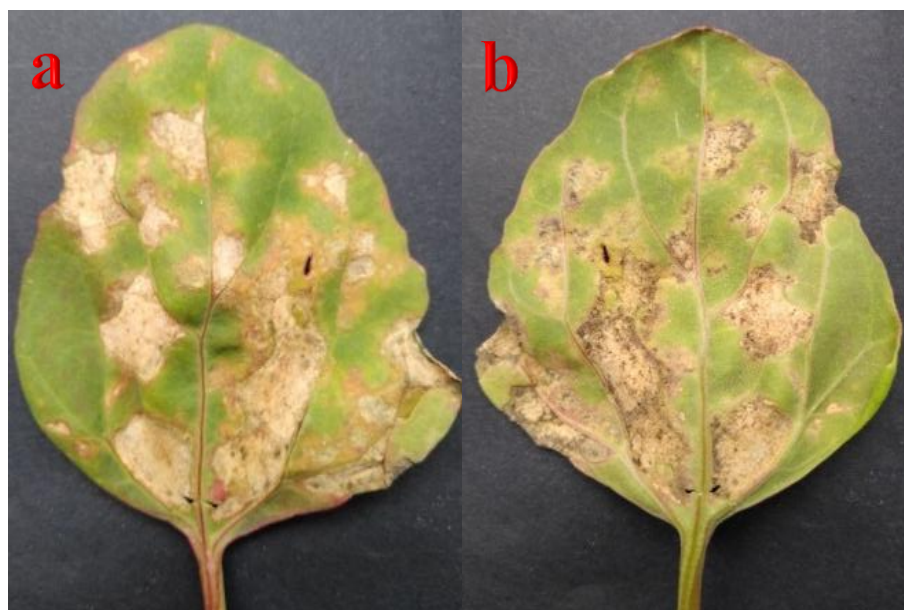


Figura 3.5. a. Haz de la hoja de quinua con presencia de micelio del mildiu
b. Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio

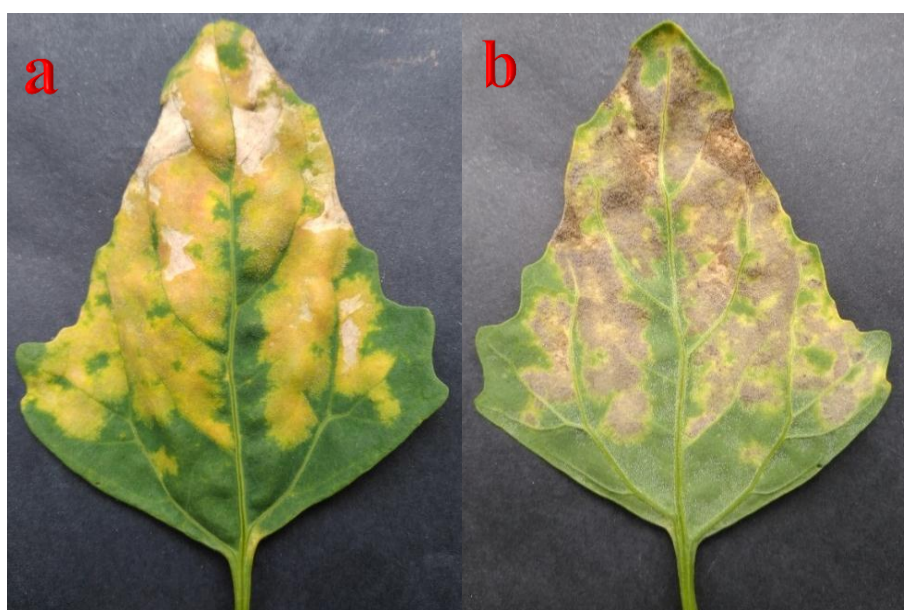


Figura 3.6. a. Haz de la hoja de quinua llevadas al laboratorio con síntomas de mildiu
b. Envés de la hoja de quinua con presencia de micelio

El agente causal del mildiú ha sido propuesto como *Peronospora farinosa* fs. *chenopodi* (Dinamarca, 2010) a partir de los nombres anteriores *Peronospora effusa* y *P. farinosa* fs. *farinosa*. Sin embargo, las diferencias estructurales del micelio (oidiosporas y esporangioforos) y los estudios moleculares de aislamientos de las zonas productoras de quinua en distintos países parecen indicar que la quinua es parasitada por un complejo de *Peronospora*. Sin embargo, en el año 2015 se

reclasifica al patógeno considerando su semejanza molecular con *Peronospora variabilis*, que parasita *Chenopodium album*. El patógeno se incluye en el nuevo reino Estramenopila y la clase Oomycetes; es un parásito obligado o biótrofo.



Figura 3.7. Esporas y esporangioforos observadas a una escala de 400X

Es el patógeno que tiene la más amplia distribución geográfica y buena capacidad patogénica afectando a cultivares de quinua en diferentes países como Perú, Ecuador, Bolivia (Alandia, 1979; Gandarillas et., 2014; Apaza, 2000; Barrantes, 2016) y países europeos y de norteamérica, donde existe mayor producción de quinua en condiciones que favorecen al mildiú. El patógeno se desarrolla en condiciones ambientales donde hay mayor humedad relativa en el aire, por lo que la enfermedad no se presenta con la misma intensidad en las diferentes zonas de producción (Mujica, 1997; Gandarillas et al., 2014). Con la prospección se determinó que en la zona de Acocro se presenta con mayor intensidad debido a la presencia de mayor humedad, ambiente fresco, de temperatura baja a moderada y la poca rotación de cultivos, que son factores que favorecen la propagación del patógeno, tal como se ha reconocido en Bolivia, Ecuador y Colombia (Nieto 1998, Gandarillas et., 2014; Solveig y Ames, 2008). Por otro lado en la zona de Chiara la presencia de esta enfermedad es menor en comparación con Acocro, debido a que en esa zona se cultiva la quinua en menores extensiones y se usa semilla local, se desarrollan mejor las rotaciones y se recogen los rastrojos de cosecha de quinua, además de que este patógeno se propaga a través de semillas (Gandarillas et al., 2014; Barrantes, 2016), y probablemente en Chiara utilizan las semillas locales no contaminadas y en menor proporción las variedades comerciales que sí están infectadas, porque no hay control de calidad de la semilla en la Región (Barrantes, 2016) en relación a Bolivia y Ecuador que sí tienen programas de producción de semillas con muy escaso porcentaje de transmisión de *Peronospora* por semilla (Gandarillas et al., 2014; Nieto, 1998).

3.2.3. *Phoma exigua* fs. *Foveata*

Este hongo produce la enfermedad denominada podredumbre marrón del tallo, esta afecta solamente los tallos, observándose lesiones de color marrón oscuro y bordes ligeramente oscuros con la zona central de color pajizo; las manchas necróticas pueden estar aisladas o juntas. Sobre las manchas se forman numerosos picnidios del hongo, de color oscuro y agrupados, dando un color ligeramente oscuro a la lesión. Según las variedades de quinua, las lesiones se pueden mostrar de diferente coloración, con bordes de color rosado oscuro.

Los casos observados en campos de cultivo indican que ocurren infecciones múltiples; en plantas con mayor daño por mildiú, las manchas del tallo se muestran con menor incidencia; sucede lo contrario cuando las lesiones por mildiú son menores. Otras evaluaciones de campo revelaron que las plantas enfermas con pasaloriosis u ojo de rana están más predispuestas para desarrollar mayor incidencia de manchas necróticas en el tallo.

La mancha de la podredumbre es exclusiva del tallo. Esta mancha se estableció inicialmente como *Phoma exigua* fs. *foveata* (Cusco) afectando solamente tallos. El diagnóstico posterior del patógeno por SENASA-Lima (2015) indicó el nombre de *Phoma heteromorphospora*. Una tercera propuesta fue establecida como *Phoma chenopodii* en Norteamérica. Taxonómicamente se le incluye en la División Ascomycota, Clase Dothideomycetes y el Orden pleosporales.



Figura 3.8. Muestras llevadas al laboratorio de *Phoma exigua* fs. *foveata*



Figura 3.9. Picnidios de *Phoma exigua fs. foveata* visto al estereoscopio

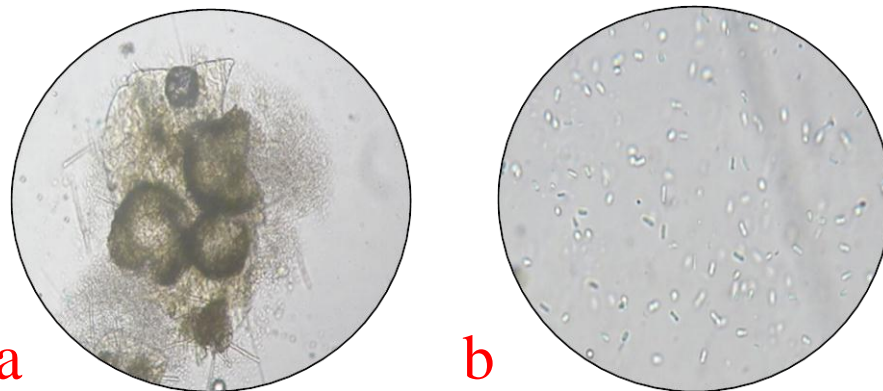


Figura 3.10. a. Picnidias de *Phoma exigua fs. Foveata* b. Conidias de *Phoma exigua fs. foveata* observadas a una escala de 600X

3.2.4. *Phoma sp*

El síntoma en los tallos se inicia como una mancha necrótica delgada de superficie blanquecina, con bordes oscuros delgados de color marrón claro, que se mantiene así, hasta que el parásito forma sus estructuras (picnidios); las manchas no cambian de color, como ocurre en la mancha de la podredumbre; en este caso los picnidios están separados entre sí en la zona blanquecina. Cuando la cantidad de picnidios es numerosa, la parte central de la mancha aparece de color oscuro, no por pigmentación de la epidermis sino por el color oscuro de los picnidios. Para esta segunda necrosis se propone el nombre de mancha estriada por las características de la lesión. Conforme maduran las lesiones (avanza la necrosis), aparecen los picnidios lentamente, a diferencia de la mancha ojival que es más rápida; las lesiones muestran un centro ligeramente oscuro por formación progresiva de picnidios, conservando una zona periférica de color pajizo; los conidios son pequeños, unicelulares y hialinos. La cantidad de picnidios en la mancha estriada es aproximadamente la mitad o menos, de la que se produce en la mancha de la podredumbre.

Esta enfermedad es frecuente en los cultivos de quinua en todos los campos de cultivo, durante la maduración de la panoja y de los granos. Puede observarse en tallos y ramas; también se presenta en hojas con menor incidencia.

En las zonas necróticas de las manchas se forman numerosos picnidios de color oscuro, redondeados, juntos, ostiolados, en cuyo interior se forman numerosos conidios pequeños, hialinos, unicelulares. Los conidios salen de los picnidios por el ostiolo en forma de chorro (mancha estriada).



Figura 3.11. Muestra de *Phoma sp.*

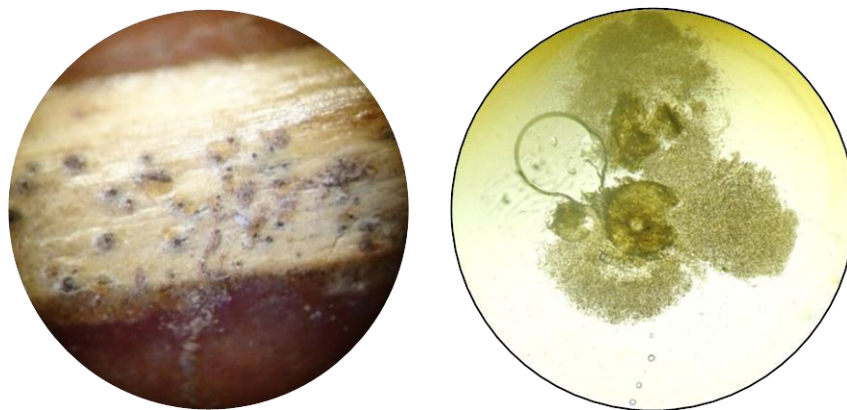


Figura 3.12. Picnidias y conidias *Phoma sp.*, observadas a una escala de 600X.

Las observaciones microscópicas mostraron la presencia de picnidias redondeadas de color oscuro que producen conidios unicelulares hialinos muy pequeños. Se incluyó al patógeno en el género *Phoma*.

Es otro patógeno de regular incidencia en el Perú y Bolivia, que requiere cortos periodos de alta humedad relativa (febrero marzo) y bajas temperaturas (Tapia et al., 1979; Gandarillas et al., 2014; Barrantes, 2016), condiciones que son frecuentes en la localidad de Chiara donde se determinó la mayor presencia del patógeno, en relación a Acocro donde es escaso debido probablemente a que en esta zona realizan aplicaciones

masivas de fungicidas a las plantas de quinua durante todo el periodo de crecimiento. De las dos formas de *Phoma*, detectadas en Ayacucho, que se diferencian en el color y forma de la lesión la mancha ojival o también denominada la podredumbre marrón del tallo que es exclusiva del tallo según Salas y Otazú, (1975), Gandarillas et al., (2014) y Barrantes (2016) y la mancha estriada que se presenta en tallos y hojas maduras, en ambos lugares solamente fue más evidente la podredumbre marrón del tallo. La baja incidencia puede deberse a que el patógeno no está muy distribuido en los campos de cultivo, a la intensidad de cultivo en las zonas y probablemente a la escasez de inóculo en los lotes de semilla (Barrantes, 2016).

3.2.5. *Leptosphaerulina* sp

Este hongo causa la enfermedad de la mancha necrótica pajiza. Las necrosis en las hojas tienen forma irregular ocupando áreas entre las nervaduras, que pueden ser localizadas o extensivas si la humedad en las hojas se mantiene alta. Las áreas enfermas son más visibles en la parte superior de la hoja, en partes localizadas del limbo y hacia los bordes; ocasionalmente se encuentran lesiones cerca a la parte central de la hoja. Las manchas tienen borde delgado, que rodea la zona enferma en forma poco definida; la zona central de la mancha es de color pajizo y sobre ella se forman ascocarpos globosos redondeados, individuales, de pared frágil que se rompen para liberar las estructuras del patógeno.



Figura 3.13. Muestras de hojas de quinua con sintomatología de *Leptosphaerulina* en laboratorio

Las estructuras del patógeno en las manchas pueden ser numerosas o escasas, de color negro y de distribución irregular, se encuentran sumergidas en el parénquima. Los ascocarpos no tienen ostiolo (abertura apical) y son redondeados. En el interior del ascocarpo se encuentran ascas de doble pared, que contienen 8 ascosporas muriformes, no coloreadas, que corresponde a una especie de hongo del género *Leptosphaerulina*, ubicado en la Clase Ascomycetos



Figura 3.14. Ascosporas de *Leptosphaerulina* observadas a una escala de 400X

El patógeno fue encontrado solo en la localidad de Chiara, debido a que es un hongo con escasa distribución en las zonas de cultivo y que no se reproduce masivamente como otros patógenos de la quinua (Barrantes, 2016). Además, el hongo tiene hábitos polífagos y puede afectar a otras especies de cultivos en la zona y que ocasionalmente se traslada a la quinua afectando hojas, pero con baja incidencia (Barrantes, 2016). Aunque su presencia es frecuente en los cultivos de quinua blanca en panojamiento y maduración de granos, su incidencia alta en Chiara, con incidencia moderada, sugiere que el patógeno es frecuente en otros cultivos que se siembran continuamente como leguminosas, oca y mashua, que son también hospedantes de este patógeno (Barrantes, 2016). Por los demás, no ha sido reportado en otros países de Suramérica y no existen referencias nacionales ni regionales (Gandarillas, 2014; Salas y Otazú, 1977; Alandia et. al 1979).

3.2.6. *Ascochyta hyalospora*

Las manchas foliares se desarrollan aisladas, de color pajizo a marrón claro o pardo claro, con borde poco definido o ligeramente marrón claro. Tienen formas más o menos circulares, que pueden juntarse y formar áreas necróticas de mayor tamaño. En

el centro de la mancha se observan numerosos puntitos negros, que son las estructuras de fructificación del hongo o picnidios, por lo que se denominó como mancha parda. Las manchas necróticas pueden estar acompañadas de zonas cloróticas, que depende de la edad de la lesión y del estado de reproducción del hongo. Las hojas afectadas se desprenden poco a poco, sobre todo las de mayor severidad. En las zonas productoras de quinua de Ayacucho, el patógeno también afecta los tallos, ocasionando manchas algo alargadas o irregulares, con características estructurales semejantes a las manchas de las hojas; en estas manchas del tallo también se forman los picnidios en menor proporción. La capacidad reproductiva del patógeno en hojas y tallos también ha posibilitado que se formen picnidios en las semillas, sin que se observen síntomas especiales en las cubiertas, tal como ocurre con el mildiú.

La enfermedad afecta, de igual modo, a plantas adultas desde el inicio de formación de los granos, en hojas grandes o pequeñas a lo largo del tallo. Las necrosis permanecen intactas o se agrietan, según la edad de las lesiones. En algunos momentos, las lesiones pueden confundirse con las necrosis del mildiú por la coloración de la zona afectada y no formarse picnidios; sin embargo, los síntomas de mildiú se diferencian porque van acompañadas de clorosis y la mancha parda en sus inicios no tiene clorosis o no la desarrollan.

El agente causal de la mancha parda en las hojas tiene las estructuras de *Ascochyta hyalospora*, que forma picnidios redondeados, separados entre sí y ostiolados, en cuyo interior se producen muchos conidios bicelulares y hialinos (picnidiosporas). En los tallos se observó otra forma del hongo por sus conidios alargados o cilíndricos, hialinos y bicelulares. El patógeno ha sido incluido en la Clase Coelomycetes y el Orden Sphaeropsidales (anamorfo). Su fase asexual (telemorfo) se ubica en el género *Didymella*.



Figura 3.15. Muestras de hojas de quinua con síntomas de *Ascochyta hyalospora*



Figura 3.16. Picnidios y picnidiosporas de *Ascochyta hyalospora* observadas a una escala de 400X

La presencia del patógeno solo en la localidad de Chiara con incidencias intermedias, indica que probablemente las semillas fueron portadoras del hongo en baja proporción o que el inóculo provino del campo de cultivo donde anteriormente se cultivó quinua y se presentó la enfermedad (Barrantes, 2015; Gandarillas et al., 2014; Nieto, 1998). Su ausencia en Acocro puede deberse a que en esta zona el cultivo de quinua recibe aplicaciones masivas de fungicidas para prevenir las enfermedades (Barrantes, 2016). También fue reportado en todas las zonas de cultivo de Suramérica y otros países donde actualmente se cultiva quinua (México, Norteamérica, Europa, África), según las referencias (Gandarillas et al., 214; Danielsen, 2003; Tapia y Fries, 2007; Barrantes, 2016); este amplio reporte de su presencia en cultivos actuales puede ser un indicador y

a la vez confirmación de que *Ascochyta hyalospora* y otras especies son transmitidas por semilla (Barrantes, 2016). Por las investigaciones regionales en Perú, se puede plantear que este hongo es endémico de la zona andina y que hoy se ha distribuido a otros países por transmisión probable a través de la semilla, como ya se comprobó en Ayacucho (Barrantes, 2016) y se sospecha lo mismo en Bolivia (Gandarillas et al., 2014) y Ecuador (Nieto, 1998).

3.2.7. *Passalora dubia*

La *Passalora dubia* causa la enfermedad denominada pasaloriosis o mancha circular. Los síntomas se desarrollan en las hojas de todas las edades, generalmente del tercio inferior y medio de la planta; se observan lesiones necróticas redondeadas de color pajizo al centro y bordes color marrón pardo o rojizo según la variedad, generalmente aisladas que a veces se juntan para formar una lesión más grande. Cuando la mancha necrótica envejece y se seca, la parte central de la lesión se desprende y se observa un agujero de forma irregular. Las lesiones pueden estar acompañadas de zonas cloróticas, a veces grandes áreas cloróticas; parece ser que esta respuesta varía según el cultivar de quinua. La cantidad de manchas necróticas por hoja puede variar entre 2 y 14. La forma y color de la mancha necrótica es variable; redondeadas o ligeramente ovales; bordes marrón oscuro o marrón claro, delgado o engrosado. En cultivares no pigmentados, las lesiones tienen borde marrón acompañadas o no de clorosis; en cultivares pigmentados, las lesiones tienen borde oscuro delgado acompañado de una coloración rojiza.



Figura 3.17. Muestras de hojas de quinua con síntomas de *Passalora dubia*

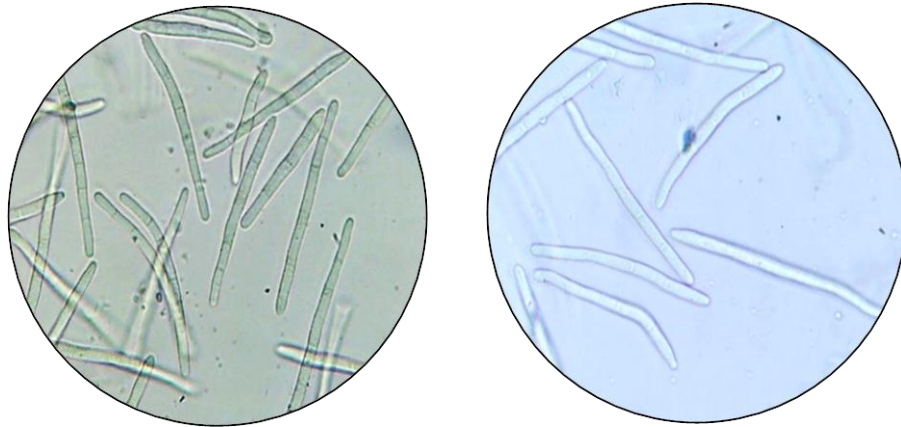


Figura 3.18. Conidias de *Passalora dubia* observadas a una escala de 400X

Sobre las manchas necróticas o lesiones del haz de la hoja se forman muchas o pocas esporas del hongo; algunas lesiones no forman conidias o lo hacen tardíamente. El agente causal de esta enfermedad ha sido recientemente clasificado (2013) como *Passalora dubia*, reportado para la quinua en el área andina de Suramérica y en países de Europa y Norteamérica (países que comenzaron a cultivar quinua de los Andes). Las estructuras del hongo son conidias alargadas, hialinas, con 3 – 5 septas, que se forman sobre conidioforos cortos; su parte basal es algo más engrosada que la parte apical. La zona necrótica surge de color marrón; posteriormente la formación de conidias cubre toda la lesión y toma un color blanquecino, conservando el borde oscuro. Se le clasifica dentro de los Dothideomycetes y el Orden Capnodiales.

El patógeno reportado en Chiara con mayor incidencia, revela con cierta seguridad la probabilidad de haber sido transmitido por semilla, en razón a que *Passalora* es un patógeno recientemente introducido a Ayacucho y que alguna de las variedades, como Blanca de Junín, pudo haber sido portadora del patógeno. Su ausencia en Acocro también puede ser un indicador que las semillas no fueron portadoras del hongo o que se aplicaron fungicidas dirigidos a *Peronospora*, pero que también hicieron efecto en *Passalora*. Otra señal de su transmisión por semilla es también se percibe al haber sido reportado en Norteamérica, Ecuador y Bolivia (Testen et al., 2013; Peralta et al., 2012; Gandarillas et al., 2014). Por estas consideraciones, el reporte de su presencia en Ayacucho es evidencia que ya está presente en esta región al haber sido introducido con los nuevos cultivares que procedieron de Cusco y probablemente también de Junín y Andahuaylas (Barrantes, 2016).

3.2.8. *Cladosporium sp*

En las hojas se forman manchas necróticas circulares pequeñas (3 - 5 mm diámetro), que pueden juntarse y hacer manchas más grandes, cuyos bordes tienen una delgada línea de color marrón claro, poco visible. En el centro de la mancha necrótica se observa un punto redondeado de color negro que corresponde al crecimiento de micelio del patógeno; esta zona oscura se forma casi desde el inicio de aparición de la necrosis. Las lesiones comienzan como un punto pequeño de color pajizo que crece lentamente y en pocos días comienza a crecer micelio del hongo en la parte central, por lo que se denomina la enfermedad del punto negro. Esta es la diferencia clara y formal de esta necrosis, que se diferencia rápidamente de otras manchas necróticas. Las estructuras fungosas del patógeno en los puntos negros de las manchas se agrupan como un pequeño colchón de hifas de color verde petróleo con cientos de esporas pequeñas; el micelio se forma superficialmente sobre los tejidos necróticos. Este micelio corresponde a una especie del género *Cladosporium*, que se incluyen en la División Ascomycota, Clase Dothideomycetes y el Orden Capnodiales.



Figura 3.19. Muestras de hojas de quinua con síntomas de *Cladosporium sp*

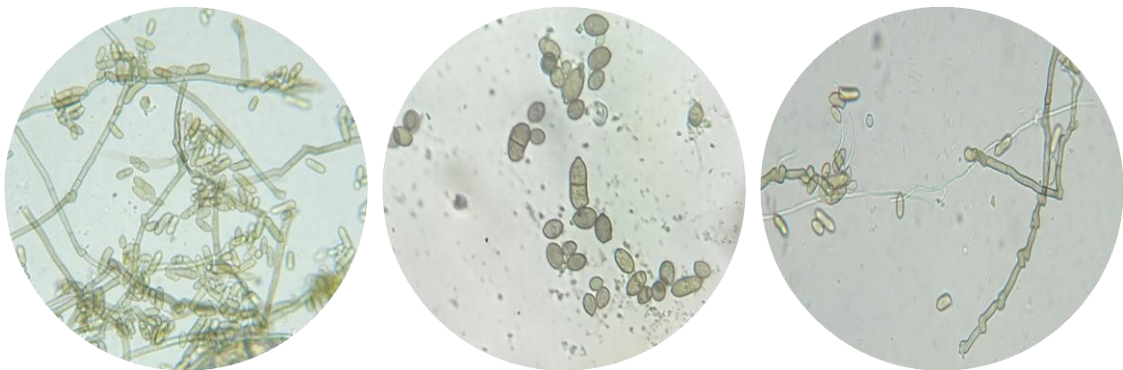


Figura 3.20. Hifas y conidios de *Cladosporium sp*. observadas a una escala de 600X

Fue ubicado con alta incidencia en Chiara y escasamente en Acocro, que confirma su constante frecuencia en los campos de cultivo de quinua aun cuando es un patógeno débil en las plantaciones en lugares con mayor humedad relativa en el aire, en los meses de febrero y marzo, ocasionando manchas necróticas características de este género de hongo. Su presencia permanente en las plantas de quinua blanca constituye en un indicador de la susceptibilidad de los cultivares en ciertos estados fenológicos (floración y maduración de granos; Barrantes, 2016). Solamente ha sido reportado en Bolivia (Gandarillas et al., 2014) como un moho verde, afectando hojas en las fase de maduración de las plantas, ocasionándoles cierto grado de defoliación y que necesita de alta humedad relativa del aire en las hojas en los meses de marzo y abril; indica también que es importante la presencia del inóculo en el campo de cultivo, porque se disemina fácilmente por el viento y probablemente es un habitante frecuente en muchos suelos de cultivo.

3.2.9. *Botrytis cinérea*

La enfermedad de la pudrición gris es causada por *Botrytis* es frecuente y ampliamente distribuidas en hortalizas, plantas ornamentales, frutales. Aparecen principalmente en forma de tizones de inflorescencias y pudriciones del fruto, chancros o pudriciones del tallo, chupadera de plántulas, manchas foliares, pudriciones de tubérculos, frutas, bulbos y raíces de reserva. En plantas adultas de quinua se observó lesiones irregulares con manchas de color marrón, que abarca desde la margen superior de la hoja de quinua y en tallos de la parte media, de color pajizo si la lesión esta algo seca y de color marrón si está húmeda; las lesiones son zonas de 3-5 cm de largo con rajadura longitudinal que muestra la parte interior del tallo y dentro de la cual se forma el micelio del hongo. La actividad del patógeno genera pudrición moderadamente húmeda que conduce a que el tallo se quiebre. Debido a la acción lenta del hongo, la lesión no avanza a lo largo del tallo mientras la planta está erguida; prontamente se rompe el tallo o queda doblado; cuando la humedad no favorece a la pudrición, el avance del daño se detiene y el tallo no se quiebra. En plantas pequeñas rezagadas en su crecimiento, la pudrición puede abarcar todo el tallo.



Figura 3.21. Síntomas de *Botrytis cinérea* en hojas de quinua

El diagnóstico del patógeno se favorece cuando en las lesiones o zonas dañadas se forma el micelio del patógeno (conidióforos, conidios y esclerotes pequeños). En la quinua se ha detectado por primera vez a la especie *Botrytis cinerea* en zonas altas de cultivo (3400-3600 msnm); se plantea que este patógeno de altura es una de las razas o variedades del hongo, establecida durante mucho tiempo en zonas frías. Produce abundante micelio gris pajizo en la zona afectada del tallo u hoja, formado por conidióforos y cientos de conidios ovoides, unicelulares y hialinos. Se le incluye en la clase Leotiomycetes y el Orden Helotiales.

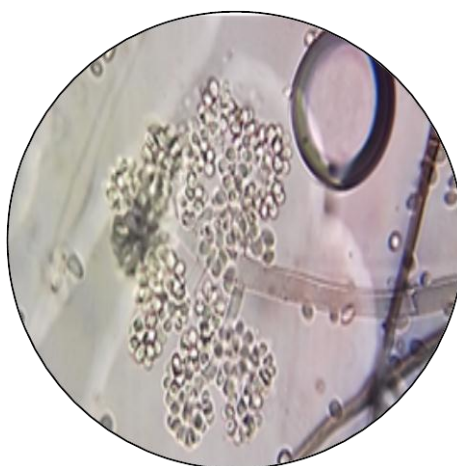


Figura 3.22. Conidióforos y conidios de *Botrytis cinérea*

Se registró su presencia solamente en la localidad de Chiara afectando hojas, con baja incidencia, lo cual confirma que no es frecuente en las plantaciones y resulta un patógenos ocasional cuando el inóculo está disponible en la zona de cultivo, aunque también se tiene evidencias de que el hongo puede ser transmitido por las semillas

(Barrantes, 2016). No fue detectado en la zona de Acocro, probablemente porque en esta zona se aplican varios fungicidas a la quinua durante el crecimiento. Este patógeno no ha sido reportado en otros países ni en otras regiones de Perú; solamente se encontraron daños significativos en Ayacucho causando necrosis y quebrado del tallo en la parte central de plantas pequeñas y adultas en maduración (Barrantes, 2016). De igual modo, como en otras enfermedades de la quinua, la pudrición gris que ocasiona *Botrytis cinerea* requiere de alta humedad en la atmósfera y las plantas, que ocurre en los meses de febrero y marzo e incluso abril, cuando las plantas han iniciado la maduración de la panoja. Su presencia solamente en las hojas de la quinua puede deberse a una infección tardía por inóculo del mismo campo o quizás una muy baja contaminación de semillas que no logró alcanzar los tallos, donde normalmente ocurren las infecciones (Barrantes, 2016).

3.2.10. *Sclerotinia sclerotiorum*

Este patógeno causa la enfermedad de la esclerotiniosis, los síntomas y daños en quinua por *Sclerotinia* pueden observarse en plantas jóvenes y adultas en inicio de formación de granos. Las lesiones se ubican en la parte media del tallo o cerca a la base; tienen color pajizo o marrón claro, que se van extendiendo conforme avanza la infección. El daño se observa en la zona afectada como pudrición humedecida, ocasionando debilitamiento del tallo; las plantas afectadas se doblan, muestran marchitez y después se secan. La lesión en la base del tallo causa pudrición más lenta que conduce a la marchitez de la planta y su tumbado. En poco tiempo, las lesiones se cubren con un micelio blanco algodonoso, que produce esclerotes grandes (5 – 15 mm) de color negro sobre la lesión o en el interior del tallo. En las hojas que se encuentran cerca de las lesiones, el síntoma frecuente es una clorosis de hojas y marchitez lenta que conduce al secado de hojas, producto de la invasión del micelio que avanza por el tallo. También es frecuente observar lesiones en algunas hojas del tercio medio de la planta, desde las cuales el micelio puede trasladarse al tallo.

Esta enfermedad es provocada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, de la Clase Ascomycetes. Sus estructuras fungosas de conservación son esclerocios negros grandes de forma irregular; se propaga mediante ascosporas que producen los apotecios que se forman sobre los esclerotes. El hongo inverna en los suelos agrícolas en forma de esclerotes y micelio que coexiste de manera saprofítica. No es un patógeno particular de

la quinua, porque el hábito polífago de la especie de facultad determinarlo en muchas especies de plantas en diversas zonas geográficas de cultivo.



Figura 3.23. Muestras de tallos con síntomas de *Sclerotinia sclerotiorum*

Es también un hongo ocasional en algunas zonas de cultivo porque no ha sido reportado para el cultivo de quinua ni en Bolivia, Ecuador, Norteamérica ni países europeos donde hoy se cultiva (Gandarillas et al. 2014; Nieto, 1998; Danielsen et al., 2006); tampoco se reporta para Perú en las mayores zonas productoras de quinua como Cusco, Arequipa, Puno, Huancavelica, Apurímac, pues solamente se lo encontró afectando tallos de quinua blanca de manera significativa en Ayacucho (Barrantes, 2016). En el presente trabajo de prospección el patógeno fue encontrado solo en la localidad de Chiara, también con incidencia baja; se considera que las infecciones pueden estar ligadas a la presencia de *Sclerotinia sclerotiorum* en los suelos donde se cultivó papas susceptibles (Yungay, Canchán, Peruanita, Yuraq Sisa), pues el hongo puede infectar con facilidad a las quinuas susceptibles, que generalmente son los cultivares susceptibles (Blanca de Junín, Cheweca, Blanca de Juli, Hualhuas, Real y varios cultivares locales (Barrantes, 2016).

CONCLUSIONES

1. En el distrito de Acocro, el fitopatógeno que presentó mayor incidencia fue *Peronospora variabilis* con 53.3 % seguido de *Rhizoctonia solani* con 11.3 % y *Cladosporium sp.*, con 1 %.
2. En el distrito de Chiara, el fitopatógeno que tuvo mayor incidencia fue *Leptosphaerulina sp.* 38.3 % luego *Passalora dubia* con 33.3 % seguida de *Peronospora variabilis* con 21.6 %.
3. De todos los fitopatógenos reconocidos en las dos zonas el que tuvo mayor prevalencia fue *Peronospora variabilis*.
4. De todos los síntomas observados en las dos zonas de estudio, estos estaban localizados casi en su totalidad en la parte aérea de la planta causando diferentes tipos de manchas foliares; además se han descrito los síntomas producidos por los hongos *Peronospora variabilis*, *Phoma exigua* fs. *foveata*, *Phoma sp.*, *Leptosphaerulina sp.*, *Ascochyta hyalospora*, *Passalora dubia*, *Cladosporium sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Botrytis cinérea*.
5. En Chiara se identificó nueve patógenos fungosos afectando hojas, tallo y raíz de la quinua (*Peronospora variabilis*, *Phoma exigua* fs. *foveata*, *Phoma sp.*, *Leptosphaerulina sp.*, *Ascochyta hyalospora*, *Passalora dubia*, *Cladosporium sp.*, *Sclerotinia sclerotiorum* y *Botrytis cinérea*) y en Acocro se identificó cinco patógenos fungosos afectando hoja, tallo y raíz de la quinua (*Rhizoctonia solani*, *Peronospora variabilis*, *Phoma exigua* fs. *foveata*, *Passalora dubia*, *Cladosporium sp.*).

RECOMENDACIONES

1. Realizar una serie de investigaciones relacionados a la prospección en donde se evalúe cada enfermedad considerando las etapas fenológicas y la variedad del cultivo de quinua.
2. Realizar estudios en otras zonas productoras de quinua de la región Ayacucho, enfatizando evaluaciones en cuanto a severidad e incidencia.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

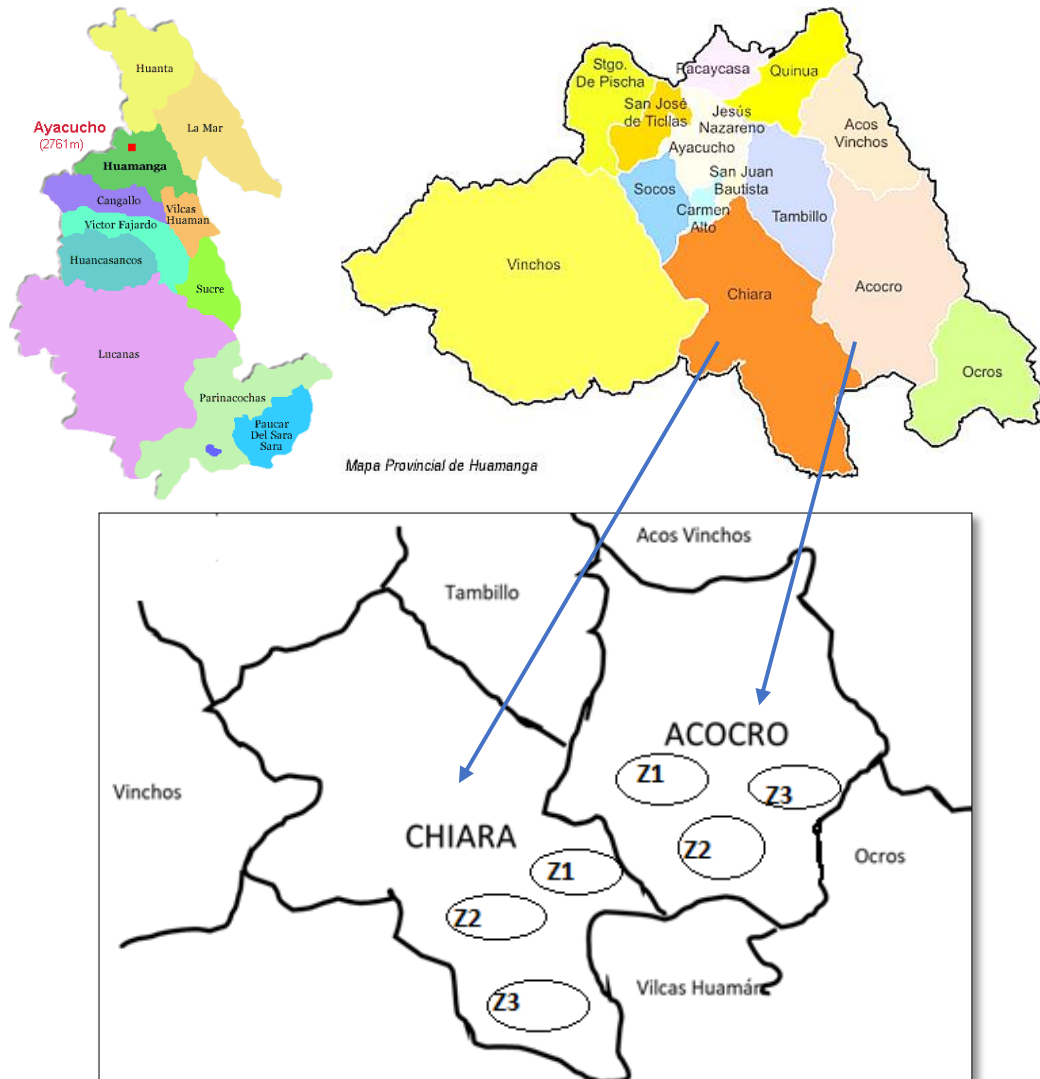
- Alandía, S. 1979. Enfermedades. En: Quinoa y Cañihua. Cultivos Andinos. Tapia et al. (Ed.), IICA, Bogotá, Colombia. 137-144 pp.
- Apaza, M. y Delgado, M. 2005. Manejo y mejoramiento de quinua orgánica. Serie Manual N° 01. INIA. Puno-Perú.
- Apaza, V. 2000. Evaluación de resistencia al Mildiu (*Peronospora farinosa*) en quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). PREDUZA -INIA-Puno-Perú. 16 p.
- Barboza, J; Ames, T; Jacobsen, SE.2000. Reducción de la germinación y muerte de plantas de *Chenopodium quinoa* causadas por *Rhizoctonia* y *Fusarium*.
- Barnett, H. L. & B.B. Hunter, 1998. Illustrated genera of imperfect fungus. Fourth edition. APS PRESS. The American Phytopathological Society St. Paul, Minnesota. 218 pág. 6. Bianchini, A., Maringoni
- Barrantes Del A., F. 2016. Enfermedades de la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Ayacucho. Programa de Investigación en Cultivos Andinos PICA. EPF/FCA, UNSCH. 70 p.
- Boerema, GH. 1976. The *Phoma* species studied in culture. Trans. RW Dennis. Br. Mycol.soc.67:28.
- Bertero, D. y Hall, A. 2001. Respuestas de los Procesos de Desarrollo a la Temperatura y al Fotoperiodo en Quinoa. En: Primer Taller Internacional sobre Quinoa: Recursos genéticos y sistemas de producción. Editado por el Centro Internacional de la Papa (CIP). Impreso en Lima. pp. 223-229
- Danielsen, S; Ames, T. 2003. El Mildiu (*Peronospora farinosa*) de la quinua (*Chenopodium quinoa*) en la zona Andina. Manual práctico para el estudio de la enfermedad y el patógeno. Centro Internacional de la Papa. Lima, PE. 32 p.
- Drimalkova, M. 2003. Mycoflora of *Chenopodium Quinoa* Willd. Seeds. Short Communication. Department of Plant Protection, Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic. Plant Protection Science. 39(4): 146-150.
- FAO (Organización de las naciones unidas para l agricultura y la alimentación).2001. Cultivos Andinos, alimento del presente y futuro. Eds. Mujica A., Jacobsen SE., Izquierdo J., JP. Santiago, Chile. Disco compacto, versión 1,0.
- León, J. 2003 Cultivo de la Quinoa en Puno-Perú. Descripción, Manejo y Producción. Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Ciencias Agrarias. p.37-38.

- Morales, Cl. 2000. Evaluación del comportamiento agronómico de líneas y variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en la localidad de batallas Cantón Pariri. Tesis de grado. UMSA. La Paz, Bolivia. 80 p.
- Mujica, A y Canahua, A 1989. Fase Fenológica del Cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) En curso Taller, Fenología de cultivos Andinos y uso de la información agro meteorológica. INIAA EEZA-ILLA PICA, PISA. Puno Perú. 23-27 pp.
- Mujica, A. 1993. Cultivo de la Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.). Dirección General de Investigación Agraria. INIA Serie: Manual 11-93, Lima, Perú. 32-46 pp.
- Mujica, A; Canahua, A y Saravia, R. 2000. Agronomía del Cultivo de la Quinua. En: Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral Cultivo Andino, Alimento del presente y Futuro. FAO. Santiago, Chile. 30-55 pp.
- Nieto, R. 1998. El cultivo de la quinua *Chenopodium quinoa* en Ecuador. Centro de Investigación en Cultivos Andinos. Quito. Ecuador. 42 p.
- Otazú, V; Salas, B. 1977. La podredumbre marrón del tallo de la quinua (*Chenopodium quinoa*) causada por *phoma exigua* var. *Foveata*. Fitopatología.no. 12:54-58.
- Peralta, E; Mazón, N; Murillo, A; Rivera, M; Rodríguez, D; Lomas, L; Monar, C. 2012. Manual Agrícola de granos Andinos Chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, Variedades y costos de producción. Secretaria Nacional de Educación Superior Ciencia, Tecnología e Innovación. 3 ed. Quito, EC. Programa Nacional de Leguminosas y Granos Andinos. Estación Experimental Santa Catalina. INIAP. Publicación Miscelánea No.69.68 p.
- Quino, ZS. 2000. Comportamiento de dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con abonamiento de humus de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y su efecto sobre las propiedades físicas del suelo en el altiplano central. Tesis de grado. UMSA. La Paz, Bolivia.130 p.
- Rivera, R. 1995. Cultivos Andinos en el Perú. Investigaciones y Perspectivas de su desarrollo. Editorial Minerva. Lima, Perú. 417 p.
- Salas, B. y Otazú V. 1975. Enfermedades en los cultivos del Departamento de Puno, en resúmenes de los trabajos presentados en el IV Congreso Peruano de Fitopatología, Chiclayo, Perú del 6 al 9 de julio, 1975. Fitopatología 10 (2):81-82.

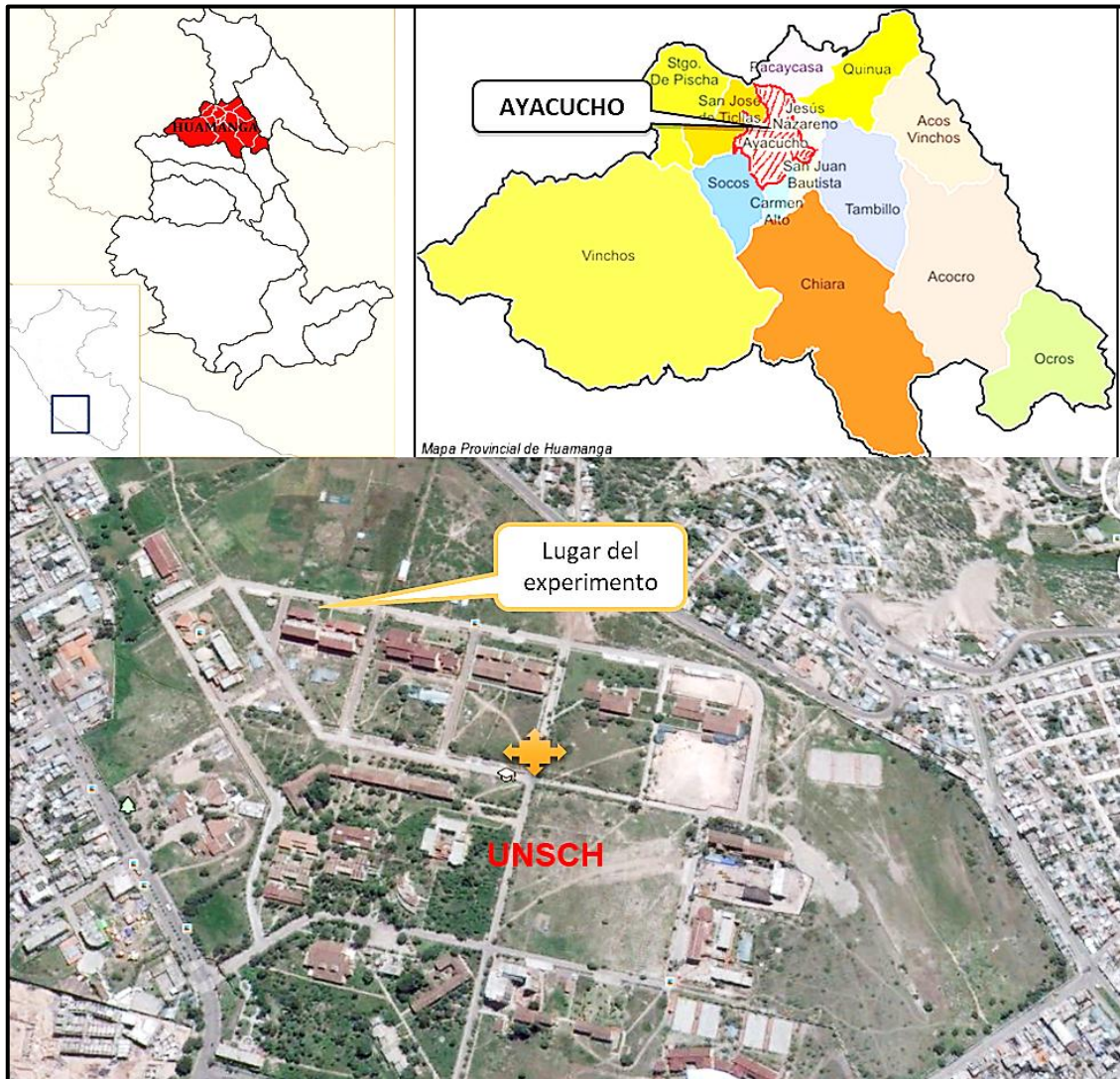
- Saravia, R; Plata, G; Gandarillas, A.2014. Plagas y Enfermedades del Cultivo de Quinoa. Cochabamba, BO, Fundación PROINPA; 148 p.
- Tapia, M., H. Gandarillas, S. Alandia, A. Cardozo, A. Mujica, R. Ortiz, V. Otazú, J. Rea, B. Salas, E. Sanabria (eds.) 1979. Quinoa y Kañiwa. Editorial IICA, Bogotá, Colombia. 227 pp.
- Tapia, M; 1997. Agronomía de los cultivos andinos. En: Cultivos Andinos subexplotados y su aporte a la alimentación. Segunda edición. Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Impreso en Santiago de Chile. pp. 30
- Tapia, M; Frías, AM. 2007. Guía de campo de los Cultivos Andinos. FAO y ANDE – Perú. p.86.
- Tapia, M. 2010. La Quinoa. Historia, distribución geográfica, actual producción y usos. Revista Ambiente. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/quinoa.htm>
- Testen, AL; Mckemy, JM; Backman, PA. 2013. First report of *Passalora* leafspot of quinoa caused by *Passalora dubia* in the United States. Plant Disease. 97: 139.
- Vega, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez A. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. J SciFood Agric (2010) 90:2541-2547.
- Wahli, C. 1990. Quinoa: hacia su cultivo comercial. Publicado por LATINRECO SA. Quito, EC. 206 p.

ANEXOS

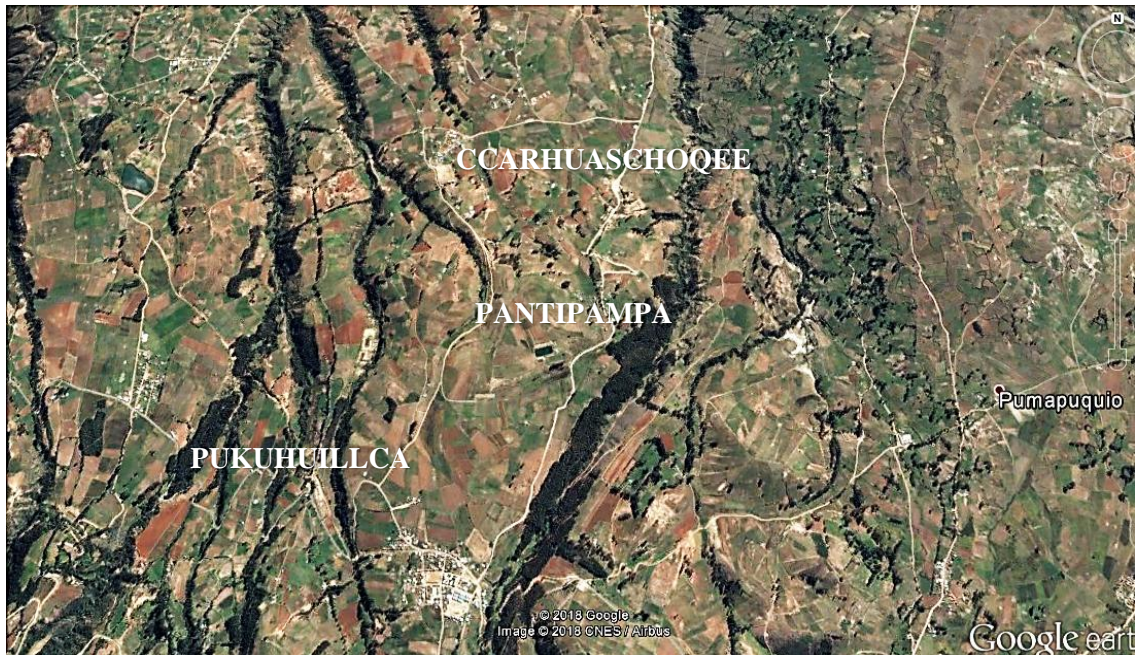
Anexo 1. Ubicación geográfica de Acocro y Chiara



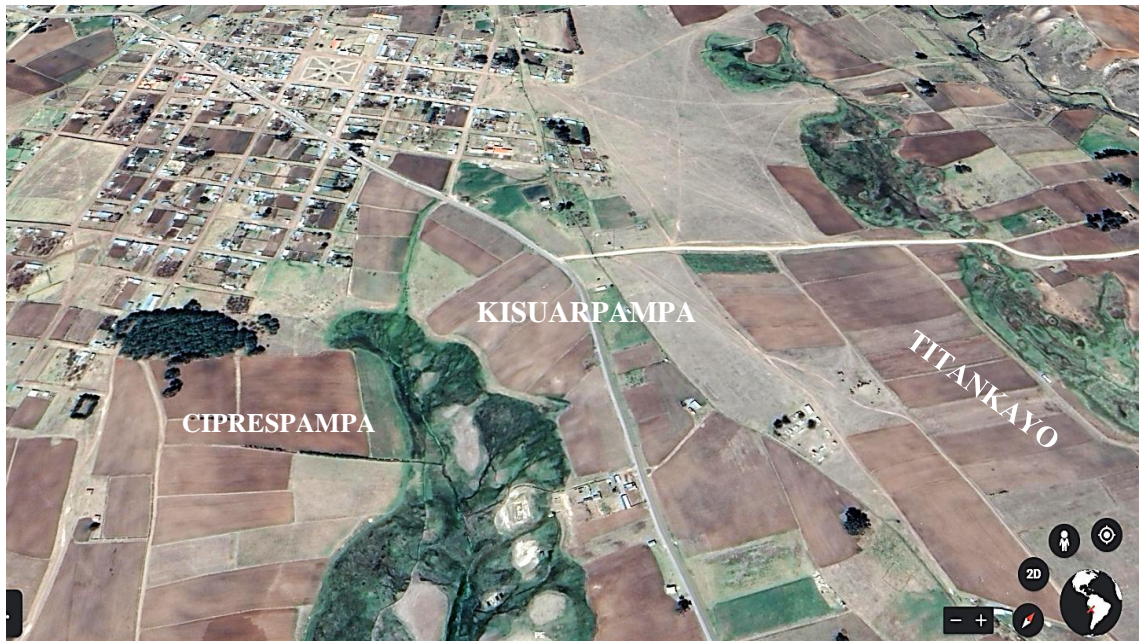
Anexo 2. Ubicación geográfica del laboratorio de fitopatología



Anexo 3. Reconocimiento de las zonas de muestreo y evaluación en google Earth.
Acocro – Seccelambras



Anexo 4. Reconocimiento de las zonas de muestreo y evaluación en google Earth.
Chiara- Manallasacc



Anexo 5. Panel fotográfico



Foto 1. Reconocimiento del campo de cultivo, ubicada en Pantipampa – Acocro.



Foto 2. Reconocimiento del campo de cultivo de quinua ubicada en Ccarhuaschoqe.



Foto 3. Recolección de muestras de *Peronospora variabilis* en hojas de quinua Pukuhuilca.



Foto 4. Muestreo de hojas con sintomatologías de las diferentes enfermedades fungosas



Foto 5. Hojas de quinua con síntomas del mildiu colectadas en campo



Foto 6. Evaluación de la incidencia de hongos fitopatógenos -Pukhuillca- Acocro



Foto 7. Tallos de quinua con sintomatologías de *Phoma exigua f.foveata*



Foto 8. Tallos de quinua con *Phoma sp.* de una parcela ubicada en Manallasacc- Chiara.



Foto 9. Planta de quinua con sintomatología de *passalora dubia* y *Cladosporium sp*,



Foto 10. Parcelas de muestreo ubicado en Ciprespampa - Chiara



Foto 11. Campo de cultivo con síntomas de *Phoma sp.* en tallos de quinua



Foto 12. Muestras seleccionadas en laboratorio y puestas en cámara húmeda



Foto 13. Aislamiento y montaje de estructuras de propagación (Laboratorio de Fitopatología)

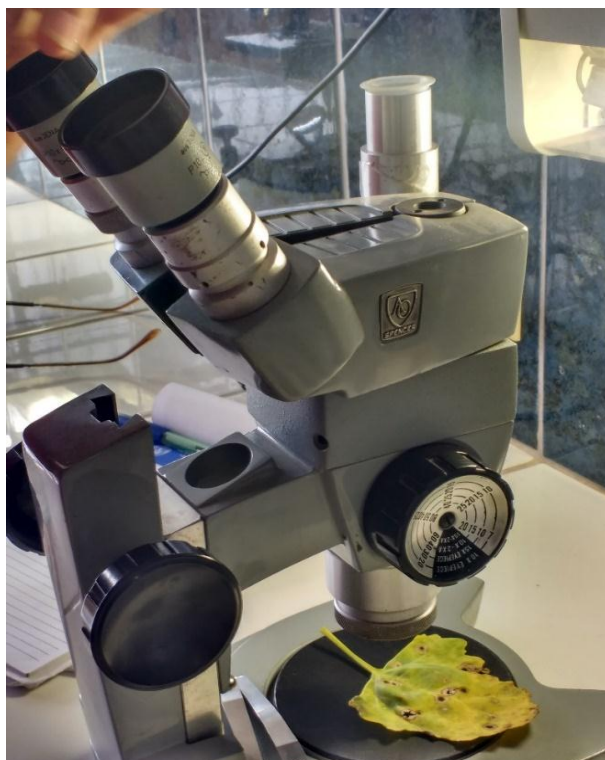


Foto 14. Muestra de hoja de quinua con *Cladosporium* vista al estereoscopio



Foto 15. Aislamiento de estructuras de propagación de *Cladosporium* (Lab. de Fitopatología)



Foto 16. Aislamiento y montaje de *Phoma* sp.



Foto 17. Aislamiento del patógeno para su respectivo reconocimiento



Foto 18. Identificación de los diferentes patógenos al microscopio



UNSCH

FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

El presidente de la comisión de docentes instructores responsables de operativizar, verificar, garantizar y controlar la originalidad de los trabajos de tesis de la Facultad de Ciencias Agrarias, deja constancia que el trabajo de tesis titulado;

Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Acocro y Chiara – Ayacucho, 2018.

Autor : Yovana Luján Sulca

Asesor : Guillermo Carrasco Aquino

Ha sido sometido al análisis del sistema antiplagio TURNITIN concluyendo que presenta un porcentaje de 19 % de similitud.

Por lo que, de acuerdo al porcentaje establecido en el Artículo 13 del Reglamento de originalidad de trabajos de investigación de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, es procedente otorgar la Constancia de Originalidad.

Ayacucho, 29 de mayo de 2022

Ing. WALTER AUGUSTO MATEU MATEO
Presidente de comisión

Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Acocro y Chiara - Ayacucho, 2018.

por Yovana Lujan Sulca

Fecha de entrega: 26-may-2022 03:53p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1844850426

Nombre del archivo: INFORME_yovana_lujan.pdf (2.27M)

Total de palabras: 16217

Total de caracteres: 91699

Prospección de hongos fitopatógenos en el cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd.) de Acocro y Chiara - Ayacucho, 2018.

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
4	horizon.documentation.ird.fr Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
10	www.fao.org Fuente de Internet	1 %
11	vbook.pub Fuente de Internet	<1 %
12	agritrop.cirad.fr Fuente de Internet	<1 %
13	1library.co Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	quinua.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Apagado