

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE FUNGOSIS DEL ORÉGANO
(*Origanum vulgare* L.) EN LA PROVINCIA DE CAJAMARCA**

T E S I S

Para optar el Título Profesional de

I N G E N I E R O A G R Ó N O M O

Presentado por el Bachiller

Isaías Chugnas Villena

ASESOR

Manuel Salomón, Roncal Ordóñez

CAJAMARCA – PERÚ

- 2018 -

DEDICATORIA

Dedico esta investigación con todas las fuerzas de mi corazón a mis Padres Julio Cristóbal y Noemí, por estar junto a mí en los momentos buenos y malos, por brindarme su apoyo en todo ámbito, en especial en mi formación profesional.

A mi esposa María Esther y a mis hijos Manuel Fernando y Gianfranco Delpiero, por su constante cooperación, amor y cariño que me brindan.

A mis hermanas y cuñados Elita, Ruth, Husathita; Santiago, Alindor y Walter, por el apoyo moral y económico que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional y en especial a mi hermana Tabita que siempre lucha por ayudarme a cumplir mis objetivos.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios por concederme vida y salud; fortalecer mis conocimientos y capacidad intelectual, iluminarme en el camino del triunfo y bendecirme en los momentos más difíciles.

Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez por su asesoría, por ser un gran maestro y consejero durante toda mi formación profesional, y también por ayudarme incrementar mis conocimientos en la elaboración de esta tesis.

A cada uno de los que son parte de mi familia a mi padre Cristóbal Chugnas Bolaños, a mi madre Noemí Villena Atalaya, a mi esposa María Esther, a mis hijos y a mis hermanas, por su apoyo y carisma que siempre me brindan.

A mis amigos y compañeros de la Escuela Académico Profesional de Agronomía que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía por abrirme las puertas para desarrollar mi carrera profesional.

EL AUTOR

¹ **Isaías Chugnas Villena 2018.** Determinar la etiología y patogénesis de las fungosis del orégano (*Origanum vulgare* L.), en la provincia de Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca–Perú.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la etiología y patogénesis de las fungosis del orégano (*Origanum vulgare* L.), en la provincia de Cajamarca; habiéndose determinado que; **Pudrición radicular**, es causado por tres especies diferentes del género *Fusarium*, destacando *F. moniliforme* Sheld., *F. roseum* (Link.) Snyd. Fr., y *F. oxysporum* Schl., todos necrosan el sistema radicular con repercusión en la parte aérea, en forma de clorosis y la consecuente muerte regresiva. La **Oidiosis** causado por *Oidium* sp., patógeno distribuido principalmente en el envés de las hojas, mostrándose como pulverulencias blancas primero y blanco grisáceo después seguido de defoliación. Como causa de **Roya**, se determinó *Puccinia rubsaameni* P. Magn., distribuido preferentemente en el envés de hojas, del tercio inferior medio y superior; **Alternariosis**, causada por *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler., necrosa el follaje de color marrón oscuro a negro; **Pudrición acuosa de flores**, causada por *Botrytis cinerea*, este hongo macera flores, inflorescencia y órganos aledaños.

Palabra clave: Etiología y Patogénesis de las fungosis del *Origanum vulgare* L.

¹ Bachiller en Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias.

¹ **Isaias Chugnas Villena 2018.** To determine the etiology and pathogenesis of the fungoses of oregano (*Origanum vulgare* L.), in the province of Cajamarca. Agronomist Engineer Thesis. Faculty of Agricultural Sciences. National University of Cajamarca-Peru.

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the etiology and pathogenesis of the fungoses of oregano (*Origanum vulgare* L.), in the province of Cajamarca; having determined that; Root rot, is caused by three different species of the genus *Fusarium*, highlighting *F. moniliforme* Sheld., *F. roseum* (Link.) Snyder Fr., and *F. oxysporum* Schl., All necrotic the radicular system with repercussion in the aerial part, in the form of chlorosis and the consequent death regressive. Oidiosis caused by *Oidium* sp., Pathogen distributed mainly on the underside of the leaves, showing as white powdery first and grayish white later followed by defoliation. As a cause of Roya, *Puccinia rubsaameni* P. Magn. Was determined, preferably distributed on the underside of leaves, of the lower middle and upper third; Alternariosis, caused by *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler., Necrosa foliage dark brown to black; Watery rot of flowers, caused by *Botrytis cinerea*, this fungus macerates flowers, inflorescence and surrounding organs.

Keyword: Etiology and Pathogenesis of the fungoses of *Origanum vulgare* L.

¹ Bachelor in Agronomy from the Faculty of Agricultural Sciences.

ÍNDICE

Dedicatoria	<i>i</i>
Agradecimiento	<i>ii</i>
Resumen	<i>iii</i>
Abstract	<i>iv</i>
Índice.....	<i>v</i>

Contenido	Página
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades del cultivo de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.)	3
2.1.1 Origen, utilidad y distribución geográfica	3
2.1.2 Morfología y desarrollo de la planta	4
a) Raíz	4
b) Tallos	4
c) Hojas.....	4
d) Flores.....	4
e) Fruto	4
2.1.3. taxonomía del orégano.....	5
2.1.4. Clima y suelo.....	5
2.1.5 Propagación	5
a) Propagación sexual	5
b) Propagación asexual	5
2.2. Hongos que causan manchas foliares	6
2.2.1. <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler	6
2.2.2. <i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.....	7
2.2.3. Oídium sp.....	8
2.2.4. Roya (<i>Puccinia rubsaameni</i>).	10
2.3. Hongos que inducen pudrición radicular	12
2.3.1 <i>Fusarium moniliforme</i>	14

2.3.2 <i>Fusarium roseum</i>	14
2.3.3 <i>Fusarium oxysporum</i>	15
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	16
3.2. Material biológico	17
3.3. Material de laboratorio.....	17
3.3.1. Material de vidrio.....	17
3.3.2. Equipo óptico	17
3.3.3. Equipo de esterilización y asepsia	17
3.3.4. Desinfectantes	17
3.3.5. Medio de cultivo	17
3.3.6. Otros materiales.....	17
3.4. Metodología	18
3.4.1. Trabajo en campo	18
a) Selección de muestras en campo.....	18
b) Transporte de muestras.....	18
3.4.2. Trabajo en laboratorio	18
3.4.2.1. Identificación del patógeno causante de roya	18
3.4.2.2. Identificación del patógeno causante de la oidiosis	19
3.4.2.3. Identificación de los patógenos facultativos del orégano	19
a) Obtención del signo en cámara húmeda	19
b) Obtención del signo en PDA.....	20
c) Siembra monospórica del patógeno	20
d) Aislamiento, purificación y multiplicación del patógeno	20
e) Siembra del patógeno en una gota de PDA	20
f) Identificación del género	22
g) Conservación de los patógenos.....	22
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	23
4.1. Etiología de las fungosis del orégano.....	23
4.1.1. Etiología de la pudrición radicular	23
a) obtención del patógeno.....	23
b) Identificación del género del patógeno	23
c) Identificación de especies de <i>Fusarium</i>	23
Aislamiento 1.	23

Aislamiento 2	26
Aislamiento 3	27
d) Patogénesis de <i>Fusarium moniliforme</i> , <i>F. roseum</i> y <i>F. oxysporum</i> en orégano.....	28
4.1.2. Etiología de la Oidiosis.....	29
a) Morfología del patógeno	29
b) Identificación de patógeno	29
c) Patogénesis de <i>Oidium</i> sp	30
4.1.3. Etiología de la Roya	31
a) Morfología del patógeno	31
b) Identificación de patógeno	33
c) Patogénesis de <i>Puccinia rubsaameni</i>	33
4.1.4. Etiología de las manchas negras en hojas, flores y tejido cortical	34
a) Morfología del patógeno	34
b) Identificación de patógeno	35
c) Patogénesis de <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler	36
4.1.5. Pudrición acuosa de flores	38
a) Morfología del patógeno	38
b) Identificación de patógeno	39
c) Patogénesis de <i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr	39
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	42
APÉNDICE.....	46
Identificación de hongos que inducen defoliación, pudrición de la raíz, tallos, hojas y flores, en la planta de orégano (<i>Oreganum vulgare</i> L.).....	46
Clave de identificación de <i>Alternaría</i> sp. Según (Barnett, 1960)	46
Clave de identificación de <i>Botrytis</i> sp. Según (Barnett, 1960).....	47
Clave de identificación de <i>Fusarium</i> sp. Según (Barnett, 1960).....	48
Clave de identificación de <i>Oídium</i> sp. Según (Barnett, 1960)	49
Clave de identificación de Roya. Según (Lindquist, 1982)	50
GLOSARIO	56

LISTA DE FIGURAS

Numero	Página
1. Origen y distribución geográfica del cultivo de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.) en los distintos países del mundo y en el Perú (Chugnas 2018).....	3
2. Conidios agrupados al final del conidióforo de <i>Fusarium moniliforme</i> Sheld.	25
3. Hifas y fiálides de <i>Fusarium moniliforme</i> Sheld.....	25
4. Microconidios en cadena de <i>Fusarium moniliforme</i> Sheld.	25
5. Macro y micro conidios de <i>Fusarium moniliforme</i> Sheld.	25
6. Micelio de <i>Fusarium roseum</i> (Link.) Snyder. Fr. cultivado en PDA.....	26
7. Hifas, conidióforos y macroconidios de <i>Fusarium roseum</i> (Link.) Snyder. Fr..	26
8. Macroconidios de <i>Fusarium roseum</i> (Link.) Snyder. Fr.	26
9. Clamidosporas de <i>Fusarium roseum</i> (Link.) Snyder. Fr.	26
10. Micelio de <i>Fusarium oxysporum</i> Schl. cultivado en PDA.....	27
11. Macroconidios sueltos de <i>Fusarium oxysporum</i> Schl.....	27
12. Hifas, conidióforos y macroconidios de <i>Fusarium oxysporum</i> Schl.....	28
13. Conidióforos con oidiosporas en diferenciación y oidias maduras de <i>Oidium</i> sp., en orégano (<i>Oreganum vulgare</i> L.).	30
14. Hifa y conidióforos con oidiosporas en cadena de <i>Oidium</i> sp. en orégano (<i>Oreganum vulgare</i> L.)	30
15. (A) Micelio de <i>Oidium</i> sp. en hojas de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).....	31
16. (A) Ecidiosporas, (B) Uredosporas, (C) Teliosporas de (<i>Puccinia rubsaameni</i> P. Magn.) en orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).	32
17. (B) Uredosporas y (C) Teliosporas de (<i>Puccinia rubsaameni</i> P. Magn.) en orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).	33
18. Pústulas de (<i>Puccinia rubsaameni</i> P. Magn.), en el envés de hojas de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).	34
19. Hifas, conidióforos y conidios muriformes de <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler.....	35
20. Vista detallada de una hifa, conidióforo y conidios muriformes de <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler.	35

21. Manchas foliares en orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), ocasionada por <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler.	37
22. Micelio de color gris oscuro de <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler. En PDA.	37
23. Infección en foliolos de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.). ocasionada por <i>Alternaría alternata</i> (Fr.) Keissler.	37
24. Micelio de color marrón claro de (<i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.) cultivado en PDA.	38
25. Conidióforo y conidios de (<i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.).	38
26. Conidios en forma de racimos de uvas de (<i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.).....	39
27. inflorescencia de orégano infectado por (<i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.).....	39
28. Infección generalizada en hojas, tallos y flores de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), ocasionada por (<i>Botrytis cinérea</i> Pers. Fr.).....	40
29. Cultivo de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).....	51
30. Planta de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), extraída del suelo presentando fungosis.	51
31. Diagnósis fitoenfermedades de plantaciones de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.).	52
32. Planta de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), colectada de campo con ataques fungosos.....	52
33. Órganos infestados de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), dispuestos en cámaras húmedas.....	53
34. Plaqueo de medio de cultivo (PDA) en placas de petri, para siembra, purificación, y multiplicación de cepas fitopatógenas.	53
35. Proceso de siembra monospórica de cepas fitopatógenas, en el laboratorio de fitopatología.....	54
36. Proceso de siembra monospórica de hongos fitopatógenos.	54
37. Siembra en una gota de (PDA) cepas fitopatógenas, para una identificación correcta.	55
38. Conservación de cepas de patógenos en plano inclinado.	55
39. Pústulas en foliolos de orégano (<i>Origanum vulgare</i> L.), (A), ocasionado por (<i>Puccinia rubsaameni</i> P. Magn.).	55

LISTA DE TABLAS

Numero	Página
1. Altitud y coordenadas geográficas de puntos de colección de muestras.	16
2. Características morfológicas de los patógenos fungosos del sistema radicular del orégano	24

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El orégano (*Origanum vulgare* L.) es una planta herbácea aromática, rústica, perenne oriunda de la región mediterránea de Europa y Asia. En Europa se cultiva en Grecia, Italia, España, Turquía, Francia, Albania, Yugoslavia y Marruecos. Los principales países productores de esta especie en América Latina son México, Brasil, Chile y Costa Rica. En el Perú, los departamentos de mayor producción son Tacna, Moquegua, Arequipa (Klauer 2009).

En la sierra del Perú, esta hierba es de importancia culinaria y curativa; razón por lo que siempre se encuentra conformando, la flora de los huertos familiares; en algunos lugares de la provincia de Cajamarca se cultiva en parcelas pequeñas de 50 a 200 m², con la finalidad de obtener ingresos económicos. Mayormente es utilizado como condimento, por su sabor y aroma, haciéndose indispensable en la sazón de diferentes comidas. Como medicina natural se usa en infusiones; para aliviar dolores estomacales, cólicos menstruales, malaires, dolor de oído y dolores de cabeza.

Respecto a la sanidad de su cultivo, en la Sierra Norte del Perú, no se tiene reportes de la presencia de fitopatógenos, a que esta planta muestra susceptibilidad; en cambio en la Región Tacna, Moquegua y Arequipa, donde se cultiva con fines de exportación se han realizado diagnósis de fitoenfermedades fungosas destacando la presencia de *Botrytis cinérea.*, *Colletotrichum* sp., *Puccinia rubsaameni* P. Magn., *Oídium* spp., y *Fusarium* spp.

La escasa información de las diferentes causas y la patogénesis de cada uno de los fitopatógenos fungosos me llevaron a realizar la presente investigación, con el propósito de determinar la etiología y la patogénesis respectiva, tanto en el

sistema radicular como en la parte aérea; y de esta manera contribuir con la investigación fitopatológica para el Perú y el Mundo.

Objetivo

Determinar la etiología y patogénesis de las fungosis del orégano (*Origanum vulgare* L.), en la provincia de Cajamarca.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.)

2.1.1 Origen, utilidad y distribución geográfica.

Etiológicamente el nombre deriva de los vocablos griegos “oros” que significa alegría de las montañas, y “ganos” adorno u ornamento, por su aspecto y aroma agradable cuando la planta está en floración. En Italia y España crece naturalmente en colinas y montañas, cultivándose en Inglaterra, Escandinavia y otros países de Europa, Asia y Taiwán. Ocupa el extremo occidental de las islas Canarias, Azores, Península Ibérica y el noreste de África hasta Baleares. En América prospera en Argentina, México, Brasil, Chile, Costa Rica y Perú (Muños 2002). En agricultura se han encontrado propiedades nematostáticas de allí que se está utilizando como enmiendas orgánicas en suelos con problemas de nematodos y parásitos de plantas (Canto, citado por Mosqueira y Roncal 1994).



Fig. 1. Origen y Distribución Geográfica del cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.) en los distintos países del mundo y en el Perú (Chugnas 2018).

2.1.2 Morfología y desarrollo de la planta.

a) Raíz, fasciculada ramificada, con abundante formación de rizomas (Canto, citado por Mosqueira y Roncal 1994) y susceptible a problemas fungoso cuando está expuesta a humedad (Klauer 2009).

b) Tallos, erectos cuadrangulares (Muñoz 2002), de 40 a 80 cm de alto con abundante ramificación (Canto, citado por Mosqueira y Roncal 1994), en el tercio superior, pubescentes, hirsutos o vellosos raramente glabros, su parte inferior suele estar lignificada o endurecida, son de color verde amarillento con áreas rojizas pilosas (dependiendo de la especie); en contacto con la tierra forman raíz con facilidad (Muñoz 2002).

c) Hojas, pequeñas de color verde por el haz, y pálidas por el envés cubiertas de tricomas, de borde entero o ligeramente aserradas, glabras o pilosas, ovaladas y pecioladas (Muñoz 2002), crecen en cada nudo del tallo con disposición opuesta entre sí; el limbo a trasluz deja ver puntos traslúcidos que corresponde a glándulas de aceites esenciales conformado por tejidos secretores de sustancias aromáticas, como el "timol" y "carvacrol" (Canto, citado por Mosqueira y Roncal 1994); se comercializa en estado fresco o secas cuidando mantener el color verde, para ser utilizado como condimento sazonzador; las hojas inferiores son más grandes que las superiores, dependiendo de las variedades y especies (Muñoz 2002).

d) Flores, dispuestas en espigas de color rosado a blanco, protegido por brácteas anchas, violáceo y verdosas, con verticilastros ovoides, oblongos o en forma de prisma; formando en conjunto, una inflorescencia compuesta paniculada (Parodi, citado por Mosqueira 1994). El cáliz es amarillo tubular y está formado por 5 sépalos soldados. La corola es bilabiada con un labio superior entero o escotado y el inferior trilobulado compuesto por 3 pétalos. Androceo formado por 4 estambres fértiles, con los filamentos divergentes y didínamos (Muñoz 2002).

e) Fruto, tetraquenio liso descompuesto en 4 núculas. Semillas con endospermo escaso a veces nulo (Klauer 2009).

2.1.3. taxonomía del orégano

Se categoriza en el reino Plantae, división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Lamiales, familia Lamiaceae, subfamilia Nepetoideae, tribu Mentheae, género *Origanum*, especie *Origanum vulgare* L. (Según Armen, citado por Klauer 2009)

2.1.4. Clima y suelo

Como planta perenne desarrolla en diversidad de suelos; pudiéndose encontrar en lugares áridos y húmedos; prefiriendo los suelos de buen drenaje de tipo franco a franco arenoso (Cameroni 2013). Se adapta a climas templados, subtropicales y fríos. Temperatura menor a 5°C afecta el crecimiento y quema el borde de hojas; resiste heladas y lluvias intensas (Aguilar *et al.* 2012).

2.1.5 Propagación

a) Propagación sexual, este tipo de propagación se realiza sólo para el mejoramiento genético de la variedad; se emplea viveros e invernaderos, utilizando sustrato arena, rico en materia orgánica; por metro cuadrado se necesita de 3 a 4 g de semilla; obteniendo hasta 6000 plántulas; el poder germinativo es bajo, causando una tasa de emergencia y crecimiento lento en las primeras etapas del ciclo de vida de la planta. Este método es el menos difundido debido a que la especie es alógama, originando descendencia heterogénea. Otro problema para no utilizar este método es por el tamaño pequeño de la semilla, que dificulta su manipulación (Aguilar *et al.* 2012).

b) Propagación asexual, existe 3 tipos de propagación, destacando la propagación por “**acodos**”, que consiste en exponer los tallos al sustrato suelo húmedo, para facilitar la emergencia de raíces, y cuando esto ocurre se realizan la separación de las nuevas plantas. El otro tipo de propagación corresponde a la “**separación de plantas de la mata**”, este método consiste en dividir matas (coronas) para obtener nuevas plantas; es recomendable para rejuvenecer a una determinada plantación; se deben de usar plantas con abundantes hijuelos, además de un buen estado sanitario, tanto de follaje como de raíz. Con este método se logran un prendimiento rápido de 90 a 95 %, sin embargo, los campos propagados por este método tienen un promedio de vida de 4 a 5 años de buena

producción (Cameroni 2013). La “**propagación por esquejes**” es la forma más usual de propagación, se obtienen de plantas madre de hasta 2 años y que estén libres de enfermedades y plagas; los esquejes se deben seleccionar de plantas que estén iniciando la floración y deben tener de 25 a 35 cm de longitud. En una plantación se utiliza de 3 a 4 esquejes por golpe, con distanciamiento de 35 a 40 cm entre golpes y de 50 a 60 entre surcos (Cameroni 2013).

2.2. Hongos que causan manchas foliares.

2.2.1. *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler

Tiene micelio oscuro y en los tejidos viejos infectados produce conidióforos cortos, simples erectos (Agrios 1996), a veces ramificados (Valiela 1979) que dan origen a cadenas simples o ramificadas de conidios; éstos son alargados, piriformes y oscuros, multicelulares con septos transversales y longitudinales (Agrios 1996). En medio de cultivo el micelio algodonoso es de color gris oscuro a negro, hifas y conidias de color marrón claro a oscuro, conidióforos de tres a 5 células. Los conidios en formación se muestran como chupones hialinos, a medida que avanza la septación adquiere la pigmentación y forma característica (oval, piriforme, piriforme alargada); éstos se presentan en cadenas, los de mayor edad se ramifican para dar origen a una nueva formación de conidios (Roncal 2004), pero también se forman de a uno en los extremos de las hifas que los llevan. En realidad, los conidióforos no se distinguen de las hifas somáticas (Alexopoulos 1966).

El micelio conserva su vitalidad en las hojas secas infectadas durante un año o algo más, permaneciendo viables los conidios durante 17 meses a la temperatura ambiente (Aguirre 1965).

Algunas especies del género *Alternaria* se los encuentra como saprofitos, otras de comportamiento parásito (Alexopoulos 1966) y patógenos de plantas atacando follaje y frutos suculentos en post cosecha (Roncal 2004). El inóculo permanece en el suelo; desde allí los conidios son levantados por el viento invadiendo mercados y lo más peligroso es cuando ingresan a los laboratorios, causando contaminación de medios de cultivos (Alexopoulos 1966).

Este género se ubica en la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Dematiaceae (Roncal 1993).

Las diferentes especies fitopatógenas, causan daño en hojas, tallos jóvenes, frutos suculentos en post cosecha, semillas, raíces tuberosas, bulbos y otros órganos vegetales de interés comercial (Roncal 2004).

Los primeros síntomas en hojas se muestran como puntos cloróticos, posteriormente se necrosan de color marrón oscuro a negro aumentando de tamaño y adquiriendo figura amorfa; algunas especies producen anillos concéntricos en el tejido muerto. Las áreas muertas se rodean de un amplio halo clorótico como consecuencia de la intoxicación de las células del parénquima foliar debido a la rápida movilización de la toxina del patógeno (Roncal 2004).

2.2.2. *Botrytis cinérea* Pers. Fr.

El nombre *Botrytis* indica que la estructura fructífera (conidióforo y conidios) semeja un racimo de uvas. El género comprende especies parasitas, que causan el moho gris de muchas plantas y especies saprofitas (Romero 1988).

Prospera en medio PDA, en sustrato natural, hojas, flores, terminales y en frutos suculentos en post cosecha. El micelio joven es blanco, cuando fructifica se torna gris por la pigmentación de las esporas maduras (Roncal 2004).

Los conidióforos multicelulares, son erguidos, simples y con ramificaciones (Alexopoulos 1966; Roncal 2004), primarias y secundarias, dispuestas en el tercio superior; las secundarias terminan en abultamientos con abundantes esterigmas donde se disponen esporas, unicelulares ovoides y brillantemente coloreadas (Roncal 2004), raras veces son irregulares, miden de 12.5-24 X 10-16 μm , es frecuente la presencia de microconidios hialinos, globosos de 2.5 μm de diámetro (Valiela 1979). Los conidios jóvenes son hialinos, cuando maduran se tiñen de color gris; en condiciones adversas forma esclerocios negros de forma irregular, éstos se mantienen en el suelo y en restos de los tejidos afectados (Romero 1988). Este hongo vive como saprofito en diferentes periodos vegetativos del cultivo; cuando la humedad se incrementa, tiene comportamiento parasitario y termina como patógeno en plena cosecha (Aguirre 1965), de frutos suculentos como la fresa, uva (Roncal 1994). Las condiciones favorables para

que ocurra infección, y manifestación del signo en forma de moho gris (Roncal 2004) son con humedad relativa alta y temperatura entre 18 a 23 °C (Romero 1988).

Botrytis cinérea es un fitopatógeno que afecta a diferentes órganos de la planta, ocasiona chupadera fungosa en plántulas; en plantas diferenciadas afecta tallos jóvenes, mostrándose las lesiones como pudriciones acuosas, que terminan formando chancros y en inflorescencias, necrosando flores con el síntoma de tizón (Agrios 1996). La pudrición acuosa se debe a que el patógeno metaboliza enzimas del orden de las poligalacturonasas, que degradan al ácido galacturónico generando moléculas de agua (Roncal 2004).

Ocurrida la infección, los filamentos del hongo se desplazan por los espacios inter e intracelulares de los órganos jóvenes de las plantas. En determinados hospederos las infecciones en hojas y tallos se observan como lunares pequeños de color rojo oscuro; éstos cuando son numerosos causan pérdida considerable del follaje y necrosan tallos (Mesa 1953), las manchas foliares en algunos hospederos se producen cuando las hojas sanas se ponen en contacto con las enfermas (Agrios 1996).

2.2.3. Oídium sp.

En base al término “oídium” se designa a una enfermedad como también al agente patógeno (Llácer *et al.* 1996), como género agrupa a diferentes anamorfos con características homogéneas, y están categorizados en la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales y familia forma Moniliaceae (Roncal 1993) y en estado teleomorfo están representados por diferentes especies de los géneros *Erysiphe*, *Uncinola*, *Podosphaera*, *Phyllactinia* de la clase Ascomycetes, orden Erysiphales, familia Erysiphaceae (Roncal y Roncal 2015).

Las diferentes especies de *Oídium* son parásitos obligados, no prosperan en medios de cultivo sintético (Roncal 2004), el micelio del estado anamorfo, único en la zona andina (Roncal y Roncal 2015), se deja ver de color blanco primero y gris claro después. Las hifas septadas (Roncal 1993), dan origen a conidióforos simples, no ramificados, oidiosporas unicelulares ovoides, unidos en cadena

(Aguirre 1965); en conjunto estas estructuras forman masas pulverulentas dispuestas en la superficie de los órganos fotosintéticamente activos de las plantas afectadas; a esta pulverulencia se conoce como signo (Roncal 1993). En el interior de cada conidióforo se produce la diferenciación y crecimiento parcial de las oidiosporas; éstas cuando emergen completan su madurez, volviéndose frágiles ante una mínima corriente de aire y/o movimiento (Bazán y Roncal 2015). De acuerdo con la especie, las oidiosporas que emergen del conidióforo antes de completar su madurez se mantienen unidas formando cadenas de 2 y 3 unidades y en otras formando cadenas de varias oidiosporas (Roncal y Roncal 2015).

En Europa y en aquellos lugares donde existen diferenciada las estaciones del año, dentro de las pulverulencias, se forman cuerpos fructíferos diminutos denominados ascocarpos en cleistotecio, esta estructura corresponde al estado teleomorfo de las oidiosis (Roncal 1993). Este estado es común observarlo al final del ciclo, de un cultivo severamente afectado (Llácer *et al.* 1996).

En el interior de cada cleistotecio se diferencian ascas indehiscentes que contienen ocho ascosporas unicelulares (Llácer *et al.* 1996).

Las diferentes especies, hasta ahora determinadas, son virulentas y altamente específicas; se alimentan a través de haustorios, cada uno ingresa a una célula de la epidermis del hospedero; cuando el hongo se alimenta, metaboliza toxinas, fácilmente difundidas en los tejidos afectados (Roncal 2004).

El inicio de la infección en hojas, peciolo y tallos jóvenes se manifiesta como puntos cloróticos, posteriormente estas áreas se cubren de un polvo blanquecino, llegando a cubrir la totalidad de la lámina foliar y el diámetro de peciolo y tallos; bajo estas condiciones estos órganos mueren (Anaya *et al.* 1999). Los ataques de estos fitopatógenos son fácilmente reconocibles, tanto en el estado anamorfo como teleomorfo. El nombre común de la enfermedad se conoce como oidiosis (Roncal 2004), “ceniza” o “mal blanco” (Llácer *et al.* 1996).

En general el hongo inverna en forma de fieltro miceliano sobre las hojas del hospedero y de los cultivos de otoño. Los cleistotecios parecen ser de importancia secundaria en cuanto a medio de invernación y como fuente de

inoculo en la primavera. La producción de conidios es más abundante en condiciones de medio ambiente relativamente frío y húmedo. Las corrientes de aire lo dispersan con facilidad y constituyen la principal fuente de inoculo secundario durante el ciclo vegetativo normal de los cultivos (Aguirre 1965).

2.2.4. Roya (*Puccinia rubsaameni* P. Magn.).

Las royas de las plantas se encuentran entre las fitoenfermedades más destructivas del planeta, han ocasionado hambre y arruinado la economía de países (Agrios 1996).

El micelio de este patógeno está conformado por filamentos septados, con células binucleados, que crecen y desarrollan entre e intracelular en el hospedero afectado; la estructura de conservación denominada teliospora, cuando germina da origen a una célula especial denominado basidio con cuatro esterigmas donde se soportan basidiosporas de diferente polaridad (Roncal 2004).

Por el ciclo biológico, las royas se categorizan, en royas macrocíclicas, demicíclicas y microcíclicas; las primeras pasan por cinco estadios; 1) estadio 0 o espermogonio, producto de la germinación de basidiosporas que por naturaleza son de diferente polaridad; un filamento lleva espermacios que serán n recepcionados por la otra hifa; 2) estadio I, llamado también ecidio o aecio con ecidiosporas y aeciosporas; estos dos primeros procesos ocurren en el hospedero alterno (Roncal 2004); 3) estadio II, denominado uredo o fase de máxima actividad patológica, presenta uredosporas unicelulares; 4) estadio III, conocido como Telia, es el estadio de conservación del hongo; las teliosporas son uni, bi y multicelulares pediceladas y el 5) estadio IV, o promicelio, corresponde a la germinación de teliosporas produciendo 4 basidiosporas (Alexopoulos 1966; Roncal 2004).

Las demicíclicas o semicíclicas, se caracterizan por no presentar el estadio uredo (Jauch 1985).

En las microcíclicas solo se presenta teliosporas (Jauch 1985); éstas pueden o no formar picnios pero si otro tipo de soro, conocido como microteleutosoro, cuya parte interna se asemeja a un ecidio y en el aspecto externo es semejante a un

ecidio o a un teleutosoro. Las esporas que en este estadio se originan, germinan como teleutosporas, produciendo esporidios (Aguirre 1965).

Las royas, cuyo ciclo de vida lo realizan en diferentes hospederos se denominan royas heteroicas y las que lo realizan en un solo hospedero se llaman autoicas (Aguirre 1965).

Las uredosporas, son el inóculo que perpetúan la enfermedad en el hospedero hasta el necrosado completo (Roncal 2004), pero también pueden infectar gramíneas silvestres (Ames 1974). Por carencia de alimento, pasa al estado de conservación formando teliosporas (Roncal 2004), en este estado permanecen de una campaña a otra, sobre fragmentos de restos vegetales (Ames 1974).

Los hongos causantes de “royas” integran la clase Basidiomycetes, orden Uredinales, familia Pucciniaceae (Ames 1974), la mayoría de las especies no prosperan en cultivos artificiales (Agris 1996), por eso se los conoce como “parásitos obligados” (Roncal 1993).

Las royas atacan a diferentes cultivos (Romero 1988), afectando hojas, tallos, flores y frutos (Agris 1996), el síntoma característico es la pústula que en estado Uredo las esporas se observan de colores vistosos como amarillo, marrón claro, rojo claro (Roncal 2004), herrumbre, anaranjado y negro en el estado Telia (Ames 1974; Romero 1988 y Roncal 2004).

Las pústulas se forman por ruptura de la cutícula en hojas y por ruptura de la epidermis en tallos. Estas lesiones, primero se muestran como protuberancias brillantes, conteniendo en su interior uredosporas unicelulares, cuyo desarrollo y crecimiento de cada una de ellas, haciendo presión a la cutícula y epidermis permiten la ruptura; para dejar ver esporas como pulverulencias, felpas, en gelatina, semi compactas y compactas de colores vistosos y no vistosos; éstas, cuando carecen de alimento, se transforman en esporas de conservación llamadas teliosporas, son uni, bi y multicelulares de acuerdo a la especie (Roncal 2004).

Existen alrededor de 4000 especies de hongos que causan roya, causando lesiones en forma de manchas y otras, protuberancias (Agris 1996), como *Prospodium tecomasambusifoliae* MSRO (Roncal 2007). Específicamente la

roya del orégano es causada por *Puccinia rubsaameni* (Di Fabio, citato por Elizabeth 2011).

Las royas, producen infecciones de continuidad permanente, ocasionando mayor evaporación de los órganos afectados; razón por lo que las sustancias traslocables a los órganos de reserva disminuyen; es el caso de la formación de granos diferentes en los cereales (Ames 1974).

2.3. Hongos que inducen pudrición radicular

Las especies del género *Fusarium*, hasta ahora descritos son considerados parásitos facultativos; debido a que las condiciones ambientales van a determinar su forma de vida; cada especie requieren de humedad y temperatura adecuada para que muestren su virulencia. Las células de los tejidos afectados mueren por intoxicación (Roncal 1993).

Estos organismos habitan el suelo, sobreviven en éste, formando micelio en restos de plantas infectadas, que yacen en el suelo; destacan esporas de resistencia y clamidosporas. Se propaga a cortas distancias a través del agua y el equipo agrícola contaminado, y a grandes distancias en plantas de trasplante infectados (Agrios 1996).

Crece en medio de cultivo, papa, dextrosa, agar (PDA), desarrollan micelio algodonoso, que de acuerdo a la especie y sus variantes se muestran con diferentes tonalidades de crema, rojo, violeta; las hifas son septadas, conidióforos simples y a veces con limitada ramificación (Roncal 1995), también los hay alargados en forma de botella, con ramas verticiladas, y agrupados en esporodoquios (Romero 1988); en el extremo superior de la fiálide, se diferencia, crece y desarrolla el conidio, que inicialmente es unicelular, pero a medida que crecen aparecen septos formando células multicelulares, en forma de canoa (Roncal 1995).

En cada especie se diferencian 2 tipos de conidios, los **micro conidios** son unicelulares a veces bicelulares, elípticos, piriformes, no curvados, en cabezuelas o en cadenas, los **macro conidios** son falcados, en forma de media luna, elípticos, con 2 a 9 septas, el ápice puede ser puntiagudo, roma o en forma de gotero, base puntiaguda, roma o en forma de pie; clamidosporas, si se

producen, globosas, ovales piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uní o bicelulares, lizas o rugosas y generalmente de color café (Romero 1988).

Los macroconidios son llevados en esporodoquios y los microconidios sobre hifas simples o en ramificaciones (Alexopoulos 1966). En condiciones adversas es común la formación de clamidosporas en células de hifas y conidios (Roncal 1993), como también la formación de esclerocios (Alexopoulos 1966).

Taxonomicamente pertenecen a la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales y familia forma Tuberculariaceae (Roncal 1993).

Las infecciones son consecuencia de la segregación de toxinas, causando marchitamientos por obstrucción de los tejidos conductores (Alexopoulos 1966).

Las pudriciones de raíces en plantas jóvenes, al principio se aprecian como manchas rojizas, más tarde se tiñen de rojo oscuro a pardo, llegándose a extender a la raíz principal y base del tallo, protegido por el sustrato suelo o bien aparecer en forma de rayas que se extienden por arriba de ella. En la raíz principal aparecen fisuras longitudinales; las pequeñas raíces laterales son destruidas; seguido del retardo y detención del crecimiento de la planta enferma principalmente, cuando el clima es seco las hojas pueden tornarse amarillas e incluso desprenderse de la planta (Agrios 1996).

Las infecciones causadas por fitopatógenos del género *Fusarium*, se manifiestan desde el momento de germinación de semillas a este síntoma se conoce como chupadera fungosa y puede ser pre y post emergente (Roncal 2004). En plantas diferenciadas las Fusariosis se presentan, con un ligero aclaramiento de nervaduras en hojas jóvenes, seguido de epinastia y senescencia prematura ocasionadas por el debilitamiento de peciolos. Las infecciones en plantones y plantas adultas causan detención de crecimiento, amarillamiento de hojas, marchites, epinastia y necrosis generalizada; en plantas anuales cuando las condiciones de humedad y temperatura no son las apropiadas, tienden a recuperarse debido a que generan raíces adventicias (Agrios 1996), este tipo de recuperación es común en *Vicia faba* (Roncal 2016).

Las diferentes especies del género *Fusarium*, infectan células de los haces conductores; cuando todavía no colapsa el xilema, las toxinas del hongo se mezclan con la solución suelo y terminan concentrándose en los capilares de las hojas, produciendo clorosis marginal, seguido de necrosis pajiza; este tipo de síntoma se generaliza en todo el follaje y termina con la muerte regresiva de la planta (Roncal 2004), previa defoliación (Agrios 1996).

2.3.1 *Fusarium moniliforme*, es un patógeno no obligado, tiene como principal hospedero al maíz. El ciclo de vida de este hongo está compuesto de un estado saprofito y otro parasítico y tiene como estado perfecto a *Giberella fugikuroi*. Durante el estado saprofito obtiene los primeros nutrientes de los tejidos muertos produciendo estructuras infectivas para establecer una enfermedad. Por otro lado, durante el estado parasítico el hongo obtiene sus nutrientes de las células del hospedero después de una colonización intracelular (Cantu 1998).

Color del sustrato blanco-cremoso, marrón, anaranjado, azul, violáceo. Microconidias del micelio aéreo ovals, formados en cadena 5-12 X 1.2-3 μ , raras con un tabique. Macroconidias del esporoquio aciculares, fusoidales, paredes finas, curvados en el apice y pedicelados de 3-7 tabiques 30-50 X 4 μ . Clamidosporas ausentes (Fernández 1979).

Ataca a plantas jóvenes y adultas, cuando la infección es a nivel del sistema radicular, en plantas antes de la floración, las hojas pierden su color, luego se marchitan, se hacen cloróticas y se necrosan de color marrón claro, el tallo se deshidrata y la planta cae. En plantas adultas afecta a nivel de raíces, base del tallo, nudos, vaina de hojas; de los tercios inferior y medio en mazorcas. Las infecciones en mazorcas ocurren desde el estado de grano lechoso hasta el de grano maduro y tienen la peculiaridad de inducir germinación prematura por acción de los metabolitos (Giberelinas) del hongo. Se observa el micelio de color blanco y rosado entre las hileras (Roncal 2004).

2.3.2 *Fusarium roseum*, en medio de cultivo papa, dextrosa agar (PDA) el micelio es blanco o blanco-rosado y en papa, glucosa 2 %, agar (PGA), el micelio en un inicio es blanco algodonoso, posteriormente se oscurecen hasta llegar al rojo púrpura. Forman esporoquios con abundante formación de macroconidios, no microconidios, y clamidosporas. Los macroconidios son

hialinos falcados o dorsiventrales y de paredes delgadas, con extremos puntiagudos (Romero 1988).

En plantas jóvenes y adultas las infecciones se localizan en los nudos, entrenudos y base de la planta. Durante el proceso de patogénesis, las hojas empalidecen, se amarillan y se necrosan de color pajizo. En plantas adultas y bajo condiciones de humedad, las mazorcas son afectadas en su totalidad. En el tallo se observa coloraciones desde el amarillo claro, rojo vinoso, marrón oscuro y negro. Cuando este *Fusarium* provoca la fermentación de la sacarosa lo transforma en alcohol metílico (Roncal 2004).

2.3.3 *Fusarium oxysporum*, prospera en medio de cultivo papa, dextrosa, agar (PDA), el micelio al inicio es blanco, luego se tiñe ligeramente rosado, anaranjado, violáceo a púrpura. Presenta microconidios ovales, elípticos, derechos o levemente curvados. Macroconidios falcados, dorsiventrales alargados, aguzados en la punta con 0-5 tabiques, 28-38 X 3,3-4,2 μm . Clamidosporas terminales o intercalares con paredes lisas o rugosas abundantes (Fernández 1979).

Durante la patogénesis, metaboliza toxinas, las que son conducidas a través del xilema y son depositadas en los capilares de las hojas, por lo que, los primeros síntomas se aprecian como clorosis de borde de hojas, como consecuencia de intoxicación celular del parénquima; poco a poco la intoxicación avanza a la nervadura central, generalizándose la pérdida del color verde normal, luego ocurre la necrosis de bordes de color pajizo, que también avanza a la nervadura principal; finalmente la hoja muere, doblándose a la altura de la lígula (Roncal 2004).

Las plantas enfermas se muestran cloróticas, seguido de marchitez que terminan necrosándose de coloración café; bajo estas condiciones el xilema también se oscurece. *F. oxysporum* como habitante del suelo cuando se establece, permanece indefinidamente, por lo que no se debe cultivar variedades susceptibles (Romero 1988).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo se desarrolló en campo y laboratorio. En campo se tuvo en cuenta diferentes sectores de 9 distritos de la provincia de Cajamarca, la colección de plantas enfermas de orégano se realizó utilizando el método de transecto lineal, que consistió en ubicarnos en un punto referencial, en cada sector del respectivo distrito, movilizándonos a través de los caminos de acceso que conducía a los hogares de los pobladores que cultivaban esta hortaliza en su huerto familiar.

Las coordenadas geográficas y altitudes de los distritos donde se obtuvieron las muestras se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Altitud y coordenadas geográficas de puntos de colección de muestras.

DISTRITOS	ALTITUD (m)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		SUR (S)	OESTE (W)
Cajamarca	2750	08°02'12"	77°44'20"
Encañada	3098	07°05'11"	78°20'41"
Jesús	2564	07°14'44"	78°22'40"
Llacanora	2606	07°11'34"	78°25'37"
Los baños del inca	2667	07°09'42"	78°27'48"
Matara	2819	07°15'23"	78°15'49"
Namora	2733	07°12'06"	78°19'29"
Sorochuco	2674	06°54'43"	78°15'15"
San Juan	2311	07°17'25"	78°29'57"

En el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, se realizó la diagnosis y la fotografía microscópica de los fitopatógenos fungosos del orégano. Este Laboratorio se encuentra a 2700 m de altitud, a 3.5 km de la ciudad de Cajamarca, carretera Baños del Inca, 7°10'48" de latitud sur y 78°06'48" de longitud Oeste.

3.2. Material biológico

a) Plantas de orégano con signos de fitoenfermedades fungosas, colectadas en diferentes huertos familiares de 9 distritos de la provincia de Cajamarca.

b) Estructuras somáticas de hongos fitopatógenos, causantes de diferentes enfermedades en el orégano.

3.3. Material de laboratorio

3.3.1. Material de vidrio, láminas porta y cubre objetos, cajas Petri, vasos de precipitado de diferente capacidad, tubos de ensayo, beakers, matraz y erlenmeyer.

3.3.2. Equipo óptico, lupa, microscopio, estereoscopio, GPS, y Cámara fotográfica.

3.3.3. Equipo de esterilización y asepsia, auto clave, cámara de flujo laminar, estufa, mechero, pulverizadores para alcohol.

3.3.4. Desinfectantes, alcohol de 96°, hipoclorito de sodio al 2 – 5 %.

3.3.5. Medio de cultivo, Papa, Dextrosa, Agar (PDA); Agar, agua (AA).

3.3.6. Otros materiales, Cámara húmeda de botellas descartables, cámara húmeda de táperes descartables de 250cc, 500cc, y 1000cc, fósforo, cinta masking, navajas, agujas hipodérmicas, detergente, algodón, papel aluminio, pinzas, bisturís, fósforos, papel filtro, franela, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble, papel bond A4, colores, perforador, tijera, fólder, caña de absorber desechable, bolsas de polietileno, pulverizadores manuales para hipoclorito de sodio y alcohol.

3.4. Metodología.

3.4.1. Trabajo en campo.

a) Selección de muestras en campo, las muestras de plantas de orégano con síntomas de infecciones fungosas en raíces, tallos, hojas y flores se seleccionaron de huertos familiares y pequeñas parcelas, ubicadas en diferentes sectores de nueve distritos de la provincia de Cajamarca.

b) Transporte de muestras, las muestras seleccionadas se dispusieron en bolsas de papel húmedo protegidos con bolsas de polietileno, indicando la fecha y lugar de procedencia, se colocaron en una cubeta de plástico, de esta manera se condujo al laboratorio de Fitopatología.

3.4.2. Trabajo en laboratorio.

Para determinar las especies de hongos patógenos para el orégano, se realizó la caracterización de las estructuras somáticas que conforman los signos de cada tipo de patógeno.

Determinadas las estructuras somáticas que caracterizan a estos patógenos, se hizo uso de claves de identificación universalmente conocidos, propuestos por Lindquist (1982), Barnett y Hunter (1998), Roncal (1993).

3.4.2.1. Identificación del patógeno causante de roya.

En el Laboratorio se realizó una selección, con el propósito de diferenciar al estereoscopio las fases Uredo y Telia del hongo, a través del color de esporas en este síntoma. En el proceso de selección de hojas, se tuvo en cuenta, separar hojas del tercio inferior (seniles), tercio medio (adultas, fotosintéticamente activas) y tercio superior (jóvenes, fotosintéticamente activas).

Las estructuras somáticas del hongo, de las pústulas de las respectivas hojas se visualizaron con ayuda del microscopio. Para ello se hizo uso del estereoscopio observación que nos permitió seleccionar pústulas en diferentes estados de formación; cutícula levantada, cutícula resquebrajada y pústula propiamente dicha. Utilizando aguja hipodérmica biselada N° 25, se extrajeron una mínima porción de esporas, éstas se dispusieron en la lámina porta objetos que contenía

una gota de agua destilada estéril, se cubrió con la cubre objetos y se observó al microscopio, diferenciando mayormente esporas unicelulares de la fase Uredo y bicelulares de la fase Telia. Con el propósito de determinar el estado de promicelio, se realizó el ensayo de germinación de teliosporas.

3.4.2.2. Identificación del patógeno causante de la oidiosis.

Para determinar las estructuras que caracterizan al patógeno causante de la oidiosis del orégano, se seleccionaron tallos con hojas que mostraban el signo oídium, manifiestas a la vista como pulverulencias blanquecinas; estas muestras se empacaron en papel y para ser conducidas al laboratorio se dispusieron en bolsas de plástico transparente con su respectiva identificación. En el laboratorio con ayuda del estereoscopio se identificó el signo del hongo, representado por el micelio en formación como hilos de crecimiento radial, que posteriormente se muestran como pulverulencias desprendibles con facilidad.

Para determinar, las estructuras que caracterizan al micelio, se utilizó cinta adhesiva transparente, ésta se desglosa y con cuidado, la superficie pegajosa se sobrepone en el área de una hoja seleccionada, donde se aprecia la formación del micelio del hongo; posteriormente la cinta se levanta y se dispone en una porta objeto que contiene una gota de agua destilada estéril, teniendo en cuenta, que el área de la cinta donde se aprecie el impregnado del hongo quede en contacto con la gota de agua; posteriormente se realizó la observación; visualizando hifas, estructuras de anclaje, conidióforos y oidiosporas, estas estructuras se fotografiaron, con la finalidad de ser utilizadas en la identificación del género a través de la clave de (Barnett y Hunter 1998).

3.4.2.3. Identificación de los patógenos en el cultivo de orégano

Para identificar los fitopatógenos que causan manchas foliares, necrosis del tejido cortical del tallo y pudrición de raíces del orégano, se utilizó el medio de cultivo papa, dextrosa y agar (PDA) en placas petri.

a) Obtención del signo en cámara húmeda, porciones de raíces, tallos, hojas, flores de orégano, que mostraban síntomas de infección fungosa fueron cuidadosamente seleccionados, se lavaron con agua corriente y enjuagadas con agua destilada estéril, se dejó secar al ambiente durante 3 horas, para luego ser

dispuestas en sus respectivas cámaras húmedas (depósitos de plástico con tapa hermética) y éstas dejadas en la cámara de incubación de microorganismos a temperatura de 18 – 22 ° C. Posteriormente, las muestras fueron observadas cada 24 horas durante 3 días. En algunas, el signo del hongo apareció a las 24 horas y en otras entre 48 y 72 horas. Éstas no se dejaron por más tiempo debido a que, la continua manipulación permite la contaminación, con microorganismos no deseados.

b) Obtención del signo en PDA, para obtener el signo moho del patógeno causante de la pudrición radicular, necrosis de tallos, hojas y flores, se seleccionaron porciones de los tejidos afectados; obteniendo porciones de 3 a 4 mm de longitud, con 50% de área muerta y 50% de área aparentemente sana. Siguiendo el proceso aséptico para este tipo de trabajo se realizó la siembra en placas Petri con medio de cultivo PDA, se incubó a 22° C y se observó cada 24 horas durante 72 horas.

De las siembras de raíces se purificaron 3 aislamientos, cuyas características somáticas se detallan en la tabla 2. Y de las siembras de los otros órganos las características se detallan en las páginas 36 y 40.

c) Siembra monospórica del patógeno, bajo condiciones de asepsia del ambiente, se visualizaron al estereoscopio los diferentes signos moho, que han prosperado en las diferentes cámaras húmedas. De éstas, luego de haber localizado las estructuras de fructificación del hongo, se procedió a la siembra monospórica, las esporas se extrajeron con ayuda de la aguja MRO, y se sembraron en las respectivas cajas Petri que contenía medio PDA. Inmediatamente se incubó a 22° C, observándose cada 24 horas durante 96 horas.

d) Aislamiento, purificación y multiplicación del patógeno, los diferentes signos “moho”, que desarrollaron en la superficie de la lesión de las muestras sometidas a cámara húmeda, fueron observados cuidadosamente al estereoscopio, con la finalidad de identificar las estructuras de propagación de cada patógeno y que permitan ser extraídas con facilidad a través de la aguja MRO, para ser sembradas en medio de cultivo PDA.

Este proceso, consistió en localizar a través del estereoscopio, una porción del micelio de cada muestra, donde se distinguía con facilidad la formación de masas de conidios. Localizada esta zona, se procedió a empapar la aguja MRO en agua destilada estéril, para que, en esta lámina de agua, se adhieran las esporas del hongo que se desea purificar. El proceso de impregnación de esporas del hongo consistió en acercarse con cuidado el bisel de la aguja a la zona esporífera; las esporas impregnadas se sembraron en cajas Petri con medio PDA; esta práctica consistió en hacer un simple contacto de la esfera de la aguja con la superficie del medio de cultivo; precisando que el contacto se realizó en 5 espacios diferentes del área total del medio. Teniendo cuidado, que, en cada contacto, el área de la aguja debió ser diferente.

Las placas sembradas se incubaron a 22° C, observándose cada 24 horas, para determinar el crecimiento y desarrollo del hongo. Las cepas no contaminadas, sirvieron para realizar las siembras en micro-cultivo, con el propósito de obtener en forma detallada las estructuras que caracterizan a cada fitopatógeno fungoso y de esta manera determinar el género a través de la utilización de claves de identificación. Obtenido las cepas puras de cada patógeno, se procedió a su multiplicación en otras placas Petri con medio PDA, sembrando una porción de micelio de 5 cm², en el centro de cada placa Petri, se incubó a 22° C.

e) Siembra del patógeno en una gota de PDA, a este tipo de siembra se conoce como micro-cultivo y consiste en sembrar una espora del patógeno en una gota de medio de cultivo PDA, dispuesto en unos portaobjetos. La siembra monospórica se realizó utilizando la aguja MRO. Luego de la siembra se cubre con la respectiva cubre objetos, haciendo una ligera presión que permite uniformizar el medio PDA en el área del cubre objetos. Los portaobjetos que contiene el micro-cultivo se dispusieron en una placa Petri, sobre un ángulo de caña de sorbete de plástico y se incubó a 22° C, observándose al microscopio entre 24 y 72 horas, visualizando filamentos, septos, diferenciación de conidióforos y conidios y en algunos fitopatógenos, fialides, abultamientos y esterigmas, como características somáticas de cada patógeno. Todas estas estructuras fueron fotografiadas, imágenes que servirán para determinar el género a través de claves de identificación de hongos.

f) Identificación del género, las estructuras somáticas de cada patógeno sirvieron para identificar el género de los patógenos del cultivo de orégano en la provincia de Cajamarca. Se usó las claves de identificación “Illustrated genera of imperfect fungus” de (Barnett y Hunter 1998).

g) Conservación de los patógenos, las cepas puras de los patógenos se conservaron en medio de cultivo PDA, dispuesto en tubos de ensayo de 150 mm de longitud por 20 mm de diámetro.

El proceso consistió en disponer el medio de cultivo PDA en tubos de ensayo estéril y se dejó enfriar en plano inclinado. Después de 24 horas de enfriamiento, se sembraron los diferentes aislamientos dejando una porción de micelio de 5 mm², al centro del plano inclinado del medio; cada tubo se protegió con papel aluminio, se dispusieron en gradillas y se los colocó dentro de las cámaras de cristal como medida de protección ante una posible contaminación fortuita.

También se realizó la conservación en papel, para ello se preparó tiras de papel filtro de 10 cm de largo por 2 cm de ancho, éstos se esterilizaron en autoclave, transcurrido el enfriamiento y la deshidratación respectiva, las tiras se separaron y fueron colocados en placas Petri estéril. Para disponer las esporas de cada hongo, en las tiras de papel filtro estéril, se utilizó 5 cc de agua destilada estéril en tubos de ensayo de 10 cc de capacidad, a éstos, se dispuso 1 cm² de micelio del hongo con medio, se agitó con agitador eléctrico, obteniendo la suspensión de esporas de cada aislamiento.

Los tubos con cada suspensión de esporas del patógeno fueron identificados convenientemente, de éstos cada suspensión, se extrajo con ayuda de jeringas de uso médico estériles; para luego ser asperjadas en toda el área del papel de filtro estéril. Cada papel con las esporas del patógeno protegidas en cada placa Petri, se dejó secar al ambiente dentro de una cámara de cristal aséptica; transcurrido 72 horas, cada papel impregnado con el inóculo se pasó a una bolsa de plástico nueva, se selló, identificó y se colocó en la cámara del cepario de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Etiología de las fungosis del orégano

4.1.1. Etiología de la pudrición radicular

a) Obtención del patógeno, las pudriciones radiculares del orégano se encontraron en plantas recolectadas en los distritos de Cajamarca, Baños del Inca, Llacanora, Namora, Matara, Jesús y San Juan.

b) Identificación del género del patógeno, para determinar el género del patógeno se consideró el crecimiento y desarrollo del micelio; destacando la septación de los filamentos, conidióforos y conidios. Las características observadas en los 3 aislamientos fueron semejantes, que comparadas con las claves de Barnett (1960), nos condujo a determinar el género *Fusarium*.

c) Identificación de especies de *Fusarium*, las características somáticas y coloración del micelio en medio PDA de cada aislamiento, nos permitió determinar la especie, haciendo uso del libro “The Genus *Fusarium*”, escrito por (Booth, C. 1971).

Aislamiento 1. El crecimiento y desarrollo del micelio a las 24 horas se observó algo transparente, dejando ver la superficie del medio, a partir de 48 horas el micelio se incrementó y se coloreo de blanco cremoso y en otra placa apareció un ligero color lila; característica que reporto Martos (1980) para *F. moniliforme*.

El micelio abundante en la placa se aprecia como terciopelo blanco cremosos algo pulverulento, característica que corresponde a *F. moniliforme*, como lo reporta (Booth 1971).

Tabla 2. Características morfológicas de patógenos fúngos del sistema radicular del orégano.

Aislamiento	Micelio	Conidios		Estructura de conservación
		Macroconidios	Microconidios	
1	<p>En medio PDA, se observa micelio, blanco cremoso pulverulento</p> <p>De acuerdo con la variante pueden ser de color crema, lila y violeta oscuro (Booth 1971).</p>	<p>- Formados en conidióforos. Son delgados, de 4 a 5 septos</p> <p>- Largo: 18 a 32 μm</p> <p>- Ancho: 3 a 6 μm</p> <p>2 a 3 μm en la base</p> <p>1 a 5 μm en el ápice</p>	<p>Formados en cadena sobre fialides.</p> <p>Ovoides sin septos</p> <p>8-10 μm de largo</p> <p>2-2.5 μm de ancho.</p>	<p>No forman clamidosporas</p> <p>Micro Esclerocios de color negro.</p>
2	<p>En medio PDA, micelio algodonoso, primero hialino, luego la base se colorea de lila.</p> <p>De acuerdo con la variante pueden ser de color blanco, cremoso, marrón claro, rojo, verde claro y lila (Booth 1971).</p>	<p>- Formados en conidióforos. Son fusiformes, falcados, curvados, aciculares, con extremos en punta de 3 a 5 septos</p> <p>- Largo: 38 a 45 μm</p> <p>- Ancho: 4 a 6 μm</p>	<p>Ausentes</p>	<p>Clamidosporas esféricas, ovales, solitarias, terminales, intercalares, formando cadenas y grupos</p>
3	<p>En medio PDA el micelio es de color blanco a blanco cremoso, y termina de color gris.</p> <p>También puede ser de color morado, morado claro, que termina de color gris.</p> <p>Los conidios se forman en cadenas.</p>	<p>- Formados en conidióforos y fialides. Son delgados, ovales elipsoides, cilíndricos, erectos y curvados de 3 a 7 septos. Con extremo superior en punta curvada y el inferior en forma de pie.</p> <p>- Conidios de 3 septos miden: Largo: 27 a 46 μm Ancho: 3 a 5 μm</p> <p>- Conidios con 5 septos miden: Largo: 55 a 60 μm Ancho: de 3 a 5 μm</p> <p>- Conidios de 6 a 7 septos miden: Largo: 50 a 66 μm Ancho: de 3 a 5.5 μm.</p>	<p>Presentes, que forma fialides.</p>	<p>Clamidosporas, solitarias, apicales e intercalares, no forman cadenas, a veces se encuentran de a 2.</p>

Los conidios vistos al microscopio son delgados multiceptados, mayormente con 4 y 5 septos de 18 a 32 μm de largo por 3 a 6 μm de ancho; presentan abundantes microconidios ovoides en cadenas de 8 a 10 de largo y de 2 a 2.5 μm de ancho; esta característica esta entre las medidas reportadas por Booth (1971); además este autor hace notar dimensiones de la base del conidio de 2 a 3 μm y de 1 a 5 μm en la parte superior.

Agotado el alimento en el medio de cultivo, las hifas se transforman en microesclerocios de color negro.

Las características antes mencionadas confirman la presencia de *Fusarium moniliforme* Sheld.

Género: *Fusarium moniliforme* Sheld.



Fig. 2. Conidios agrupados al final del conidióforo de *Fusarium moniliforme* Sheld.



Fig. 3. Hifas y fiálides de *Fusarium moniliforme* Sheld



Fig. 4. Microconidios en cadena de *Fusarium moniliforme* Sheld.

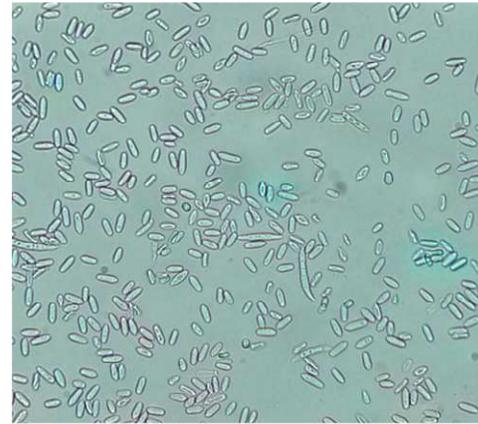


Fig. 5. Macro y micro conidios de *Fusarium moniliforme* Sheld.

Aislamiento 2. El micelio de este aislamiento primero se mostró transparente, a medida que se incrementó el crecimiento, adquirió el color rojo. Los conidios multiceptados, son grandes fácilmente distinguibles con el microscopio, las células de los extremos terminan en punta, son multiformes, destacan los fusiformes, falcados, curvados, aciculares; la célula pie algo escotado, en la unión con el conidióforo. estas características coinciden con los reportes de Fernández (1979) para *Fusarium roseum*, el tamaño de conidios varía de 38 a 45 μm de largo por 4 a 6 μm de ancho, valores que están inmersos en las apreciaciones de Booth (1971) para *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr., No presenta microconidios, pero si clamidosporas, formadas en el ápice y en forma intercalar en las hifas y conidios, comúnmente forman cadenas y grupos.

Género: *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr.



Fig. 6. Micelio de *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr. cultivado en PDA.

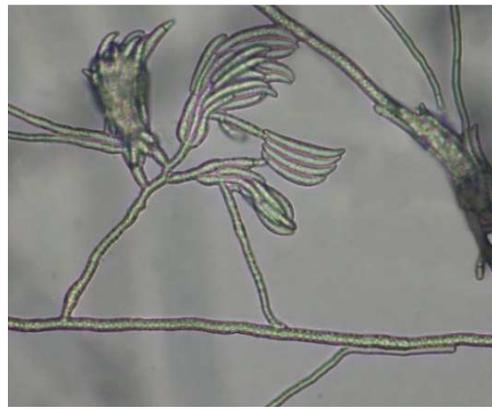


Fig. 7. Hifas, conidióforos y macroconidios de *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr.



Fig. 8. Macroconidios de *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr.

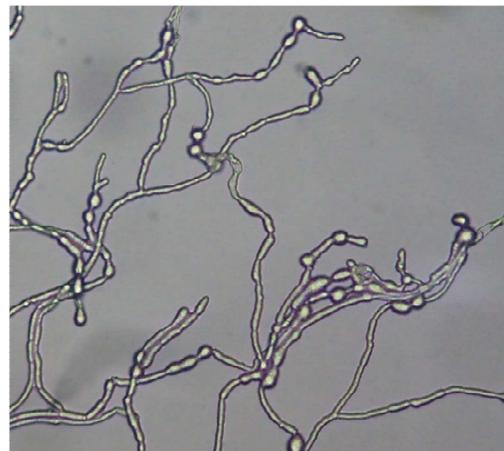


Fig. 9. Clamidosporas de *Fusarium roseum* (Link.) Snyd. Fr.

Aislamiento 3. EL micelio en medio de cultivo PDA, primero se observa de color blanco, permaneciendo este color hasta las 72 horas, a partir de este tiempo se pigmenta paulatinamente de color gris claro, terminando de gris oscuro; este color coincide con el reporte de Booth (1971), para la especie de *Fusarium oxysporum* Schl.

Los filamentos al microscopio se aprecian septados y brillantes, de éstos se desprenden pequeños conidióforos y fiálides; los conidióforos son simples a veces presentan 2 ramas apicales, en cuyos extremos se forman los macroconidios, que primero son unicelulares, para terminar con 5 y 7 septos y de forma de canoa. En el ápice de las fiálides se forman los microconidios unicelulares ovoides, formando cadenas.

Cuando falta alimento en el medio PDA, forman clamidosporas esféricas apicales e intercalares, en esta especie estas estructuras de conservación no se presentan en grupos; esta característica también lo reporta (Booth 1971).

Las características de este aislamiento corresponden a *Fusarium oxysporum* Schl., determinado en base a la información de (Booth 1971).

Género: *Fusarium oxysporum* Schl.



Fig. 10. Micelio de *Fusarium oxysporum* Schl. cultivado en PDA.



Fig. 11. Macroconidios sueltos de *Fusarium oxysporum* Schl.



Fig. 12. Hifas, conidióforos y macroconidios de *Fusarium oxysporum* Schl.

d) Patogénesis de *Fusarium moniliforme*, *F. roseum* y *F. oxysporum* en orégano, en la naturaleza las diferentes especies del género *Fusarium* viven como saprófitos en el suelo, alimentándose de restos de plantas muertas, a esta forma de vida se conoce como vida saprófita (Agrios 1986).

Las 3 diferentes especies de *Fusarium* encontradas en las raíces del orégano, según el síntoma manifiesto, se caracterizaron por mostrarse en forma de áreas necróticas de diferente tamaño, de color marrón oscuro; éstas a medida que avanza la infección terminan comprometiendo a todo el diámetro de raíces y raicillas infectadas. Este tipo de síntoma es común encontrarlo en las infecciones, causadas por todas las especies de *Fusarium*. En diferentes cultivos, como lo reporta (Romero 1988).

Las infecciones del sistema radicular repercuten en todos los órganos de la planta, debido a que las toxinas del hongo se translocan mezclados con la solución suelo, conduciéndose hasta la última célula de los diferentes órganos aéreos, como lo comenta Roncal (2004). El efecto de intoxicación se aprecia en hojas, ramitas, rama y tallo principal. En hojas, lo primero que se aprecia, es clorosis apical y marginal que avanza paulatinamente a la nervadura principal, cuando el parénquima se necrosa se muestra de color marrón oscuro y de consistencia quebradiza este proceso también lo reporta (Roncal 2004).

Los síntomas de intoxicación en ramas, ramitas y tallo se aprecian como muerte regresiva y coloración marrón oscuro de la corteza más la defoliación respectiva.

4.1.2. Etiología de la Oidiosis

a) Morfología del patógeno, el micelio sólo prospera en la superficie de órganos verdes del hospedero, en los inicios de diferenciación sólo se aprecia a través del estereoscopio como hilos blancos de distribución radial originados de un punto que es el lugar de la infección, posteriormente se incrementa la ramificación y la respectiva diferenciación de conidióforos unicelulares con una septa en la base, a medida que ocurre la formación de conidios el micelio blanco se muestra como una pulverulencia fácilmente desprendible en forma de nube, visible a simple vista, esta característica coincide con los reportes de (Roncal y Roncal 2015).

Las hifas al microscopio se aprecian cristalinas, multicelulares y de crecimiento indefinido, en la superficie de ésta, que crece adherido al hospedero, se distingue las estructuras de anclaje o apresorio, a partir del cual se origina el haustorio que tiene la particularidad de ingresar a la célula de la epidermis del hospedero para proveerse de alimento, apreciación semejante al reporte de (Bazán y Roncal 2015).

El conidióforo se forma a partir de células especiales denominadas células de diferenciación, que ocurren a lo largo de una hifa, éstas primero aumentan de tamaño para seguir con la formación del primordio del conidióforo, en forma de un abultamiento semi esférico, sigue el alargamiento formándose el conidióforo respectivo lleno de contenido citoplasmático, característica que también lo reporta (Roncal y Roncal 2015).

Los conidios o oidiosporas se diferencian dentro del conidióforo, a medida que emergen a la superficie se forman paulatinamente las paredes celulares, cuando emergen forman cadenas de conidios, realizándose la maduración en forma paulatina y secuencial de acuerdo con la emergencia del lugar de diferenciación. Los conidios maduros son fácilmente desprendibles.

b) Identificación de patógeno, las características morfológicas y las figuras respectivas sirvieron para determinar el género *Oídium*, haciendo uso de las claves de identificación de hongos imperfectos propuesto por Barnett (1960); en

cambio no se ha determinado la especie que está afectando orégano en esta parte del Perú, por lo que el patógeno de esta Oidiosis es *Oidium* sp.

En Europa esta fitoenfermedad es causada por *Erysiphe galeopsidis*, hongo nominado en su forma teleomorfa, que en América del Sur esta fase aún no se encuentra según los reportes de (Roncal y Roncal 2015).



Fig. 13. Conidióforos con oidiosporas en diferenciación y oidias maduras de *Oidium* sp., en orégano (*Oreganum vulgare* L.).

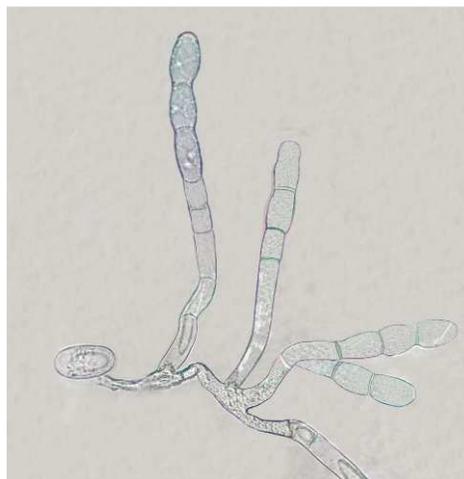


Fig. 14. Hifas y conidióforos con oidiosporas en cadena de *Oidium* sp. en orégano (*Oreganum vulgare* L.).

c) Patogénesis de *Oidium* sp., el patógeno prospera cuando la humedad relativa del ambiente se encuentra entre 50 a 65 %, principalmente después de 24 a 48 horas de una escasa precipitación al inicio y final del período lluvioso en Cajamarca, ya que en períodos de fuertes lluvias esta fitoenfermedad no se presenta.

Las infecciones ocurren en los órganos verdes del tercio inferior y medio de la planta, raramente se encuentra en el tercio superior; el patógeno prefiere los órganos fotosintéticamente activos como lo comenta (Roncal 2004).

La planta enferma se distingue porque presenta porciones cubiertas de polvillo blanco, que con el tiempo se torna de gris oscuro, estas pulverulencias aumentan de tamaño hasta cubrir la mayor parte de la superficie externa del órgano afectado. La producción de oidiosporas dan la apariencia de pulverulencias que son fácilmente desprendibles por una ligera agitación o corriente débil de viento; esta característica también lo reporta (Aguirre 1965).

Las infecciones de la oidiosis en orégano mayormente ocurren en hojas y ramas del tercio inferior, en condiciones adecuadas pasan al tercio medio y escasamente al tercio superior.

Los inicios de las lesiones en hojas son difíciles de ser observadas, debido a que el micelio del hongo rápidamente cubre la totalidad del haz de la lámina foliar, cuando la hoja muere el envés se aprecia de color marrón oscuro, seguido de defoliación.

El micelio del hongo, en hojas, partes del tallo y a veces en la inflorescencia se observan como pulverulencias de color blanco primero y gris después; es suficiente una infección por lámina foliar para que cause la necrosis total de la hoja y la caída respectiva.



Fig. 15. (A) Micelio de *Oidium* sp. en hojas de orégano (*Origanum vulgare* L.)

4.1.3. Etiología de la Roya

a) **Morfología del patógeno**, en la presente investigación se determinaron las esporas de 3 fases secuenciales.

La **Fase Aecia** o **Ecidio**, se presenta en pequeñas pústulas individuales de color amarillo oscuro en el haz y envés; las aeciosporas = ecidiosporas, dispuestas en pedicelos coniformes hialinos, son mayormente esféricas sin equinulaciones; éstas al desprenderse dejan ver una cicatriz oscura.

La **Fase Uredo**, se presenta en pústulas de color marrón claro, indistintamente distribuidos en el envés de las hojas; pero también se puede encontrar en el haz, cuando existe fuertes infecciones. Las uredosporas son mayormente, ovoides, ovoides alargadas y con abundante equinulaciones puntiagudas; éstas crecen y desarrollan en pedicelos coniformes hialinos. Las uredosporas en conjunto se observan teñido de color amarillo claro brillante.

La **Fase Telia**, de este hongo sólo se logró encontrar en plantas afectadas, sobre los 3,500 m, éstas se forman dentro de las pústulas de la fase Uredo; por lo que el color marrón claro es ligeramente más oscuro. Este estadio se forma, cuando escasea el alimento, producto de intoxicación de las células del parénquima foliar.

El color de la pústula es ligeramente más oscuro que el de la fase uredo; esta característica es común encontrarlo en otras royas, como lo reporta Roncal (2004). Las teliosporas son bicelulares, dispuestas sobre pedicelos unicelulares hialinos gruesos; las células que conforman a las teliosporas presentan un septo central profundo de color marrón oscuro; en el ápice de la célula superior se distingue una papila cristalina en forma de chupón.

Las teliosporas vistas al microscopio se aprecian de color anaranjado oscuro brillante; cuando se agrupan resalta el anaranjado oscuro.

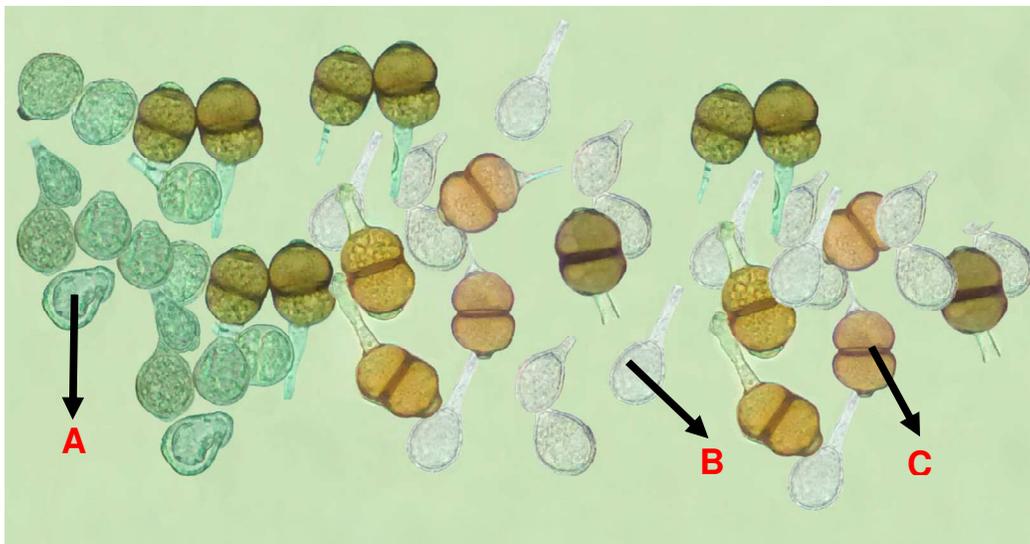


Fig. 16. (A) Ecidiosporas, (B) Uredosporas, (C) Teliosporas de (*Puccinia rubsaameni* P. Magn.) en orégano (*Origanum vulgare* L.)

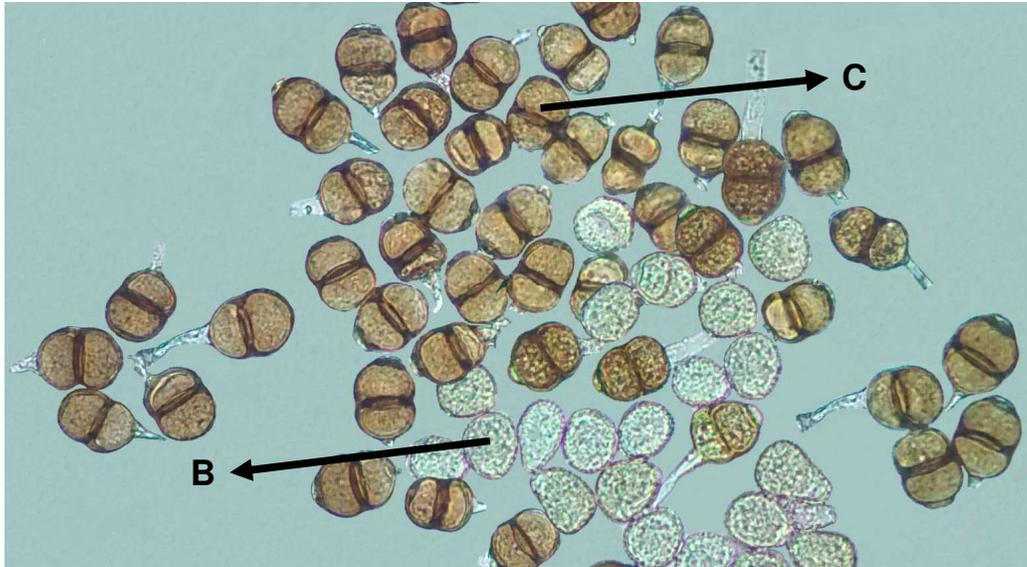


Fig. 17. (B) Uredosporas, (C) Teliosporas de (*Puccinia rubsaameni* P. Magn.) en orégano (*Origanum vulgare* L.).

b) Identificación de patógeno, las características morfológicas, descritas nos condujeron a determinar el género *Puccinia*, utilizando la clave de identificación de royas de Lindquist (1982). Elizabeth (2011), a la roya del orégano lo reporta como *Puccinia rubsaameni*.

c) Patogénesis de *Puccinia rubsaameni*, esta fitoenfermedad se localiza solo en hojas, las infecciones de mayor severidad ocurren en el follaje del tercio inferior, disminuyendo secuencialmente en el tercio medio y con ligeros brotes en el tercio superior.

Los primeros síntomas sólo se distinguen al estereoscopio; en el envés aparecen en forma de puntitos cloróticos inconspicuos desde una a 70 unidades. Cada punto de infección al incrementar su tamaño, necrosa células del parénquima y epidermis; esta condición permite la diferenciación de las esporas de la Fase Uredo, denominadas uredosporas, cuyo crecimiento y desarrollo ejercen presión a la cutícula, permitiendo su desprendimiento de la epidermis, observándose como chupones de color marrón amarillento cristalino; posteriormente ocurre la ruptura de la cutícula, dando origen al síntoma característico llamado pústula; éstas son circulares de 0.1 a 0.25 mm de diámetro, en cuyo interior se aprecian las uredosporas formando masas pulverulentas frágiles de color marrón amarillento.

Como característica peculiar de esta roya, alrededor de cada pústula no se distingue el área plesionecrótica como ocurre con otras royas; incluso, hojas fuertemente afectadas tardan en necrosarse. La necrosis del parénquima foliar ocurre por partes, el tejido muerto se muestra de color marrón oscuro a negro, no forma el área plesionecrótica. Cuando la hoja muere se desprende con facilidad.



Fig. 18. Pústulas de (*Puccinia rubsaameni* P. Magn.), en el envés de hojas de orégano (*Origanum vulgare* L.).

4.1.4. Etiología de las manchas negras en hojas, flores y tejido cortical

a) Morfología del patógeno, en medio de cultivo PDA, presenta micelio de color gris claro en las primeras 24 horas y gris oscuro después, debido a la fructificación, cuyos conidios son de color marrón oscuro en comparación de los filamentos, cuya coloración es más clara; esta característica coincide con las apreciaciones de (Consuelo Bazán de Segura 1971).

Presentan conidióforos simples tabicados, de color marrón brillante al microscopio, los conidios se forman en el ápice de la última célula del conidióforo; cuando inicia la diferenciación, se aprecian como cristales esféricos, a medida que crece se distinguen septos transversales y al final los septos longitudinales. Posteriormente, de la célula apical del primer conidio se origina el segundo conidio y así sucesivamente hasta observar varios conidios en cadena, denominados micológicamente conidios catenulados (Agrios 1996).

En el presente aislamiento fue común observar la germinación de algunas células de los conidios en cadena antes de desprenderse, característica que lo precisa (Roncal 1993).

La forma característica de los conidios de este patógeno es en forma de clava, elipsoidales, las células que lo conforman permiten observar una figura en forma de muro, que acertadamente se los nomina como conidios muriformes, como lo reporta (Fernández 1979).

Los conidios tienen diferente tamaño, la longitud oscila entre 20 – 63 μm y de ancho entre 9 – 18 μm , en condiciones adecuadas de temperatura y humedad cada célula germina un tubo de germinación. El signo se muestra como moho de color gris claro a oscuro, en la superficie del tejido muerto.

b) Identificación de patógeno, las características somáticas descritas anteriormente, nos condujeron a determinar al género *Alternaria alternata*, utilizando las claves de Barnett (1960); esta descripción se precisa en la página (46) del apéndice.



Fig. 19. Filamentos, conidióforos y conidios muriformes en cadena de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.



Fig. 20. Vista detallada de un filamento, conidióforo y conidios muriformes en cadena de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

La morfología del patógeno causante de las manchas negras de hojas, flores y tallo coincide con la diagnosis del patógeno del orégano reportado por Klauer (2029). Que es *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

c) Patogénesis de *Alternaría alternata* (Fr.) Keissler, cuando un conidio llega a cualquier órgano aéreo de la planta y encuentra condiciones adecuadas de humedad y temperatura, permite que las células que lo conforman germinen tubos de germinación, los mismos que tienen la particularidad de ingresar a los tejidos de la planta; si es por los estomas causan infección en hojas, si es por las lenticelas causan necrosis del tejido cortical.

Las primeras infecciones se muestran en hojas del tercio inferior, característica encontrada en todas las plantaciones de orégano de los lugares muestreados. En reportes de infección de otras especies de *Alternaria*, como *A. solani* en papa Hooker (1990) precisa que las hojas seniles son las que muestran mayor susceptibilidad a este tipo de patógeno.

Las lesiones en hojas se inician tanto por el haz y envés, mayormente ocurre por el haz debido a que en este espacio hay mayor cantidad de estomas que facilita el ingreso del hongo.

Las infecciones en hojas aparecen como un pequeño puntito amarillo claro, a medida que aumenta de tamaño se oscurece y es regular, puede o no mostrar anillos concéntricos visibles; la presencia de anillos concéntricos en el área muerta de la hoja, causado por *A. solani*, lo reportan (Consuelo Bazán de Segura 1971, Hooker 1990 y Latorre 1999).

Se extiende desde las hojas más senescentes a las más activas, afectando totalmente la planta cuando persisten condiciones húmedas, abundantes rocíos o lluvias y temperaturas templadas a frías (Latorre 1999).

Las lesiones típicas de la enfermedad se presentan en hojas como manchas fusiformes de color café, donde destacan anillos concéntricos de color más oscuro. Las hojas severamente atacadas cambian de color verde, marrón claro y luego a un color café; estas se desprenden de las ramas por la fuerte infección producida por el patógeno.

Las lesiones en los tallos y ramas son de forma oval, presentan anillos concéntricos de color café a café oscuro. Climas húmedos y lluvioso estimula la esporulación copiosa de conidios grandes, individuales (no en cadena), oval

alargados, pico (célula apical) muy largo y filiforme (a veces ramificado), septados (septas longitudinales escasas) y de color café oscuro (Romero 1988).

Se presentan como pequeñas manchas necróticas en las hojas tallos y flores, estas son circulares que se desarrollan alrededor de las lenticelas, bajo condiciones ambientales estas crecen y pueden cubrir todo el órgano afectado.



Fig. 21. Manchas foliares en orégano (*Origanum vulgare* L.), ocasionada por *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.



Fig. 22. Micelio de color gris oscuro de *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler. En PDA.



Fig. 23. Infección en foliolos de orégano (*Origanum vulgare* L.), ocasionada por *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

4.1.5. Pudrición acuosa de flores

a) **Morfología del patógeno**, prospera en medio de cultivo PDA y en órganos afectados de la planta, almacenados sin aireación. Flores, hojas y terminales sometidos a cámara húmeda, permite el desarrollo del hongo en forma de moho gris. El micelio en medio de cultivo PDA, se observa a las 24 horas de incubación a 22° C, es de color blanco, transcurrido 48 horas, cambia a gris claro y termina de gris oscuro, debido a la maduración de las esporas, característica que coincide con el reporta de (Roncal 1993).

Muestras del micelio observadas al microscópico, se visualizan hifas hialinas septadas, de estas se desprenden conidióforos, ramificados en la porción terminal, cada ramificación termina en un abultamiento con esterigmas, donde se forman las esporas unicelulares circulares y ovoides principalmente, característica que coincide con el reporte de (Roncal 1993).

Las esporas tienen 12,5 – 24 μm de largo y 10–16 μm de ancho; medida que se encuentra entre 8–15 μm de largo y 12–20 μm de ancho, reportado por (Fernández 1979), observadas al microscopio, en forma dispersa cada una muestra un brillo característico y en grupo es de color gris.



Fig. 24. Micelio de color marrón claro de (*Botrytis cinérea* Pers. Fr.) cultivado en PDA.



Fig. 25. Conidióforo y conidios de (*Botrytis cinérea* Pers. Fr.).

b) Identificación de patógeno, las características morfológicas descritas anteriormente, más las figuras de cada estructura, comparadas con los escritos de las claves de identificación de Barnett (1962), se determinó al género *Botrytis*, cuya clave se describe en la página (47) Del apéndice.



Fig. 26. Conidios en forma de racimos de uvas de (*Botrytis cinérea* Pers. Fr.)



Fig. 27. Inflorescencia de orégano infectado por (*Botrytis cinérea* Pers. Fr.)

c) Patogénesis de *Botrytis cinérea* Pers. Fr., las infecciones en flores, hojas y ramas del orégano ocurren cuando los hatos de esta hortaliza se mantienen por más de 72 horas, sin dotarles aireación y mucho más si la humedad relativa supera el 70 %.

Las primeras infecciones en pétalos, sépalos y hojas se aprecian, como pequeños puntos que han perdido el color característico del tejido afectado; éstas al aumentar de tamaño pierden consistencia como consecuencia de la maceración, adquiriendo el color marrón oscuro; esta desintegración ocurre por la destrucción del ácido galacturónico de las paredes celulares, por acción de las enzimas poligalacturonasas, producidas por el hongo; permitiendo la formación de moléculas de agua, como lo reporta (Roncal 2004).

Cuando, los órganos afectados se deshidratan, se pulverulizan manteniendo el olor característico del hospedero.

Esporádicamente las brácteas protectoras de las flores son atacadas por este patógeno



Fig. 28. Infección generalizada en hojas, tallos y flores de orégano (*Origanum vulgare* L.), ocasionada por (*Botrytis cinérea* Pers. Fr.)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fungosis y las causas determinadas en orégano en la provincia de Cajamarca, corresponden a:

5.1. Pudrición radicular, causado por *Fusarium moniliforme*, *F. roseum* y *F. oxysporum*, cuyos síntomas en la parte aérea corresponden a clorosis y muerte regresiva.

5.2. Oidiosis, causado por *Oidium* sp., afectando a todos los órganos verdes de la planta en forma de pulverulencias blancas, seguidas de defoliación.

5.3. Roya, cuyo agente patógeno es *Puccinia rubsaameni* P. Magn., patógeno foliar que mayormente infecta el envés de hojas, de preferencia en el tercio inferior.

5.4. Alternariosis, patógeno determinado como *Alternaria alternata*, causa manchas foliares de color marrón oscuro a negro y defoliación.

5.5. Pudrición acuosa de flores, causado por *Botrytis cinérea*, el hongo necrosa inflorescencia y órganos aledaños, causando necrosis acuosa.

5.6. Se recomienda realizar estudios de *Puccinia rubsaameni* P. Magn. Con la finalidad de determinar el ciclo biológico.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, SH. 1982. Determinación de la patogenicidad de seis especies de *Fusarium* en los cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*), maíz (*Zea mays*), y pino (*Pinus radiata* D. Don). Tesis Ingeniero Agrónomo. Cajamarca-Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 69 p.

Agrios, GN. 1996. Fitopatología. 2 ed. México, Editorial Limusa. 838 p.

Aguilr, X; Valle, G; Lucero, A; Ramirez, R. 2012. Innovación tecnológica de sistemas de producción y comercialización de especies aromáticas y cultivos en agricultura orgánica protegida con energías alternativas de bajo costo (en línea). Propagación de especies aromáticas. La paz, Baja California Sur, México, centro de investigación biológica del noreste S.C. Consultado 7 dic. 2017. Disponible en <http://www.conectarural.org/sitio/sites/default/files/.../manual-propagacion-especies-aromaticas.pd...>

Aguirre Azpeitia, A. 1965. Patología vegetal. 2 ed. Barcelona, España, Editorial Omega. 818 p.

Alexopoulos, CJ. 1966. Introducción a la Micología. Primera edición. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria de Buenos Aires. 615p.

Alexopoulos, CJ; Mims, CW. 1979. Introductory Mycology. 3 ed. New York. Chichester Brisbane Toronto. John Wiley & Sons. 632 p.

Ames de Icochea, T. 1974. Fitopatología General. Primera edición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 83 p.

Anaya, S. et al. 1999. Hortalizas. Plagas y enfermedades. Primera edición. México, Editorial Trillas. 544 p.

Barnett, HL. 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 2 ed. West Virginia University, EE. UU, Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology. 225 p.

Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain, Inglaterra. 237 p.

Cameroni, G. 2012. Ficha técnica de orégano “*Origanum vulgare*” (en línea). Ficha orégano -3- alimentos argentinos. Argentina, dirección de Agroalimentos. Consultado 7 dic. 2017. Disponible en http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/sectores/.../Oregano_2013_03_Mar.pdf

Chávarry, JW. 2013. Identificación de las enfermedades fungosas de la taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) en las zonas productoras de San Pablo y San Marcos, Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cajamarca-Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 52 p.

Elizabeth torres, L. 2011. Caracterización y evaluación de genotipos de orégano cultivados en las principales zonas de producción de argentina. Doctora en Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. 123p.

Fernández, M. 1978. Introducción a la fitopatología. 3 ed. Buenos Aires, Argentina, Edit. Talleres gráficos I.S.A.G. (Instituto Salesiano de artes gráficas). 779 p.

Font Quer, P. 1985. Diccionario de botánica. Barcelona, España, Labor. 1244 p.

Jauch, C. 1985. Patología vegetal. 3 ed. Buenos Aires, Argentina, Editorial el Ateneo. 320p.

Klauer García, DF. 2009. Manual técnico de cultivo ecológico de orégano (*Origanum* sp L.) (En línea). El taller Asociación de promoción y desarrollo Arequipa, Perú. Consultado 15 feb. 2017. Disponible en

<http://www.ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2014/01/manual-cultivo-ecologico-oregano.pdf>

Latorre Guzmán, B. 1999. Enfermedades de las plantas cultivadas. 5 ed. D. F, Mexico, Alfaomega. 646p.

Lindquist, JC. 1982. Royas de la República Argentina y zonas limítrofes. Tomo XX. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires, Argentina. 574p.

Llacér, G; López, MM; Trapero, A; Bello, A. 1996. Patología vegetal. 2 ed. Madrid, España, Editorial Aedos. 1165 p.

Martos, W. 1980. Identificación de diferentes especies de fusarium en cuatro provincias del departamento de Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cajamarca-Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 53 p.

Mentor. 1965. Nuevo Diccionario Enciclopédico Ilustrado. 4 ed. Buenos Aires, Argentina, Sopeña. 1629 p.

Mesa, J. 1953. Enfermedades de las plantas. 2 ed. México, Edit. Herrero S. A. 1099 p.

Mosqueira, ME. 1994. Cuadro Clínico de Fitoenfermedades Fungosas en Plantas Aromáticas en Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cajamarca-Perú, Universidad Nacional de Cajamarca. 51 p.

MunozCenteno.pdf

Muños Centeno, LM. 2002. Plantas medicinales españolas “Origanum vulgare L.”. (Lamiaceae) (Oregano) (en línea). Salamanca, España. Consultado 23 oct. 2017. Disponible en https://www.biolveg.uma.es/abm/Volumenes/vol27/27_

Romero Cova, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Primera edición. Texcoco, Mexico, Universidad Autónoma Chapingo. 347 p.

Roncal Ordoñez, MS. 1993. Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes. Primera edición. Cajamarca, Perú, Edit. Obispo “Martínez Compañón”. 372 p.

Roncal Ordoñez, MS. 2004. Principios de Fitopatología Andina. Cajamarca, Perú. Oficina General de investigación de la UNC. 420 p.

Roncan Ordoñez, MS y MR, Roncal Rabal. 2015. Especificidad patogénica y nominación científica del anamorfo que induce oidiosis en cultivo de la zona andina. Revista Mexicana de fitopatología, Mexican Journal of Phitopathology. Volumen 33, suplemento, 2015. Órgano internacional de difusión de la sociedad mexicana de fitopatología, A. C. p 58.

APÉNDICE

Identificación de hongos que inducen defoliación, pudrición de la raíz, tallos, hojas y flores, en la planta de orégano (*Oreganum vulgare* L.).

Clave de identificación de *Alternaria* sp. Según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico o con septas frecuente; conidias normalmente ausentes, excepto en algunos géneros(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidias y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos (MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados.

D2: Conidióforos y/o conidias conteniendo pigmentos oscuros, conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Dematiaceae)

E4: Conidia multicelulada, dictiosporos, o cuatro células entrecruzadas.

F2: Conidia no catenulada.

G2: Célula apical de conidio no distintamente más grandes que otras.

H1: Conidióforo bien desarrollado, generalmente más largo que los conidios.

I1: Conidia simple, apical.

J1: Conidios atenuados en el ápice.....***Alternaria***

Clave de identificación de *Botrytis* sp. Según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico o con septas frecuente; conidias normalmente ausentes, excepto en algunos géneros(HONGOS IMPERFECTOS).

B1: Conidias y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos (MONILIALES).

C2: Conidios no enrollados.

D1: Ambos conidios y conidióforos (si están presentes) hialinos o de colores brillantes; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Moniliaceae).

E1: Conidia uní celular, globosa a cilíndrica corta.

F2: Conidióforos presentes, aunque a veces cortos.

G2: Conidióforo y sus ramas distintas de los conidios.

H2: Conidióforos en su mayoría ramificados, a veces simples; fiálides, si están presentes, en grupo o racimos.

I3: Conidióforos generalmente ramificados, conidios en racimos secos***Botrytis***.

Clave de identificación de *Fusarium* sp. Según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico o con septas frecuente; conidias normalmente ausentes, excepto en algunos géneros(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidias y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos (MONILIALES)

C2 Conidios no enrollados.

D1: Tanto los conidios como los conidióforos (si están presente) hialino o brillantemente coloreados; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Moniliaceae).

E3: Conidios mayoritariamente de tres o más células, globoides a cilíndricos o alargados a filiformes con septos variables.

F2: Conidia no como en F1; no acuáticos sumergidos.

G2: Conidias solamente con septaciones transversales no ramificadas.

H2: Saprofitos o paracitos de plantas.

I1: Macrosporas grandes en forma de canoa típicas y micrósporas pequeñas presentes..... ***Fusarium***.

Clave de identificación de *Oidium* sp. Según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico o con septas frecuente; conidias normalmente ausentes, excepto en algunos géneros(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidias y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos (MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados.

D1: Tanto los conidios como los conidióforos (si están presente) hialino o brillantemente coloreados; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Moniliaceae).

E1: Conidia uní celular, globosa a cilíndrica corta.

F2: Conidióforos presentes, aunque a veces cortos.

G1: Células del conidióforo que no difieren mucho de las conidias catenulares.

H1: Conidioforos simples; conidios formados basipetalmente.....
..... **Oidium.**

Clave de identificación de Roya. Según (Lindquist, 1982).

A. Teleutosporas que al germinar forman un promicelio tabicado..... B, BB.

B. Teleutosporas libres o unidas a diversos modos, pero nunca formando estratos o costras..... *Pucciniaceae*

Grupo VI. Uredosoros sin paráfisis; uredosporas equinuladas; poros esparcidos.

A'. Teleutosporas germinan luego de un periodo de latencia.

a'. Membrana teleutospórica, menos de 5 μ de espesor. Poro germinativo de la célula inferior junto al tabique **Roya (*Puccinia rubsaameni*).**



Fig. 29. Cultivo de orégano (*Origanum vulgare* L.).



Fig. 30. Planta de orégano (*Origanum vulgare* L.), extraída del suelo presentando fungosis.



Fig. 31. Diagnósis fitoenfermedades de plantaciones de orégano (*Origanum vulgare* L.).



Fig. 32. Planta de orégano (*Origanum vulgare* L.), colectada de campo con ataques fúngicos.



Fig. 33. Órganos infestados de orégano (*Origanum vulgare* L.), dispuestos en cámaras húmedas.



Fig. 34. Plaqueo de medio de cultivo (PDA) en placas petri, para siembra, purificación, y multiplicación de cepas fitopatógenas.



Fig. 35. Proceso de siembra monospórica de cepas fitopatógenas, en el laboratorio de fitopatología.



Fig. 36. Proceso de siembra monospórica de hongos fitopatógenos.



Fig. 37. Siembra en una gota de (PDA) cepas fitopatógenas, para una identificación correcta.



Fig. 38. Conservación de cepas de patógenos en plano inclinado.

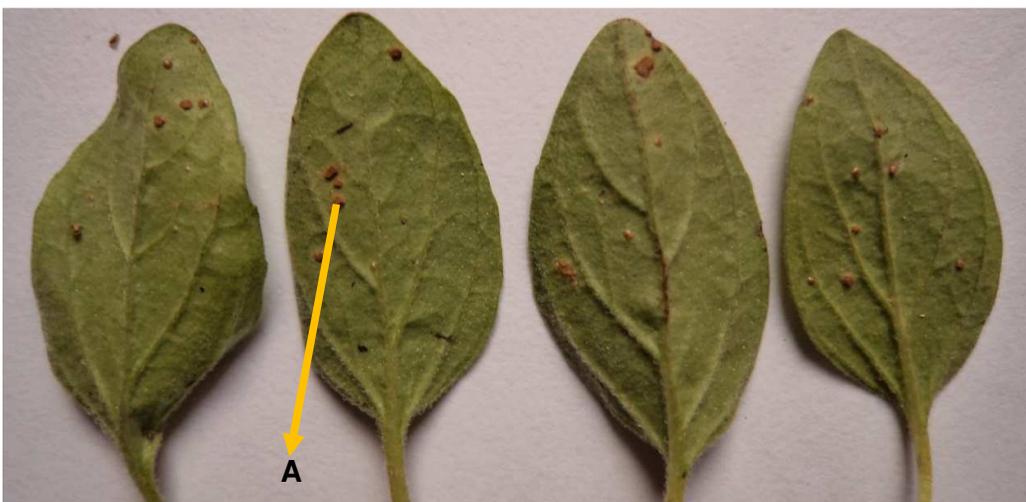


Fig. 39. Pústulas en folíolos de orégano (*Origanum vulgare* L.) (A), ocasionado por (*Puccinia rubsaameni* P. Magn.).

GLOSARIO

Acérvulo. Estructura fungal semejante a un plato, tapizado de pequeños conidióforos y sus respectivos conidios. Resalta a la vista como puntos negros dentro de las lesiones hundidas o antracnosis.

Acido galacturónico. Es un polisacárido que está presente en las paredes celulares de las plantas.

Aeciosporas o ecidiosporas. Corresponde a las esporas del estadio ecidio de las royas.

Alógama. Son aquellas que se reproducen por medio de polinización cruzada, es decir que los (gametos masculinos y femeninos) que se unen para formar el cigoto son de plantas diferentes. Estas plantas tienen un constante intercambio genético, debido a que los gametos de una planta van a unirse con los gametos de otra planta de la misma especie; este intercambio se repite en cada generación, por lo que se mantiene un alto grado de heterocigosis; es decir los granos de polen de cualquier planta quedan libres para ser transportados hasta los estigmas de la planta ya sea por el viento, insectos o cualquier otro agente.

Anamorfo. Corresponde al estado sexual o fase imperfecta de los hongos que no han hecho intercambio genético.

Asca. Saco microscópico hialino, que contiene ascosporas, característico de los hongos Ascomycetes.

Ascocarpo. Cuerpo fructífero de los Ascomycetes que porta o contiene ascas.

Ascosporas. Esporas de origen sexual producidas por hongos Ascomycetes, contenidas en ascas.

Basidio. Cada una de las células que, en los hongos basidiomicetos, forma las esporas por gemación: cada seta tiene millones de basidios.

Basidiosporas. Esporas de origen sexual producidas por los hongos Basidiomicetes y originadas sobre basidios.

Bicelular. Que tiene dos células.

Cámara de flujo laminar. Permite que el aire fluya hacia afuera a través de filtros, a fin de crear condiciones de esterilidad y prevenir la contaminación.

Categorización. Clasificación de hospederos según las características comunes y según la estructura del patógeno que le causa daño.

Catenulados. Conidios en cadenas.

Células fusoidales. En secciones transversales las hojas lo exhiben de un tipo especial.

Chancros. Lesiones de la corteza de algunos vegetales

Clamidosporas. Esporas de origen asexual, producidas por algunos hongos y provistas de gruesas paredes celulares que le permiten resistir condiciones ambientales adversas.

Cleistotecios. Fructificaciones esféricas que contiene una o más ascas, característica de algunos hongos Ascomicetes.

Clorosis. Pérdida del color verde normal en las hojas de las plantas.

Conidio. Estructura de reproducción de origen sexual o asexual producida por los hongos.

Conidióforo. Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.

Defoliación. Caída prematura de las hojas de una planta por un agente externo de naturaleza química, una enfermedad o fenómenos atmosféricos.

Desinfectante. Agente físico o químico que impide la infección de una planta, órgano o tejido.

Diagnosis. Reconocimiento de los signos y síntomas de las fitoenfermedades.

Endospermo. Es un tejido existente en las semillas de la mayoría de las plantas. Este comúnmente rodea al embrión y sirve como su almacén de nutrientes durante la germinación y primeras etapas de desarrollo. Almacena nutrientes en forma de almidón, aceites y proteínas.

Enfermedad. Es toda alteración que se produce en el normal funcionamiento del organismo, lo que da como resultado un desequilibrio en las actividades metabólicas y en la utilización de energía, trastornos que determinan una fisiología anormal en la planta.

Enzimas. Proteína compleja sintetizada por las células vivas del organismo, que cataliza una o varias reacciones químicas del metabolismo.

Equinulaiones. Se refiere a células fúngicas que poseen ornamentos en forma de pequeñas espinas o protuberancias.

Erguidos. Refiere a levantar o ponerse derecho, recto, sin ninguna curvatura.

Esclerocios. Masa compacta de micelio producida por algunos hongos con el propósito de sobrevivir periodos con condiciones ambientales adversas; secundariamente permite la diseminación y multiplicación de los hongos que producen este tipo de estructuras.

Espora. Unidad reproductiva de los hongos que consta de una o varias células.

Esporangio. Estructura en forma de saco que contiene esporas, puede estar sostenido por un pedúnculo o esporangióforo.

Esporangióforos. Estructura que sostiene esporangios.

Esporidios. Nombre con que también se designan las basidiosporas de los uredinales y ustilaginales; terminología micológica que se utiliza para determinar esporas.

Esporodoquios. Es el entrecruzamiento de hifas, para formar un cuerpo fructífero, constituido por conidióforos que contienen conidias, uní a pluri celulares. Común en hongos de la familia forma Tuberculariaceae

Esterigmas. Apéndice hifal que contiene una basidiospora, un conidio o un esporangio.

Etiología. Es el estudio sobre las causas de las cosas.

Falcados. Formación de conidios con una curvatura en forma de una hoz.

Fenología. Ciencia que estudia cómo afecta las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas.

Fiálides. Célula conidiógena que produce conidios blásticos de manera basípetala.

Filtro miceliano. Es un tamiz que no deja pasar al micelio que está conformado por, conidióforo y conidios.

Filamento. Estructura delgada, flexible, similar a un hilo.

Fitoenfermedad. Enfermedad de las especies vegetales.

Fitopatógenos. Se denomina fitopatógeno a un organismo, que causa enfermedades en las plantas por medio de disturbios en el metabolismo celular causado por la secreción de enzimas, toxinas, fitorreguladores y otras sustancias, además, por la absorción de nutrientes de la célula para su propio crecimiento.

Fitopatología. ciencia biológica que estudia a diferentes organismos que causan infecciones localizadas y generalizadas en los hospederos vegetales; esta ciencia también se ocupa del estudio de causas inanimadas, como deficiencia de elementos minerales y daño que causan los fenómenos meteorológicos.

Fungosis. Enfermedades causadas por hongos.

Halo clorótico. Zona clorótica que rodea las manchas en algunos casos.

Halo necrótico. Porción muerta de tejido que se desprende con un simple contacto de las condiciones climáticas.

Haustorio. Proyección de hifa de un hongo que actúa como órgano de absorción en las células del hospedante.

Hifa. Se modifican para formar los conidióforos, en cuyas partes terminales o intercalares se originan las esporas o estructuras de reproducción asexual. Los conjuntos de hifas forman el soma vegetativo conocido como micelio.

Hipoclorito de sodio. Es un compuesto químico altamente oxidante llamado también cloro o lejía, es de rápida acción utilizado para la desinfección de superficies y materiales de laboratorio.

Hongo. Organismo uní o pluricelular cuyo talo está constituido por filamentos cilíndricos denominados hifas.

Hospedero. Corresponde a todos los vegetales susceptibles a los fitopatógenos.

Incidencia. Es la cantidad de partes contables de una planta afectados por una determinada enfermedad respecto al total analizado expresada en porcentaje.

Incubadora. Puede ser calibrada a diferentes rangos y combinaciones de luz y temperatura, a fin de lograr las condiciones óptimas para el crecimiento de los diferentes organismos con que se está trabajando.

Indehiscente. Fruto que no es capaz de abrirse espontáneamente por sus propios medios para dejar salir sus semillas para que se dispersen.

Infeción. Invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.

Inóculo. Es el patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección.

Intoxicación. Reacción causada por una sustancia tóxica.

Invernacion. Estado de letargo en el que permanecen algunos microorganismos durante las condiciones climáticas desfavorables para que se manifiesten en los cultivos.

Lígula. Apéndice membranoso que se halla en la línea de unión del limbo y el peciolo de algunas hojas y parte de la corola de una flor que tiene forma de una lengüeta.

Maceración. Es la destrucción total de los tejidos del hospedero con emanación de agua, desencadenando olores agradables o fétidos.

Medio de cultivo. Sustrato que permite el crecimiento y desarrollo de microorganismos, dañinos y benéficos. Puede estar constituido por órganos de plantas, sustancias orgánicas y sales, provenientes de la industria.

Metabolismo. Conjunto de cambios químicos y biológicos que se producen continuamente en las células de un microorganismo.

Micelio. Conjunto de finos tubos o hifas que caracterizan a la gran mayoría de hongo.

Micología. Es el estudio de los hongos en todas sus denominaciones, formas y procedencias.

Microorganismo. Organismo microscópico

Moho gris. Está conformado por el micelio del hongo

Muerte progresiva. La infección se manifiesta en la parte inferior, esta avanza a la parte media y superior del hospedero.

Muerte regresiva. La infección se manifiesta en la parte superior de la planta, esta avanza a la parte media e inferior del hospedero.

Necrosis. Muerte de células y tejidos.

Nemastáticas. Son propiedades que contienen algunos vegetales, estas sirven para controlar nematodos del suelo.

Núculas. Fruto seco indehisciente de una sola semilla sin soldar al pericarpio, se dice también, nuez de pequeño tamaño.

Orégano. Es una planta aromática originaria del mediterráneo; tiene diferentes usos culinarios, en la cocina se utiliza como sazónador de comidas.

Parásito Obligado. Son organismos que viven a expensas de los tejidos de un solo hospedero.

Parénquima. Tejido blanco de las células vegetales vivas que consta de paredes finas de celulosa no diferenciadas.

Patogénesis. Evolución de una enfermedad con todos los factores que están involucrados en ella.

Patogenicidad. Capacidad que tiene un fitopatógeno para producir enfermedad.

Patógeno. Seres vivos, conformados por fanerógamas, líquenes, algas, hongos, bacterias, micoplasmas, nematodos paracitos y partículas virus que viven a expensas de un hospedero ocasionándole daño.

PDA. Medio de cultivo sintético elaborado con papa dextrosa y agar.

Pedicelo. Es un filamento que soporta a las esporas de las royas, uredosporas teliosporas y aeciosporas.

PGA. Medio de cultivo sintético elaborado con papa glucosa y agar.

Picnidio. Estructura donde se forma los conidios de los Deuteromicetes, deposito en forma de una ollita.

Piriformes. Conidios que tienen la forma de una pera.

Plecionecrotica. Es el área muerta por el efecto de las toxinas o encimas del hongo.

Poligalacturonasas. Son encimas producidas por el hongo patógeno, a través de las cuales destruye a los polisacáridos de las paredes celulares de su hospedero.

Promicelio. Tubo germinativo de una teliosporas o ustilagospora.

Pudrición húmeda. Es producida por microorganismo que matan a través de encimas.

Pudrición seca. Es producida por microorganismo que matan a través de toxinas.

Pústula. Pequeñas elevaciones formadas por fructificaciones de hongos parásitos o por lesiones que ellos originan en los tejidos epidérmicos de los hospedantes.

Repercusión. Influencia de determinados organismos en su hospedero durante todas las épocas del año.

Roya. Hongo parásito con aspecto de polvo amarillento que se desarrolla en los cereales y en otras plantas.

Royas autoicas. Aquellas que completan su ciclo de vida en una sola planta hospedera.

Royas heteroicas. Aquellas que completan su ciclo de vida en más de una planta hospedera.

Saprófito. Organismo que obtiene sus nutrientes a partir de la materia orgánica muerta.

Senescencia. El envejecimiento, cambio gradual e intrínseco en un organismo que conduce a un riesgo creciente de vulnerabilidad, pérdida de vigor, enfermedad y muerte.

Septado. Que tiene septos o paredes transversales.

Septos. Paredes transversales que delimitan dos células en una hifa.

Severidad. Es una estimación visual en la cual se establece grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo.

Signo. Se denomina así a la presencia visible del patógeno en la plantas afectadas en forma de moho, o la manifestación del patógeno.

Síntomas. Manifestación de la enfermedad que puede ser percibida por uno o más de nuestros sentidos.

Somáticas. son células diploides que tienen dos juegos de cromosomas del cuerpo fructífero de los organismos.

Soro. Masa compacta de esporas o estructura fructífera que se encuentran particularmente en las royas y carbones.

Tejido cortical. Su principal función es la de almacenar sustancias de reserva, tales como el almidón.

Teleomorfo. Corresponde al estado sexual o fase perfecta de hongos que hacen intercambio genético.

Telia. Estructura de fructificación en la que se forma las teliosporas de las royas.

Teliosporas. Esporas sexuales, de resistencia y de paredes gruesas de las royas y los carbonos.

Tetraquenio. Fruto constituido por cuatro aquenios o núculas. Es típico de las labiadas y boragináceas.

Tizón. Enfermedad que se caracteriza por la destrucción general y rápida de las hojas, flores y tallos.

Toxinas. Son productos microbianos no enzimáticos, de bajo peso molecular que perjudican las células vegetales y contribuyen al desarrollo de los síntomas en la planta enferma. Las toxinas pueden mostrar la misma especificidad que el patógeno que la produce y reproducir fielmente los síntomas característicos de la enfermedad.

Traslocación. reordenamiento inter cromosómico consistente en el cambio de posición de un segmento cromosómico, que se puede pasar a otro cromosoma no homólogo.

Uredo. Fase de infección de la roya.

Uredosporas. Esporas de los uredinales (royas) que propagan la infección únicamente en las hojas y tallos de las plantas atacadas.

Vitalidad. Actividad o energía para vivir o desarrollarse.