

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE LA MANCHA DE OJO EN MAÍZ

(*Zea mays* L.) EN EL VALLE DEL SANTA

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:

GASPAR OSCAR MOSTACERO GONZÁLEZ

ASESOR:

Manuel Salomón Roncal Ordóñez

CAJAMARCA – PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Norte de la Universidad Peruana

Fundada por Ley 14015 del 13 de febrero de 1962

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Escuela Académico Profesional de Agronomía



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

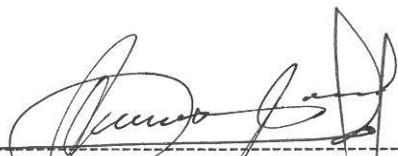
En Cajamarca, a los **diecinueve** días del mes de **julio** del Año dos mil diecinueve, se reunieron en el ambiente **2A-201** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los integrantes del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 74 -2019-FCA-UNC, Fecha 12 de Abril del 2019, con el objeto de Evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis titulado: **“ETIOLOGÍA Y PATOGÉNESIS DE LA MANCHA DE OJO EN MAÍZ (*Zea mays* L.) EN EL VALLE DEL SANTA”** del Bachiller: **MOSTACERO GONZÁLEZ GASPAS OSCAR** en Cajamarca, para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las **cuatro** horas y **cinco** minutos y de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el acto. Después de la exposición del trabajo de Tesis, la formulación de preguntas y de la deliberación del Jurado, el Presidente anunció la **aprobación por unanimidad** con el calificativo de **dieciséis (16)**

Por lo tanto, el graduando queda expedito para que se le expida el **Título Profesional** correspondiente.

A las **cinco** horas y **treinta** minutos, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Cajamarca, **19** de **julio** de 2019.



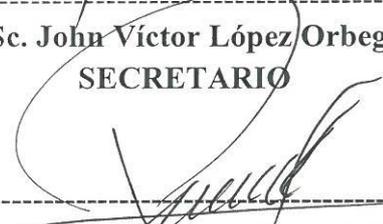
Ing. M.Sc. Alfredo Quispe Urteaga
PRESIDENTE



Ing. M. Sc. Víctor Eudelfio Torrel Pajares
VOCAL



M. Sc. John Víctor López Orbegoso
SECRETARIO



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está dedicado a mis padres: Carlos Antonio Mostacero Zevallos e Inés Gonzales Alcalde, por estar siempre a mi lado en cada momento de mi vida, por darme el apoyo constante en mi formación profesional y personal.

A mi esposa Noemi por su amor, solidaridad y apoyo incondicional; a mis hijos: Karla, Cynthia, Luis, Joselyn, Antony y Juan Carlos; a mis nietos: Oscar, Danna, Yungsoh, Shanttel, Alexis y Matías; a mis hermanos: Rosa, Florencia, Ricardo, Carlos, Sara y Teresa por su apoyo y cariño que siempre me brindan.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradecer primero a Dios por este momento en mi vida, por brindar salud a toda mi familia, e iluminarme en el camino recorrido hasta hoy.

Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez, por ser además de un gran maestro, un gran amigo, brindándome consejos durante mi formación profesional, y ayudarme a incrementar mis conocimientos mediante la elaboración de este trabajo de investigación.

A cada integrante de mi familia: a mi padre Carlos Antonio, a mi madre Inés, a mi esposa Noemi Naín, a mis hijos, a mis nietos y hermanos, por estar siempre conmigo en los momentos difíciles, enseñándome a superarlo y seguir adelante.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, a todos mis profesores que contribuyeron a desarrollarme profesionalmente.

EL AUTOR

ÍNDICE

Contenido	Página
Carátula	i
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice.....	v
Lista de figuras.....	ix
Lista de Tablas.....	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Objetivo	2
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Origen, utilidad y distribución geográfica del maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	3
2.2 Descripción botánica y taxonomía del maíz.....	4
2.3 Fitoenfermedades fungosas comunes en hojas de maíz.....	4
2.3.1 Mancha de asfalto.....	4
a) <i>Phyllachora maydis</i> Maublanc.....	5
b) <i>Monographella maydis</i> Muller & Samuels.....	6
c) <i>Coniothyrium phyllachorae</i> Maubanc.....	7
2.3.2 Helminthosporiosis.....	7
2.3.3 Cercosporiosis.....	8
2.4 Especies fungosas que causan manchas foliares.....	8

	Página
2.4.1 <i>Alternaria</i> sp.....	8
2.4.2 <i>Cladosporium</i> sp. (Pers.) Link	10
2.4.3 <i>Trichothecium</i> sp. Link.....	11
2.4.4 <i>Fusarium</i> spp.....	11
2.4.5 <i>Epicoccum</i> sp. Link.....	12
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación.....	14
3.2 Material biológico.....	14
3.3 Materiales y equipos de laboratorio.....	14
3.4 Metodología.....	15
3.4.1 Trabajo en campo.....	15
3.4.2 Trabajo en laboratorio.....	15
a) Observación directa del signo de la mancha de ojo.....	15
b) Identificación de los hongos acompañantes de la mancha de ojo.....	16
Obtención del signo en cámara húmeda.....	16
Aislamiento, purificación y multiplicación de los hongos acompañantes.....	16
Siembra de los hongos en una gota de PDA.....	17
Identificación del género.....	18
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	19
4.1 Etiología de la mancha de ojo en maíz en el valle del Santa - región Ancash.....	19
4.1.1 Morfología del patógeno.....	19

	Página
4.1.2 Identificación del género.....	19
4.1.3 Identificación de la especie.....	20
4.1.4 Patogénesis de <i>Phyllachora maydis</i> Maublanc.....	21
4.2 Identificación de otros hongos que se desarrollan en la mancha de ojo.....	24
4.2.1 Morfología e identificación del hongo, que crece en la superficie del clípeo.....	24
4.2.2 Morfología de los hongos, que crecen en el área alrededor del clípeo de <i>Phyllachora maydis</i>	27
4.2.2.1 Hongo de micelio gris oscuro.....	27
a) Morfología e identificación.....	27
4.2.2.2 Hongo de micelio verde olivo oscuro.....	29
a) Morfología e identificación.....	29
4.2.2.3 Hongo de micelio crema oscuro.....	31
a) Morfología e identificación.....	31
4.2.2.4 Hongo de micelio rosado claro.....	33
a) Morfología e identificación.....	33
4.2.2.5 Hongo de micelio rosado.....	35
a) Morfología e identificación.....	35
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA.....	38
APÉNDICE.....	40
Identificación del hongo que causa la mancha de ojo en maíz (<i>Zea mays</i> L)...	40
Clave de Identificación de <i>Phyllachora</i> sp. según Hanlin 1990.....	40

	Página
Identificación de otros hongos que desarrollan en la mancha de ojo.....	41
Clave de identificación de <i>Epicoccum</i> sp. según Barnett 1960.....	41
Clave de identificación de <i>Alternaria</i> sp. según Barnett 1960.....	42
Clave de identificación de <i>Cladosporium</i> sp. según Barnett 1960.....	43
Clave de identificación de <i>Trichothecium</i> sp. según Barnett 1960.....	44
Clave de identificación de <i>Cephalosporium</i> sp. según Barnett 1960.....	45
Clave de identificación de <i>Fusarium</i> sp. según Barnett 1960.....	46
GLOSARIO.....	51

LISTA DE FIGURAS

Número	Página
1. Ascas y ascosporas de <i>Phyllachora</i> sp. en <i>Zea mays</i> L.....	20
2. Corte transversal del clípeo de <i>Phyllachora maydis</i> , mostrando cuatro ascocarpos en peritecio amorfo en el tejido parenquimático en hoja de maíz (<i>Zea mayz</i> L.).....	21
3. Clípeo de <i>Phyllachora maydis</i> en maíz (<i>Zea mays</i> L).....	23
4. Clípeo y patogénesis de <i>Phyllachora maydis</i> en hojas de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	23
5. Mancha de ojo esféricas, ovoides y fusionadas causadas por <i>Phyllachora maydis</i>	24
6. Micelio de <i>Epicoccum</i> sp. Link en medio de cultivo PDA.....	25
7. Hifas, conidióforos y conidios de <i>Epicoccum</i> sp.....	25
8. Germinación en medio de cultivo PDA de esporas de <i>Epicoccum</i> sp.....	25
9. Conidios oscuros multicelulares de <i>Epicoccum</i> sp.....	25
10. Porción de hoja de maíz (<i>Zea mays</i> L) mostrando cuatro puntos de infección por <i>Phyllachora maydis</i> , diferenciar el area holonecrótica (tejido muerto) y plesionecrótica (clorosis). En las infecciones 3a y 3b apreciar el síntoma nominado “mancha de ojo”.....	26
11. Área holonecrótica (tejido muerto); área plesionecrótica (clorosis) causada por <i>Phyllachora maydis</i>	27
12. Micelio de <i>Alternaria</i> sp. cultivado en medio PDA.....	28
13. Hifas somáticas, conidióforo y conidios catenulados muriformes de <i>Alternaria</i> sp.....	28
14. Hifas somáticas ramificadas con formación de conidios laterales y terminales de <i>Alternaria</i> sp.....	29

15. Micelio de <i>Cladosporium</i> sp. en medio de cultivo PDA.....	30
16. Hifas mostrando células modificadas que dan origen a conidióforos con ramificaciones terminales y conidios unicelulares de <i>Cladosporium</i> sp.....	30
17. Hifas, conidióforos y conidios de <i>Cladosporium</i> sp.....	31
18. Micelio de <i>Trichothecium</i> sp. en medio de cultivo PDA.....	32
19. Germinación multipolar de la célula basal del conidio de <i>Trichothecium</i> sp.	32
20. Hifas somáticas, conidiofóros alargados y conidios apicales de <i>Trichothecium</i> sp. en medio PDA.....	33
21. Micelio de <i>Cephalosporium</i> sp. en medio de cultivo PDA.....	34
22. Hifas, conidióforos, fiálide y conidios unicelulares de <i>Cephalosporium</i> sp..	34
23. Hifas, conidióforos y conidios agrupados en el ápice de <i>Cephalosporium</i> sp.	34
24. Micelio de <i>Fusarium</i> sp. en medio de cultivo PDA.....	35
25. Microconidias esféricas y macroconidias fusiformes de <i>Fusarium</i> sp.....	35
26. Cultivos de maíz (<i>Zea mays</i> L) en el valle del Santa, Región Ancash.....	47
27. Evaluaciones de fitoenfermedades en maíz (<i>Zea mays</i> L) en el valle del Santa.....	47
28. Hojas de maíz (<i>Zea mays</i> L) con síntomas de “mancha de ojo”	48
29. Porciones de hojas de maíz (<i>Zea mays</i> L), con “mancha de ojo” colocadas en cámara húmeda.....	48
30. Tesista en el laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca.....	49

31. Estereoscopio, lámpara eléctrica, placa de petri, mechero y aspersor: materiales usados para identificar a los fitopatógenos.....	49
32. Alistando los materiales para la asepsia de área de trabajo.....	50
33. Cultivo monospórico en una gota de PDA, de fitopatógenos fungosos aconicionados en placas de petri.....	50

LISTA DE TABLAS

Número	Página
1. Características morfológicas del hongo que causa la mancha de ojo en maíz amarillo duro (<i>Zea mays</i> L.)	19

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la etiología y patogénesis de la mancha de ojo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el valle del Santa, región Ancash. Para determinar el patógeno, se consideró el proceso de crecimiento del signo en hojas de maíz, hasta la formación del clípeo, que en cortes micrométricos se observó de uno a cinco ascocarpos en peritecio amorfo, que contienen ascas con ocho ascosporas unicelulares, hialinas ovoides. Características que nos permitió identificar al ascomiceto *Phyllachora maydis* Maublanc. Los síntomas sólo se presentan en la lámina foliar; iniciándose como puntos de 0.1 a 2.0 mm de diámetro de color oscuro, que al aumentar de tamaño forman el clípeo, semejante a gota de asfalto (brea); alrededor de este, el tejido se necrosa tomando inicialmente un color pajizo, dando origen a la figura conocida como “mancha de ojo”; nombre con el cual nominan, los agricultores, a esta fitoenfermedad. Además, acompañando a este patógeno se logró identificar a *Epicoccum* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Trichothecium* sp., *Cephalosporium* sp. y *Fusarium* sp.

Palabra clave: Mancha de ojo, *Phyllachora maydis* M.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine the etiology and pathogenesis of eye spot in the maize crop (*Zea mayz* L.) in the Santa valley Ancash region. To determine the pathogen, the process of growth of the sign in corn leaves was considered until the clypeus formation, which in micrometric sections it was observed one to five ascocarps in amorphous perithecia, containing ascus with eight ascospores 1-celled, hyaline ovoids. Feature that allowed us to identify the ascomycete *Phyllachora maydis* Maublanc. Symptoms only occur in the foliar leaf, starting as points of 0.1 to 2.0 mm in diameter of dark color, which increase in size forming the clypeus, similar to drop of asphalt (tar); around this, the tissue is necrose taking origin to the figure known as eye spot, name with which nominate, the farmers, to this phytosickness. In addition, together with this pathogen, it was posible to identify *Epicoccum* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Trichothecium* sp., *Cephalosporium* sp. and *Fusarium* sp.

Keyword: Eye spot, *Phyllachora maydis* M.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) var. *indurata*, es un cultivo importante en la costa de nuestro país, se siembra desde el nivel del mar hasta los 1600 m de altitud. En el valle del Santa, se cultiva todo el año, para ser utilizado principalmente en la alimentación de aves (*Gallus gallus* L.), vacunos (*Bos primigenius* L.), ovinos (*Ovis orientalis* L.), porcinos (*Sus scrofa* L.), ya sea en forma de grano o como principal componente en la elaboración de alimentos balanceados, también es utilizado como chala en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus* L.) y conejos (*Oryctolagus cuniculus* L.), criados en granjas o domésticamente en las zonas urbanas, este cultivo es periódicamente afectado por sus enemigos naturales, destacando entre estos, fitoenfermedades que alteran la producción de este cultivo.

Dentro de las diferentes fitoenfermedades, que se presentan en este cultivo se ha reportado daños al sistema radicular, tallos, hojas, flores y frutos; la más reciente en el valle del Santa es la conocida como mancha de ojo, la cual ataca hojas, favorecida por las condiciones adecuadas de temperatura entre 25 °C a 30 °C y humedad relativa entre 65 a 85% óptimas para el fitopatógeno, cuya infección generalizada limita la función de fotosíntesis y como consecuencia la disminución de la producción.

Referente a la mancha de ojo no se tiene reportes de la etiología a nivel nacional, pero si se tiene conocimiento, que en centro y norte América existe una mancha semejante que se conoce como mancha de asfalto.

Problema de la investigación

Se encontraron trabajos de investigación relacionados al patógeno: en Cajamarca,

en plantas de lúcumá se realizó evaluaciones de diseminación y sintomatología (Roncal 2004); en el Perú, trabajos de uso de variedades resistentes introducidas y uso de productos químicos para su control, pero no hay trabajo sobre la etiología de dicho patógeno.

Formulación del problema

¿Cuál es la etiología en la mancha de ojo en el valle del Santa?

Objetivo

Determinar la etiología y patogénesis de la mancha de ojo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), en el valle del Santa.

Hipótesis de la investigación

La mancha de ojo en maíz es causada por un Ascomiceto o Deuteromiceto.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen, utilidad y distribución geográfica del maíz (*Zea mays* L.)

Se considera al maíz como una planta oriunda de centro América y que de allí se ha distribuido, primero a Sudamérica y con la llegada de los españoles a Europa (González 1995).

Cristóbal Colón en 1493, llevó presentes, como mazorcas de maíz, a los reyes de España, de 1492 a 1540, los colonizadores reportaron que el maíz se cultivó desde Canada hasta la Patagonia (Manrique 1997), encontrándose indicios arqueológicos e históricos que lo demuestran (Llanos 1984). Cartier lo encontró en Montreal, Soto en Florida, Cortez en México, Córdova en Yucatán, Núñez en Guayanas, Jiménez en Colombia y Pizarro en el Perú (Manrique 1997).

Antes del descubrimiento de América por los europeos, el maíz fue la base de la alimentación en las comunidades indígenas existentes, en algunas culturas como la Maya, Azteca e Inca, fué objeto de rituales religiosos, demostrándose que era fuente de vida y riqueza (Llanos 1984).

En el Perú, los maíces amiláceos, mayormente son usados en la alimentación humana, y los maíces amarillos duros, con el desarrollo de los híbridos, desde 1948, se utilizan para la alimentación animal. La producción de este tipo de maíz de preferencia se cultiva en la costa peruana, especialmente en la costa central, que tiene temperaturas entre 14 a 28 °C y 90 a 100% de humedad relativa, siendo estas condiciones ambientales favorables para la planta (Manrique 1997).

2.2 Descripción botánica y taxonomía del maíz

Es una gramínea monoica anual (Manrique 1997), es decir; que cada planta tiene flores masculinas y femeninas (Llanos 1984), en un período de tres a siete meses, transforma los elementos minerales: nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), Calcio (Ca), magnesio (Mg), fierro (Fe), Cobre (Cu), manganeso (Mn) y otros, en sustancias complejas de reserva como: azúcares, almidones, proteínas, aceites, vitaminas, almacenadas en el grano. Su raíz es fibrosa, que alcanza unos 30 centímetros de profundidad, con 40 centímetros de radio. Una menor área radicular llega a 1.80 metros. Su tallo es vertical, alargado y cilíndrico-cónico, en promedio de 2.50 metros de longitud (Manrique 1997), terminando en una inflorescencia que es una agrupación de flores masculinas llamada panoja (Llanos 1984).

El tallo presenta nudos y entrenudos, siendo cortos en la base y largos al alejarse de ella. En la base se encuentran las primordias radicales, que originan raíces adventicias, en los nudos superiores nacen las hojas lanceoladas con nervaduras paralelas, formadas por vainas que cubren al entrenudo (Manrique 1997).

De las yemas axilares del tercio medio, nace la inflorescencia femenina o espiga (Llanos 1984), generalmente a veces una, dos o tres desarrollan espigas que se conoce como mazorca, formada por un eje central grueso (coronta), que alberga a las flores, las cuales desarrollan los frutos o cariósides que formaran los granos de maíz (Manrique 1997).

Taxonómicamente el maíz pertenece al: Reino Vegetal; división Tracheophyta; subdivisión Pteropsidae; clase Angiospermae; subclase Monocotiledoneae; grupo Glumiflora; orden Graminales; familia Gramineae; tribu Maydeae; género *Zea*; especie *Z. mays* (Gonzalez 1995).

2.3 Fitoenfermedades fungosas comunes en hojas de maíz

2.3.1 Mancha de asfalto, enfermedad producida por la interacción sinérgica de tres fitopatógenos: *Phyllachora maydis* Maublanc, *Monographella maydis* Muller & Samuels y el hiperparásito *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc., reportada por primera vez en México en 1904. *P. maydis* produce lesiones oscuras en

hojas, de 0.5 a 2.0 mm de diámetro, siendo ovaladas o redondas, cuando se unen forman estrías de hasta 10 mm de largo (CYMMYT 2012). Los síntomas iniciales son puntitos negros ligeramente abultados distribuidos al azar por toda la superficie foliar (Romero 1968). Las infecciones pasan rápidamente de las hojas inferiores a las superiores y de estas a otras plantas. Dos o tres días después de formadas las lesiones, estas son invadidas por *M. maydis*, este hongo forma un halo elíptico de color verde claro alrededor de cada lesión de *P. maydis*, de 1 a 4 mm de tamaño, dando como resultado el típico síntoma “ojo de pescado” del llamado Complejo Mancha de Asfalto (CMA). Cuando las condiciones son favorables, *P. maydis* y *M. maydis* actúan de manera sinérgica, las lesiones crecen rápidamente, fusionándose, dando como consecuencia la marchitez de la hoja (CIMMYT 2012).

El ataque de esta enfermedad, después de la polinización, es grave porque puede provocar la desecación prematura de la espiga disminuyendo el rendimiento (Shurtleff, M.C. *et al.* 1980).

a) *Phyllachora maydis* Maublanc

Taxonómicamente se ubica en el Reino Hongo; división Ascomycota; subdivisión Pezizomycotina; clase Sordariomycetidae; subclase Sordariomycetidae; orden Phyllachorales; familia Phyllachoraceae; género *Phyllachora*; especie *P. maydis* (CABI 2018).

La familia Phyllachoraceae presenta ascocarpos que son verdaderos peritecios, hundidos en el substrato, algunas especies de esta familia, forman estromas (Alexopoulos y Mims 1979), los peritecios globosos de paredes delgadas, conformadas por tejido foliar y fungoso denominado pseudostroma. Las ascas cilíndricas y persistentes tapizan la base y paredes del peritecio negro (Roncal 1993), con ostíolo definido. Estos hongos habitan principalmente en las hojas, las paredes de las ascas están uniformemente engrosados y tienen un poro apical grande. En el himenio hay paráfisis, apicalmente libres. La especie más conocida es *Phyllachora graminis* (Alexopoulos y Mims 1979).

La fase anamorfa corresponde a *Linochora* sp., también llamada *Leptostromella* sp., esta primera etapa llamada picnidial de la mancha de asfalto, se puede observar ocasionalmente (Quiroga-Madrigal *et al.* 2017).

Las diferentes especies del género *Phyllachora* se manifiestan a la vista como signo en forma de gotas de brea, en las superficies de las hojas, induciendo antocianescencia, clorosis y defoliación. Según la especie del patógeno y el hospedero, estas gotas varían de 0.1 a 0.5 mm de diámetro y de 0.1 a 3 mm de alto (Roncal 2004).

P. maydis presentan peritecio embebido en estromas oscuros, ascas en serie con 8 ascosporas unicelulares, hialinas (Quiroga-Madrigal *et al.* 2017), en otros el peritecio es casi esférico, inmersos en el mesófilo con ascas cilíndricas de 80 a 100 X 8 a 10 µm con pedúnculos cortos. Las ascosporas son elipsoidales, de 9 a 12 X 5,5 a 7 µm y uniseriadas en las ascas (Shurtleff, M.C. *et al.* 1980).

El clípeo de este patógeno comúnmente se lo observa como gotas de asfalto, está conformado por dos a cinco unidades de ascocarpos en peritecio, estructura propia de la familia Phyllachoraceae (Roncal 2004).

b) *Monographella maydis* Muller & Samuels (FP)=*Microdochim maydis* (FI)

Este hongo pertenece al: Reino Hongo; división Ascomycota; subdivisión pezizomycotina; clase Sordariomycetes; familia Xylariomycetidae; orden Xylariales; género *Monographella*; especie *M. maydis* (Mycobank 1984).

M. maydis presenta peritecio embebido en el tejido, ascas en serie con ocho ascosporas alargadas-ovoides, semitransparentes, 1-3 septas. *M. maydis* se incorpora como causa de la mancha de asfalto, luego de establecido *P. maydis*. Su amorfo, *Microdochium maydis*, generalmente se produce en las lesiones, pero no es capaz de producir infecciones. El síntoma ojo de pescado aparece de dos a siete días después de la manifestación de *Phyllachora maydis*, donde *Monographella maydis* se vuelve predominante en las lesiones, se asocia con peritecios vacíos de *P. maydis* y es el hongo causante de la necrosis foliar (Quiroga-Madrigal *et al.* 2017).

c) *Coniothyrium phyllachorae* Maublanc

En el Complejo Mancha de Asfalto, *C. Phyllachorae*, se asienta como hiperparásito, en los estromas de *P. maydis*. (Monterroso-Salvatierra *et al.* 1974 citado por Quiroga-Madrigal *et al.* 2017).

Coniothyrium sp. presenta picnidio oscuro, globoso, separado, frágil, ostiolado; su conidióforo es corto, simple; el conidio es pequeño, oscuro, unicelular, ovoide o elipsoide; este hongo es parásito o saprófito (Barnett & Hunter 1999).

En el orden Sphaeropsidales, los géneros-forma *Sphaeropsis* y *Coniothyrium* son los más comunes. Ambos tienen conidio oscuro, aunque en *Sphaeropsis* son más grandes que los de *Coniothyrium*. La especie *Coniothyrium fuckelii* (FI) = *Physalospora obtusa* (FP), parasita a cultivos de rosas y frambuesas (Alexopoulos y Mims 1979).

2.3.2 Helminthosporiosis

Llamada también rancha o mancha foliar fusiforme.

Drechslera maydis (Nisikado) Subramanian y P.C. Jain = *Bipolaris maydis* (Nisikado y Miyake) Shoemaker = *Helminthosporium maydis* Nisikado y Miyake (FI) = *Cochliobolus heterostrophus* (Drechs.) Drechs. (FP) (Roncal 2004).

En medio de cultivo, el micelio es oscuro, a menudo en substrato natural forma estroma, con conidióforos simples o agrupados, altos, erectos y marrones; los conidios (porosporas) se desarrollan lateralmente a través de poros debajo de los septos, mientras que el ápice de los conidióforos aún está creciendo. A menudo los conidios aparecen en verticilos, solitarios, subhialinos a marrones, subclavada, pragmosporas, pseudoseptadas, con prominente cicatriz basal, de comportamiento parásito y saprófito (Barnett y Hunter 1999), existen aislamientos de *Drechslera turcicum* no virulentos que se están utilizando como controladores biológicos, este patógeno induce a manchas pajizas elípticas, rodeado de un halo marrón (Roncal 2004).

Para que ocurra la infección requiere de un ambiente húmedo, observándose las hojas atacadas recubiertas de manchas de color pardo blanquizco, que se van extendiendo por la superficie hasta cubrirla casi totalmente (Llanos 1984).

2.3.3 Cercosporiosis

Conocida también como mancha rectangular, causado por el patógeno *Cercospora sorghi zae-maydis* Tehon & Daniels (FI) = *Mycosphaerella* sp. (FP) (Roncal 2004).

Prospera en medio de cultivo, produciendo micelio oscuro, conidióforos oscuros, simples, que surgen en grupo y estallan fuera del tejido de la hoja, y llevan conidios sucesivamente sobre nuevas puntas de crecimiento; los conidios (simpodosporas) hialinos o grises, largos cilíndricos a filiformes, de varias células (multicelulado); patógeno en plantas, causando comúnmente manchas pajizas (Barnett y Hunter 1999).

Inicialmente los síntomas son clorosis que adquieren una forma rectangular, formada como consecuencia de la limitación del parénquima afectado, por las nervaduras secundarias. En infecciones severas, estas manchas coalescen forman estrías (Roncal 2004).

El hongo inverna en las semillas y las hojas afectadas ya maduras en forma de diminutos estromas negros (Agrios 1996).

2.4 Especies fungosas que causan manchas foliares

2.4.1 *Alternaria* sp.

Presenta conidióforos oscuros, en su mayoría simples, de crecimiento determinado en forma simpodial, más bien corto o alargado; los conidios (porosporas) son oscuros, típicamente con septos transversales y longitudinales, de diversas formas; pueden ser patógenos o saprófito, sobre material vegetal (Barnett y Hunter 1999).

En 1817, Ness describe al género *Alternaria*, con *A. tenuis* como tipo; sin embargo, fué hasta 1933, que se estableció el concepto actual de dicho género, luego de haber pasado por las siguientes etapas: En 1832, Fries en su

obra **Systema Mycologicum** lo consideró como sinónimo de **Torula**, hongo Demaciáceo, que forma cadenas de conidios oscuros unicelulares. En 1840, Corda especificó que los conidios son de color oscuro y todas tienen pico. En 1917, Elliot confirma el color y forma de conidios, frecuentemente formados en cadenas. Finalmente, Wiltshire (1933) redefinió al género, señalando el polimorfismo de conidios, distribuidos en cadenas, con pico, ramificados; según la especie: los conidióforos pueden ser simples o ramificados, individuales o agrupados (Romero 1988).

Las diferentes especies del género *Alternaria* son cultivables en laboratorio. Presentan micelio algodonoso gris oscuro a negro, hifas y conidias de color marrón claro a oscuro, según la especie. Conidióforos pequeños, generalmente tres células, pero también de cuatro, a veces cinco. La formación de conidios muriformes catenulados, es peculiar, a los demás géneros de esta familia. En algunos casos, el primer conidio se forma en el ápice de la célula conidiogénica, después aparece otro conidio, el que ejerce presión al conidio precedente; formando así la cadena de conidios, destacando que la de mayor edad es la célula superior, distinguiéndose por tener mayor número de septos. En otros casos, el conidio de mayor edad o intermedio de la cadena, da origen a una rama de conidios; ramificación que tiene origen en la célula apical o en una lateral, haciendo las veces de célula conidiogénica (Roncal 2004).

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

En inicio, los conidios son como chupones hialinos. Posteriormente y a medida que avanza la septación, adquieren la pigmentación y forma característica (oval, piriforme, piriforme alargado), con septos longitudinales y transversales o solo transversales, dependiendo de la especie. Erróneamente las diferentes especies de *Alternaria* eran catalogadas como patógenos secundarios y sin importancia económica, pero las investigaciones de diagnóstico realizadas en diferentes cultivos muestran que son patógenos potenciales de cuidado (Roncal 2004).

Generalmente las manchas foliares varía de café oscuro a negro, son numerosas y cuando se extienden casi siempre forman anillos concéntricos

que adquieren la forma de un blanco. Comúnmente, las hojas senescentes de la parte inferior de la planta son atacadas primero, la enfermedad asciende hacia la parte superior y hace que las hojas afectadas se tornen amarillas y senescentes, se desequen y debiliten o desprendan (Agrios 1996).

Los primeros síntomas muestran puntos cloróticos, que se necrosan presentando coloración marrón oscuro a negro, aumentando de tamaño y adquiriendo figura amorfa. Algunas especies producen anillos concéntricos en la lesión que se rodean de un halo clorótico como consecuencia de la intoxicación de las células del parénquima foliar, debido a la rápida movilización de la toxina del patógeno. En frutos post cosecha se asocia con *Cladosporium* sp y *Fusarium* sp. (Roncal 2004).

2.4.2 *Cladosporium* sp (Pers.) Link

Morfológicamente presenta conidióforos altos, oscuros, verticales, ramificados de forma diversa cerca del ápice o parte media (Romero 1988), agrupados o solos; conidios (blastóforos) oscuros, de 1 o 2 células, de forma y tamaño variable, ovoides a cilíndricos e irregulares, algunos típicamente en forma de limón; a menudo en cadenas acropetálicas simples o ramificadas; Parásito en planta superior o saprófita (Romero 1988) (Barnett y Hunter 1999).

El género *Cladosporium* prospera en la superficie de frutos suculentos y espigas de cereales (Roncal, 2004). Ocasionalmente manchas verde amarillentas (Romero 1988) en forma de moho verde olivo a negro (Roncal 2004) o café claro adherido por el haz, afelpadas por el envés, cuando ataca a las hojas en tomate, esta área se necrosa y la hoja muere; si el clima es favorable, el ataque se generaliza en toda la planta (Romero 1988), los frutos de algunos cereales afectados tienen sabor amargo debido a las toxinas del hongo (Roncal 2004).

Los conidios se diseminan por las corrientes de aire, el agua de lluvia, implementos de labranza, cuando existe un ambiente húmedo, germinan rápidamente, penetrando por los estomas, en donde inician el proceso de infección. El hongo sobrevive con micelio y esclerocios, dentro o en la superficie de la semilla, y en restos de plantas enfermas (Romero 1988).

Cladosporium es un género-forma con conidios bicelulares oscuros. Contienen cantidad de especies saprófitas que se encuentran sobre tejidos vegetales muertos. Sin embargo, unas pocas especies-forma parasitan vegetales. *Cladosporium fulvum* causa el moho de la hoja del tomate (en inglés, tomato leaf mold). Muchos autores consideran sinónimos a *Helmodendrum* y *Cladosporium* (Alexopoulos y Mims 1979).

Cladosporium sp., en la sierra norte del Perú, es común encontrarlo dañando espigas y tallos de trigo y cebada. El síntoma característico, es la formación de una masa negra sobre los granos, glumas y hojas al final del período vegetativo por *C. Macrocarpum*, *C. Herbarum*, *C. Fulvum* (Roncal 1993).

2.4.3 *Trichothecium* sp. Link

Morfológicamente se caracterizan por presentar conidióforos largos, delgados, simples, septados, portando conidias de forma apical, simple o de producción consecutiva por lo que existe un ligero crecimiento del ápice de éste, de ésta mantienen juntos formando grupos o cadenas, Los conidios se asemejan a artrósporas meristématicas, que parecen formarse como blastosporas, son hialinos o de colores brillantes, bicelulares, ovoide o elipsoide. Existen especies saprófitas y débilmente parásitas (Barnett y Hunter 1999).

T. roseum causa la pudrición rosada de la manzana, generalmente sigue a la infección de la sarna, causado por el amorfo *Spilocaea pomi* (Roncal 2004) cuyo Teliomorfo es *Venturia inaequalis* (Alexopoulos 1966).

Presenta conidios ovoides bicelulares adheridos por sus extremos puntiagudos a los conidióforos. Presentan pigmentación ligera de modo que parecen incoloros al microscopio, en medio de cultivo o sobre el hospedero son de color rosado; esta es la razón por la cual llamamos a la enfermedad podredumbre rosada (Alexopoulos y Mims 1979).

2.4.4 *Fusarium* spp

El género *Fusarium* fue descrito por Link en 1915, cuyas características distinguibles son la presencia de conidióforos alargados en forma de botella, con ramas a intervalos regulares o verticiladas, septadas, individuales o

agrupados en esporodoquios; conidios de dos tipos: microconidios elípticos o piriformes, unicelulares o bicelulares, no curvados, en cabezuelas o en cadenas; macroconidios falcados, en media luna o elípticos con dos a nueve septas, ápice puntiagudo, roma o en forma de gotero, base puntiaguda, roma o en forma de pié; clamidosporas, si se producen, son globosas, ovales o piriformes, individuales o en grupo, intercalares o terminales, uni o bicelulares, lisas o rugosas y generalmente de color café. Las diferentes especies tienen distribución cosmopolita y los patógenos tienen importancia económica, entre sus hospederos como los cultivos de maíz (*Zea mays* L), arroz (*Oryza sativa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y plátano (*Musa paradisiaca*), a los que ocasiona ahogamiento, pudriciones u otras anormalidades (Romero 1988).

En medio de cultivo presenta micelio extenso similar al algodón, a menudo de color rosa, púrpura o amarillo; conidióforos variables, delgados simples; robustos cortos; ramificados de forma irregular presentan fialides, solos o agrupados en esporodoquio; conidios (fialosporas) hialinos, a menudo agrupados en el ápice en una sustancia húmeda (Barnett y Hunter 1999). Las diferentes especies presentan microconidios esféricos, ovoides de una a dos células, macroconidios multicelulares de forma de canoa (Roncal 2004). Los macroconidios ligeramente curvados o doblados en los extremos puntiagudos, los microconidios son unicelulares, ovoide u ovoide alargado, individualmente o formando cadenas (Barnett y Hunter 1999).

En la naturaleza se encuentran diferentes especies y sus variantes, de comportamiento saprófito, parásito débil y patógeno como *F. ox. f.sp.cubense* en Plátano (Roncal 2004).

Fusarium moniliforme (Sheld.) Snyder y Hansen(FI) (Romero 1988), siendo *Giberella moniliforme* Sheld (FP)., categorizado en la sección liseola, es la causa principal de la pudrición de raíces, tallos, inflorescencia del maíz (Roncal 2004).

2.4.5 *Epicoccum* sp. Link

Las diferentes especies de *Epicoccum* presentan esporodoquio oscuro, más o menos en forma de cojín, de tamaño variable; el conidióforo es compacto o

suelto, oscuro, y más bien corto; los conidios son oscuros, pluricelulares (dictiosporas), y globoso; mayormente es saprófito, o debilmente parásito (Barnett y Hunter 1999).

Basadas en *E. Nigrum*, se describe que presentan conidióforos muy cortos, producidos en esporodoquio o en grupos apretados de las hifas vegetativas; conidios aleuriosporas, al principio lisos y no septados, se vuelven muriformes y rugosos con incrustaciones verrugosas en la edad, café oscuro, globosos a subglobosos (Barron 1983).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se desarrolló a nivel de campo y laboratorio.

En diferentes parcelas del valle del Santa, región Ancash. Se colectaron muestras de hojas de maíz con síntomas de mancha de ojo, este valle se ubica a una altura de 20 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 09° 05' 00" de latitud sur y 78° 37' 00" de longitud oeste.

En el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, región Cajamarca, con coordenadas geográficas de 7° 10' 48" de latitud sur y 78° 06' 48" de longitud oeste; donde se realizó la diagnosis de la enfermedad.

3.2 Material biológico

- a) Hojas de maíz con síntomas de mancha de ojo.
- b) Peritecio de *P. maydis* y cepas fungosas encontradas en la mancha de ojo.

3.3 Materiales y equipos de laboratorio

- a) **Material de vidrio**, placas de petri, vasos, matraz erlenmeyer, y tubo de ensayo de diferentes capacidades, cubo de cristal, incubadora de cristal, laminas porta y cubre objetos, embudo, agitador, pipeta.
- b) **Desinfectantes**, alcohol de 70°, hipoclorito de sodio al 2 %.
- c) **Medio de cultivo**, (PDA) Papa, Dextrosa, Agar.

d) Equipos ópticos, microscopio, estereoscopio, y cámara fotográfica.

e) Equipo de esterilización y asepsia, autoclave, estufa, cocina eléctrica. cámara de flujo laminar.

f) Otros materiales, bolsas de polietileno, pulverizador manual, mechero, balanza electrónica, papel higiénico, algodón, cámara húmeda de táperes descartables de 250 y 500 cc, caja de polietileno, bolsas con hielo, sorbetes de plástico, fósforo, cinta masking, navajas, agujas hipodérmicas, detergente, papel aluminio, pinzas, agujas MRO, estiletes, bisturí, papel filtro, franela, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble, papel bond, perforador, tijera, folder, cinta adhesiva transparente, lupa.

3.4 Metodología

3.4.1 Trabajo en campo

a) Selección, colección y transporte de muestras, se seleccionaron muestras de hojas de maíz con síntomas de mancha de ojo, del tercio inferior y medio de la planta, estas fueron colocadas en papel húmedo y protegidas con bolsas de polietileno, las cuales fueron identificadas, teniendo en cuenta el lugar y fecha de colección, estas bolsas se colocaron dentro de una caja de tecnopor con bolsas plásticas con hielo, luego se transportó al laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca.

3.4.2 Trabajo en laboratorio

Para determinar la especie del hongo causante de la mancha de ojo y los hongos que acompañan a esta lesión se siguió el protocolo adjunto.

a) Observación directa del signo de la mancha de ojo

Las hojas con signo de la mancha de ojo, se lavaron con agua destilada estéril y se dejó secar al ambiente.

Luego se realizó cortes micrométricos para determinar cuántos ascocarpos existen por clípeo.

En los respectivos cortes se determinó la forma, color, de ascas y ascosporas como también presencia de paráfisis.

Usando la clave de identificación de "Illustrated Genera of Ascomycetes" de Hanlin de 1990, se identificó al hongo.

b) Identificación de los hongos acompañantes de la mancha de ojo

Obtención del signo en cámara húmeda, se seleccionó hojas de maíz, que mostraban los síntomas y signos de mancha de ojo, cortando un área de 5 x 5 cm.

Se lavó con agua corriente y enjuagadas con agua destilada estéril, se dejó secar al ambiente, protegido por un cubo de cristal, durante tres horas.

Las muestras de 25 cm², se colocaron en cámaras húmedas (depósitos de plástico con tapa hermética, en cuya base se colocó papel húmedo) y que luego se dispusieron en la cámara de incubación de cristal, a temperatura entre 18 a 22 ° C.

Realizando las observaciones cada 24 horas durante tres días.

Aislamiento, purificación y multiplicación de los hongos acompañantes, los diferentes signos desarrollados en la superficie de la mancha de ojo, de las muestras sometidas a cámara húmeda, fueron observados al estereoscopio, con la finalidad de identificar las estructuras somáticas de cada patógeno, con la ayuda de una aguja hipodérmica N° 25, se sacó una porción de micelio para observarla al microscopio.

Determinada la observación microscópica del dicho hongo se procedió a sembrarlos en medio de cultivo PDA, usando la aguja MRO, para lo cual seguimos el siguiente proceso:

Se localizó a través del estereoscopio, una porción del micelio de cada muestra, donde se distinguió con facilidad la formación de masas de conidios.

Localizada dicha zona, se procedió a empapar la aguja MRO en agua destilada estéril, para que, en esta lámina, se adhieran las esporas del hongo que se desea purificar.

El proceso de impregnación de esporas del hongo, consistió en acercar con cuidado la esfera de la aguja MRO a la zona esporífera.

Se sembró las esporas impregnadas en placas Petri de 100 x 15 mm con medio PDA, esto consistió en hacer un simple contacto de la esfera de la aguja MRO con la superficie del medio de cultivo, que se colocó en cinco espacios diferentes del área total del medio de cultivo.

Las placas sembradas se incubaron a 22° C, observándolas cada 24 horas, para determinar el crecimiento y desarrollo del hongo.

La cepa pura de cada patógeno se procedió a su multiplicación en otras placas Petri con medio PDA.

Se incubó a 22 °C.

Las cepas puras sirvieron para realizar las siembras en gotas de PDA.

Siembra de los hongos en una gota de PDA, a esta siembra se conoce como microcultivo, es realizada con el propósito de poner observar en forma detallada las estructuras que caracterizan a cada tipo de hongo y de esta manera determinar el género.

En la lámina portaobjeto se colocó una gota de PDA

Utilizando la aguja MRO se tomó esporas del hongo, colocándola sobre la gota de PDA.

Luego se cubrió con su respectivo cubre objetos, haciendo una ligera presión que permitió uniformizar el medio PDA en el área del cubre objetos.

La laminas porta y cubre objeto que contiene el microcultivo, se colocó dentro en una placa Petri, sobre un ángulo de caña de sorbete de plástico, en la base de la placa Petri se colocó agua destilada estéril para proporcionar humedad al hongo.

Se incubó a 22° C.

Se observó cada 24, 48 y 72 horas al microscopio.

Se visualizó hifas, conidióforos y conidios, como características somáticas de cada patógeno.

Se tomó fotografías de todas las estructuras, obteniendo imágenes que sirvieron para determinar el género del hongo.

Identificación del género

Las estructuras somáticas sirvieron para identificar el género de el patógeno y a los hongos acompañantes de la mancha de ojo, usando las claves de identificación “Illustrated Genera of Imperfect Fungi” de Barnett de 1960 y Barnett y Hunter de 1999.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Etiología de la mancha de ojo en maíz en el valle del Santa – Región Ancash.

4.1.1 Morfología del patógeno, para determinar las características morfológicas de este patógeno, se seccionaron micrométricamente el signo, determinando cuerpos fructíferos esféricos irregulares, con un ostiolo o abertura en el ápice, en cuyo interior se diferenciaron ascas, con ocho ascosporas, como se muestran en la figura 1; entre asca y asca en forma inconspicua se hizo notar filamentos hialinos, con ligero abultamiento en el ápice.

Tabla 1. Características morfológicas del hongo que causa la mancha de ojo en maíz amarillo duro (*Zea mays* L).

Clípeo	Ascocarpo	Asca	Ascosporas	Otras estructuras
Visible como gotas de asfalto	Peritecio, esféricos irregulares, inmerso en el clípeo de color negro	Cilíndricas alargadas de cubierta hialina, con 8 ascosporas	Ovoide unicelular hialina	Paráfisis filiformes hialinas

4.1.2 Identificación del género, teniendo en cuenta las características descritas anteriormente, se identificó el género, siguiendo las claves de identificación de Ascomicetos propuesto por Hanlin (1990), ver apéndice página 40.

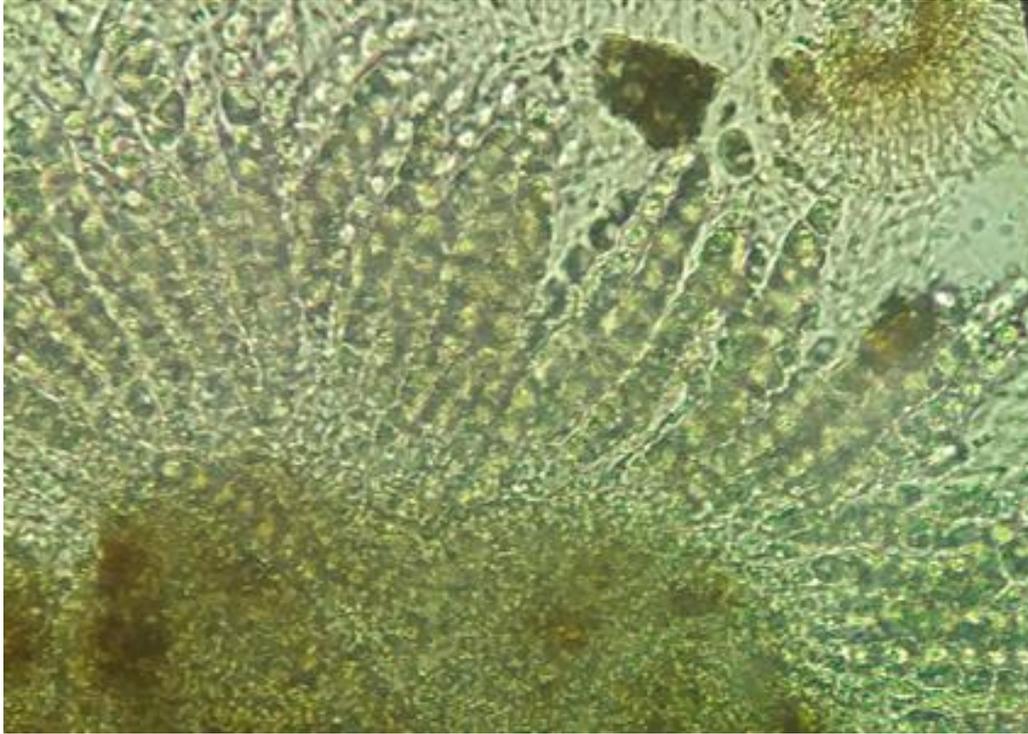


Fig. 1. Ascas y ascosporas de *Phyllachora* sp. en *Zea mays* L.

4.1.3 Identificación de la especie, para determinar la especie, se utilizó el reporte de Romero (1988), quien asegura que, el maíz en zonas tropicales y no tropicales, muestran susceptibilidad a la “mancha de chapopote” o “mancha abultada”; difundida como “mancha de asfalto”, causado específicamente por *Phyllachora maydis* Maublanc; cuyas características morfológicas coinciden con los hallazgos en la presente investigación (ver tabla 1).



Fig. 2. Corte transversal del clípeo de *Phyllachora maydis*, mostrando cuatro ascocarpos en peritecio amorfo en el tejido parenquimático en hoja de maíz (*Zea mays* L).

4.1.4 Patogénesis de *Phyllachora maydis* Maublanc, esta fitoenfermedad en el valle del Santa se presenta en los meses de diciembre a marzo, favorecido por temperatura de 22 a 26 °C y humedad relativa de 65 a 75%; con estas condiciones el inóculo del patógeno se mantiene activo permanentemente; además se ve favorecido por el propio cultivo, debido a que se siembra todo el año.

La “**mancha de ojo**”, año tras año se incrementa, aún sin repercusión económica; pero si en Centro América (Quiroga–Madrigal *et al.* 2017). Algunos agricultores del Valle del Santa, realizan aplicaciones de fungicidas antes de la floración, consideradas preventivas para esta fitoenfermedad; siempre y cuando exista conocimiento de su presencia en la campaña anterior. Otra de las causas de la presencia del inóculo se debe a que el agricultor no realiza el tratamiento adecuado del rastrojo, como la preparación de compost o incineración.

La susceptibilidad de maíz, a este patógeno, ocurre en el estadio de diferenciación floral; en este periodo, las infecciones se distribuyen indistintamente en la lámina foliar del tercio inferior, manifestándose los primeros síntomas como puntitos negros de 0.1 mm; trascurrido el tiempo, el tamaño se incrementa hasta alcanzar de 0.4 – 0.6 mm de diámetro; estado en el cual se distingue, la mancha brillante abultada de color negro, que corresponde al clípeo, constituido de uno hasta cinco ascocarpos en peritecio (fig 2), observación que coincide con el reporte de Romero (1988); el clípeo visible, es semejante a una gota de asfalto; micológicamente se ha categorizado como el signo de las especies del género *Phyllachora*; que para el caso específico de maíz, se conoce como “**mancha de asfalto**”, como lo comenta Roncal (2004).

Alrededor de la “**mancha de ojo**” o “**mancha de asfalto**” es común diferenciar un fino halo clorótico de 0.3 mm de espesor, indicando el proceso de intoxicación de las células del parénquima (fig. 3).

En la presente investigación y de acuerdo a las condiciones ambientales durante un año agrícola, esta fitoenfermedad puede pasar desapercibida, cuando se presenta sólo en hojas del tercio inferior; cuando afecta hojas del tercio medio y superior, se considera infección severa. Bajo estas condiciones, en 25 cm² de lámina foliar, se determinó de 25 – 31 clípeos de 0.1 - 0.6 mm de diámetro; en estas condiciones el tejido parenquimatoso libre del signo, pierde paulatinamente el color verde normal, tornándose amarillo (fig. 4), seguido de necrosis generalizada de la hoja de color pajizo, coloración reportada por Romero (1988).

Cuando el ataque se presenta en hojas del tercio medio y superior; se limita considerablemente la fotosíntesis; repercutiendo en el llenado del grano.

En el proceso de patogénesis, es común observar alrededor del clípeo, un halo necrótico pajizo, de dimensiones variables pudiendo llegar hasta 0.8 cm., dando lugar a la figura conocida como “**mancha de ojo**”; ésta, para el investigador Quiroga Madrigal y sus colaboradores (2017), es producida por el Ascomiceto *Monographella maydis*, que en el hemisferio norte se encuentra asociado a *P. maydis*.

En cambio, en la presente investigación, el daño causado por *P. maydis*, está representado por el clípeo brillante negro, que se encuentra ocupando la parte central de la “**mancha de ojo**”; diferenciado el clípeo, sigue la infección, rodeado de un área clorótica, que terminan necrosándose de color pajizo de hasta 0.8 cm de espesor; esta a su vez se encuentra limitado por un margen marrón oscuro; alrededor de éste, el tejido parenquimatoso sigue intoxicándose, mostrándose clorótico, que finalmente compromete a toda el área foliar, la hoja muere de color pajizo claro dejando ver a los clípeos.

Cuando las “**manchas de ojo**” se forman entre las nervaduras, son esféricas y ovoides y si se forman comprometiéndolas son ovoides alargados y fusiformes, que al fusionarse forman manchas amorfas (fig. 5).



Fig. 3. Clípeos de *Phyllachora maydis* en maíz (*Zea mays* L).



Fig. 4. Clípeos y patogenesis de *Phyllachora maydis* en hojas de maíz (*Zea mays* L).



Fig. 5. Manchas de ojo esféricas, ovoides y fusionadas causadas por *Phyllachora maydis*.

4.2 Identificación de otros hongos que se desarrollan en la mancha de ojo

4.2.1 Morfología e identificación del hongo, que crece en la superficie del clípeo

En medio de cultivo PDA, el micelio es de color negro brillante; de crecimiento radial (fig. 6); hifas septadas, marrón amarillentas translúcidas, en grupo oscuras; conidióforo ligeramente diferenciado de la célula de la hifa que dio origen; conidios esféricos, ovoides oscuros multicelulares, generalmente tres a cinco veces más grande que el conidióforo (fig. 7).

En el proceso de germinación de los conidios, generalmente se apertura de cuatro a seis tubos germinativos hialinos, esta germinación ocurre 12 y 24 horas; posteriormente germinan las otras células; cada tubo germinativo crece en longitud, se ramifica dando origen al micelio de color verde petróleo; en este estado las hifas vistas a través del microscopio se muestran de color verde petróleo amarillento translúcido (ver fig. 8). Los conidióforos unicelulares, conformes, cilíndricos, se forman en la parte central o al límite de la septa de

una célula de la hifa somática; en el ápice se forma el conidio oscuro, primero unicelular globoso, ovoide, que, al aumentar de tamaño, se aprecia esférico constituido por varias células con ligeros jaspes longitudinales y transversales de color verde petróleo diferenciándose del color oscuro de los septos (ver fig. 9).

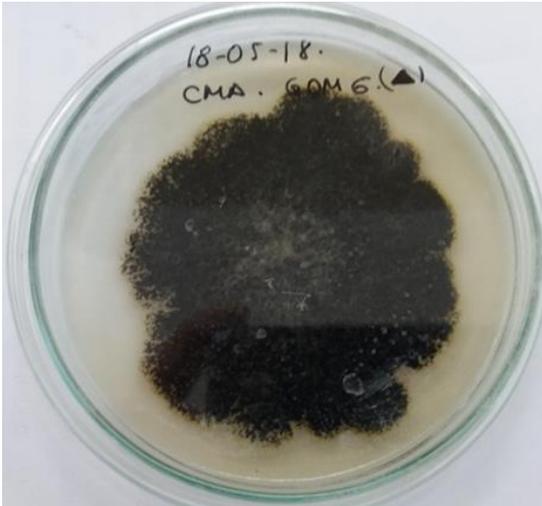


Fig. 6. Micelio de *Epicoccum* sp. Link en medio de cultivo PDA.

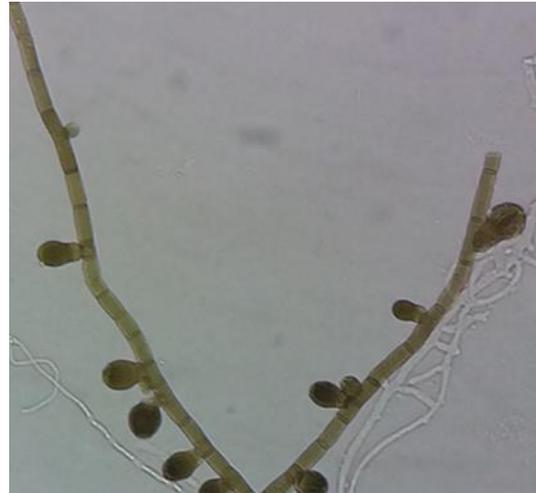


Fig. 7. Hifas, conidióforo y conidios de *Epicoccum* sp.

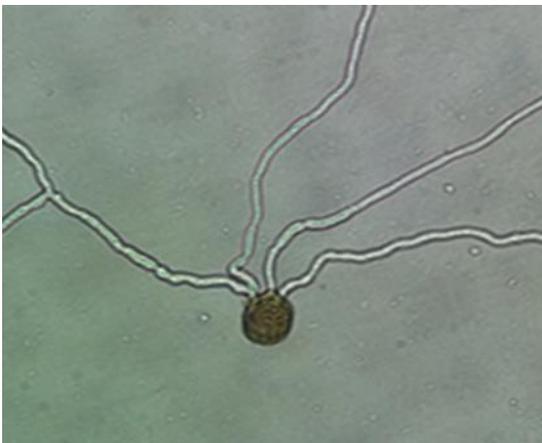


Fig. 8. Germinación en medio de cultivo PDA de espóra de *Epicoccum* sp.

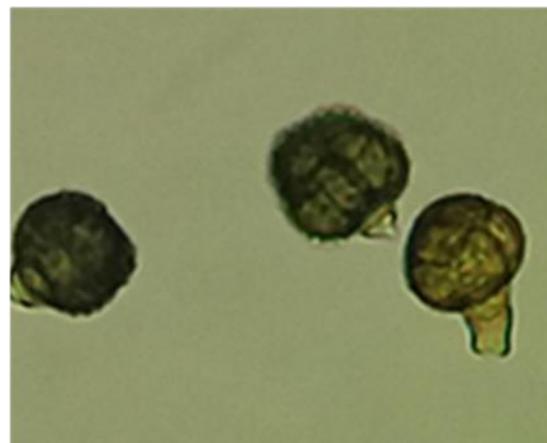


Fig. 9. Conidios oscuros multicelulares de *Epicoccum* sp.

Según las características morfológicas descritas anteriormente, se determinó que corresponde al género *Epicoccum*, especie *Epicoccum* sp. Link, identificación, que se realizó utilizando las claves de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1999), ver página 41 del apéndice.

Este hongo, por las características de crecimiento y desarrollo en la superficie del clípeo de *Phyllachora maydis*, especulamos se trata de un hiperparásito específico, para este tipo de patógeno; debido a que porciones de tejido parénquimático de hojas de maíz con presencia de clípeos, dispuestos en cámara húmeda, dejaron prosperar a este Deuteromiceto; ocasionando alteración de consistencia, brillo y desaparición de peritecios (Ver fig. 10 y 11).



Fig. 10. Porción de hoja de maíz (*Zea mays* L.), mostrando cuatro puntos de infección por *Phyllachora maydis*, diferenciar el area holonecrótica (tejido muerto) y plesionecrótica (clorosis). En las infecciones 3a y 3b apreciar el síntoma nominado “mancha de ojo”.



Fig. 11. Área holonecrótica (tejido muerto); área plisionecrótica (clorosis) causado por *Phyllachora maydis*.

4.2.2 Morfología de hongos, que crecen en el área muerta alrededor del clípeo de *Phyllachora maydis*

4.2.2.1 Hongo de micelio gris oscuro

a) Morfología e identificación, en medio de cultivo PDA, desarrolla micelio de crecimiento radial, de color gris claro en las primeras 48 horas, luego cambia a gris oscuro, debido a la diferenciación y maduración de conidios (ver fig. 12).

Porciones de micelio observadas al microscopio dejan ver, hifas septadas, de color marrón amarillento cristalino; conidióforos septados de color ligeramente más oscuro que las hifas; conidios en cadena, con septaciones oscuras mayormente transversales y escasamente verticales, que dan origen a conidios de color marrón oscuro, multicelulares muriformes. Ocasionalmente, una célula de un conidio da origen a otra cadena de conidios.

Los conidios se forman en la parte terminal de la célula apical del conidióforo, mostrándose primero como una pequeña esfera cristalina, que al aumentar de tamaño ocurre paulatinamente la septación, dando origen a la diferenciación de otras células, formando así a los conidios característicos. Esta diferenciación de conidióforos y conidios coincide con reportes de Bazán de Segura (1965), Roncal (1993) y Barnett y Hunter (1999).

Los conidios son multiformes, destacan los coniformes, ovoides, ovoides alargados; la célula apical de cada una de ellas, que dan origen al conidio inmediato superior muestra un pequeño tubo germinativo transformado en conidióforo, de esta manera se forman cadenas de conidios de seis a ocho, como se aprecia en la fig. 13.

Por la septación de cada conidio; las células que conforman a éste, se asemejan a una pared o muro de ladrillo; esta característica a determinado su denominación de conidio muriforme; además por su distribución superpuesta, se lo denomina conidios catenulados o en cadena, términos utilizados en los reportes de Barnett (1960), Barnett y Hunter (1999).

Los conidios de mayor edad son los que se encuentran en la base de la cadena, esta es otra característica que los micólogos lo denominan como crecimiento basipétalo (fig. 14).

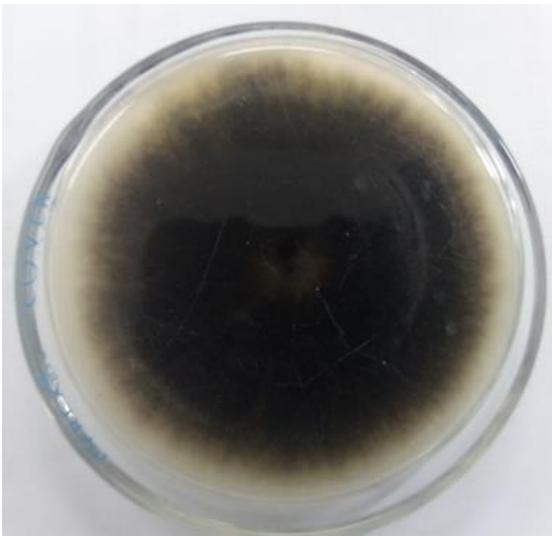


Fig. 12. Micelio de *Alternaria* sp. cultivado en medio PDA.



Fig. 13. Hifas somáticas, conidióforos y conidios catenulados muriformes de *Alternaria* sp.



Fig. 14. Hifa somática ramificada con formación de conidios laterales y terminales de *Alternaria* sp.

Las características morfológicas descritas anteriormente, y usando las claves de identificación “Illustrated Genera of Imperfect Fungi” de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1999), se determinó al género *Alternaria*, esta descripción se detalla en la página 42 del apéndice, específicamente corresponde a *Alternaria* sp. (Fr) Keissler.

Esta especie se caracteriza, por ser un hongo necrótrofo; para alimentarse, primero mata al hospedero; razón por lo que fue común encontrarlo en siembras en PDA, de tejido muerto del área alrededor del clípeo de *Phyllachora maydis*.

4.2.2.2 Hongo de micelio verde olivo oscuro

a) Morfología e identificación, en medio de cultivo PDA se aprecia micelio de color verde olivo, a verde olivo oscuro, de crecimiento radial, pigmentando al sustrato de color marrón rojizo que también se aprecia alrededor del micelio (fig. 15).

En micro cultivo, las hifas se muestran de color amarillo brillante septadas. Los conidióforos se diferencian y desarrollan de porciones específicas de la hifa; el aspecto cilíndrico de ésta, se distorsiona, las septaciones se acortan, dando origen a células amorfas; cada una de estas, dan origen a conidióforos filiformes septados, con ramificaciones en el tercio superior.

Las ramas son mayormente unicelulares, multiformes, cada una da origen a otra rama o a un tubo, sobre el cual desarrolla los conidios multiformes de pigmentación oscura; éstos generalmente son unicelulares a veces bicelulares y dispuestos en cadenas generalmente de tres a cuatro unidades; estas características coinciden con el reporte de Roncal (1993).

Los conidios en cadena, son generados por brotación; característica que Romero (1988), lo denomina blastosporas; tienen diferentes formas, mayormente se asemejan a un limón y tienen crecimiento acropétalo, como lo menciona Barnett y Hunter (1999).



Fig. 15. Micelio de *Cladosporium* sp. en medio de cultivo PDA.



Fig. 16. Hifas mostrando células modificadas que dan origen a conidióforos con ramificación terminal y conidios unicelulares de *Cladosporium* sp.

Las características morfológicas descritas y observadas en las figuras 16 y 17, se compararon con las claves de identificación de Barnett (1960), Barnett y Hunter (1999); determinando que corresponde al género

Cladosporium, cuya descripción se detalla en la página 43 del apéndice; específicamente se trata de *Cladosporium* sp. (Pers.) Link, como lo reporta Romero (1988).

Se tiene reportes que este género tiene diferentes especies con sus variantes, unos tienen comportamiento patogénico, en diferentes órganos de la parte aérea de las plantas y otros tienen comportamiento hiperparásito de royas y fitopatógenos foliares (Assante *et al.* 2004).



Fig. 17. Hifas, conidióforos y conidios de *Cladosporium* sp.

4.2.2.3 Hongo de micelio crema oscuro

a) Morfología e identificación, en medio PDA. El micelio es de color crema oscuro (ver fig. 18); conformado por hifas septadas, de color amarillo brillante; conidióforos simples, generalmente con tres septos, se asemejan a una rama de hifa; los conidios bicelulares se diferencian, crecen y desarrollan en el ápice

de la célula terminal del conidióforo. La diferenciación de cada conidio, se aprecia como un abultamiento cristalino; durante el proceso de crecimiento, ocurre la diferenciación de un septo transversal, dando origen a dos células, la superior de mayor tamaño que la inferior, ésta última mayormente es coniforme (fig.19).

A medida que madura el primer conidio, ocurre la diferenciación, crecimiento y desarrollo del segundo. Este proceso es indefinido, dando lugar a un número indeterminado de conidios, los que se mantienen unidos es una masa gelatinosa, característica que lo reporta Alexopoulos y Mims (1979), que por el peso se doblan (ver fig. 20).

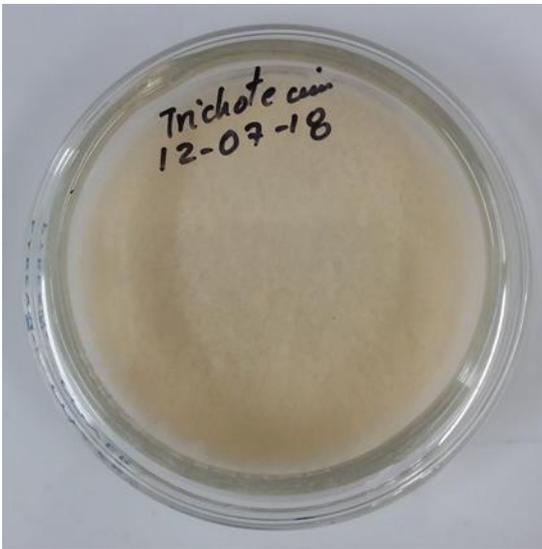


Fig. 18. Micelio de *Trichothecium* sp. en medio de cultivo PDA.



Fig. 19. Germinación multipolar de la célula basal del conidio de *Trichothecium* sp.



Fig. 20. Hifas somáticas, conidióforos y conidios de *Trichothecium* sp. en medio PDA.

La descripción morfológica, comparada con las claves de identificación de Barnett (1960), Barnett y Hunter (1999), nos permitió determinar al género *Trichothecium*, (ver apéndice página 44), especie *Trichothecium* sp.

Esta especie para Barnett y Hunter (1999), tiene comportamiento saprófito y parásito débil.

4.2.2.4 Hongo de micelio rosado claro

a) Morfología e identificación, en medio PDA, presenta micelio algodonoso, de color rosado claro (fig. 21); las hifas observadas al microscopio se observan hialinas, septadas; formando células alargadas, la mayoría de estas se modifican, formando una especie de rama por invaginación en la parte central, de esta se origina un fiálide solitario puntiagudo (fig. 22); en cuyo ápice se diferencia, crece y desarrollan conidios unicelulares cilíndricos romos, agrupados en una sustancia mucilaginosa (ver fig. 23).



Fig. 21. Micelio de *Cephalosporium* sp en medio de cultivo PDA.



Fig. 22. Hifas, conidióforo, fiálide y conidios unicelulares de *Cephalosporium* sp.

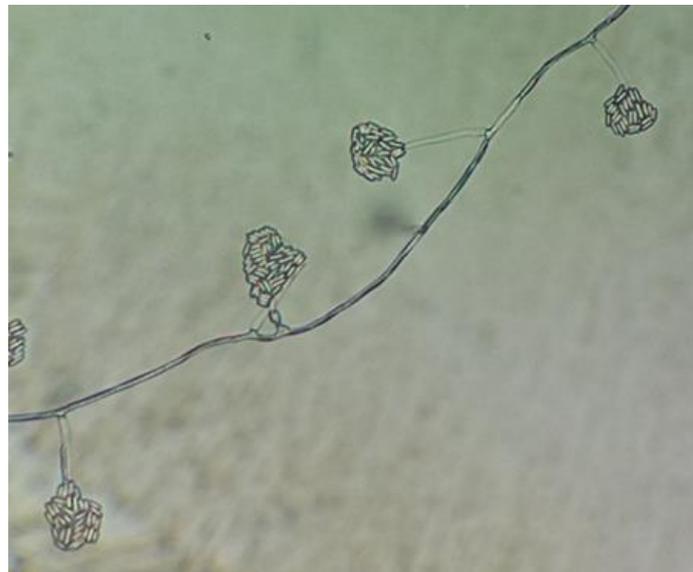


Fig. 23. Hifas, conidióforos y conidios agrupados en el apice de *Cephalosporium* sp.

Utilizando las claves de identificación de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1999), estas características, condujo a identificar el género como *Cephalosporium*, especie *Cephalosporium* sp., cuya descripción de la clave se encuentra la página 45 del apéndice.

Este género se caracteriza por tener especies saprófitas y patógenas como lo reporta Romero (1988).

4.2.2.5 Hongo de micelio rosado

a) Morfología e identificación, en medio de cultivo PDA, el micelio en las primeras 48 horas es de color blanco, a medida que crece el micelio, en la parte central de éste, aparece la tinción rosado claro que finaliza de color rosado (ver fig 24). Las hifas septadas, vistas al microscopio se muestran transparente; de trecho en trecho se forman conidióforos mayormente unicelulares, del extremo superior emergen de uno a dos fiálides; en cuyo ápice se diferencia el conidio, que en su inicio es esférico cristalino; a medida que crece en longitud aparecen secuencialmente septos transversales, dando origen a conidios mayormente con cinco células, esporádicamente seis, bajo estas condiciones adquieren la forma de canoa con la célula apical en punta y la basal con terminación roma; éstas dispersas en el campo microscópico son brillantes, pero en grupo se distingue el color rosado brillante (ver fig. 25).



Fig. 24. Micelio de *Fusarium* sp. en medio de cultivo PDA.



Fig. 25. Microconidias esféricas y macroconidias fusiformes de *Fusarium* sp.

Las características anteriormente descritas, figuras de crecimiento y desarrollo del hongo, y la comparación con las claves de identificación de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1999), permitió identificar el género *Fusarium*, especie *Fusarium* sp. (ver apéndice página 46).

Las diferentes especies de este género tienen razas fisiológicas que muestran virulencia, en diferentes grados; este aislamiento posiblemente tiene

comportamiento saprófito, como lo menciona Roncal (2004), además este aislamiento se encontró junto con *Cephalosporium* sp.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La mancha de ojo en el cultivo del maíz en el valle del Santa, región Ancash, es causado por el ascomiceto *Phyllachora maydis* Maublanc.

Los síntomas producidos por *P. maydis* solo se muestran en la lámina foliar; inicialmente se aprecian como puntos de 0.2 a 0.3 mm de diámetro de color oscuro, que al aumentar de tamaño forman un abultamiento de color negro brillante, semejante a una gota de asfalto (brea), en esta estructura se diferencian de uno a cinco ascocarpos en peritecio. Alrededor del clípeo el tejido inicialmente se necrosa de color pajizo. El clípeo y el área pajiza dan la apariencia de la “mancha de ojo”.

En la superficie del clípeo, se encontró micelio de *Epicoccum* sp., además se identificaron a los géneros *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Trichothecium* sp., *Cephalosporium* sp. y *Fusarium* sp., como contaminantes o de forma circunstancial en el signo (clípeo)

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa. Impreso en México. Mexico. 838 p.

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

Assante, G. et al. 2004. Histological studies on the micoparasitism of *Cladosporium tenuissimum* on urediniospores of *Uremyces appendiculatus*. Mycological Research. Volumen 108, Numero 2. Febrero de 2004. Páginas 170-182.

Alexopoulos, C. J; Mims C. W. 1979. Introductory Mycology. Third Edition. Printed in the United States of America. USA. 632 p.

Barnett, H. L. 1960. Illustred Genera of Imperfect Fungi. Second edition. Burgess Publishing Company. West Virginia. United States of America. 225 p.

Barnett, H. L; Hunter, B. B. 1999. Illustred Genera of Imperfect Fungi. Fourth edition. Printed in the United States of America. Minnesota. USA. 218 p.

Barron, George L. 1983. The Genera of Hyphomycetes from soil. Noble offset printers Inc. New York. USA. 364 p.

CABI, 2018. Invasive Species Compendium. Consultado el 10 de octubre del 2018. Disponible en <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40876>.

CIMMYT, 2012. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Consultado el 6 de abril de 2018. Disponible en PDF <https://www.cimmyt.org>.

González Alquinzones, U. 1995. El maíz y su conservación. Primera edición. Editorial Trillas S.A. de C.V. México. 399 p.

Hanlin, Richard T. 1990. Illustrated Genera of Ascomycetes. Second edition. Printed in the United States of America. Minnesota. USA. 263 p.

Llanos Company, M. 1984. El maíz: su cultivo y aprovechamiento. Edición Mundi-prensa. Impreso en Madrid. España. 318 p.

Manrique Chávez, P. A. 1997. El maíz en el Perú. Segunda edición. Editorial CONCYTEC. Lima-Perú. 362 p.

Mycobank, 1984. Mycological Bank. Owned International Mycological Association. Consultado el 8 de enero de 2018. Disponible en www.mycobank.org/bioloMICS.aspx?Tablekey=14682.

Quiroga-Madrugal et al., 2017. Manejo integrado del complejo mancha de asfalto del maíz en México. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas. México. 49 p. PDF. Consultado el 15 de octubre de 2018. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/317929566_Manual_tecnico_Manejo_integrado_del_complejo_mancha_de_asfalto_del_maiz_en_Mexico.

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

Roncal Ordóñez, M. S. 1993. Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes. Primera edición. Editorial Obispo "Martínez Compañón". Jr. La Mar 484. Cajamarca. Perú. 372 p.

Roncal Ordóñez, M. S. 2004. Principios de Fitopatología Andina. Primera Edición. Editor Oficina General de investigación-Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca. Perú. 420 p.

Shurtleff, M. C. et al., 1980. Compendio de enfermedades del maíz. Primera edición. Editorial hemisferio sur. Impreso en Argentina. 102 p.

APÉNDICE

Identificación del hongo que causa mancha de ojo en maíz (*Zea mays* L.)

Clave de identificación de *Phyllachora* sp. según Hanlin 1990.

1' Ascosporas distintas de las de forma filiforme.....	2
2(1') Ascosporas distintas de las formas alantoides.....	3
3(2) Ascosporas de 1 célula.....	4
4(3) Ascosporas hialinas o verdosas.....	5
5(4) Ascoma peritecioide o cleistotecioide.....	6
6'(5) ascoma ostiolado.....	14
14'(6') Muro de ascas persistente.....	15
15(14') Ascas unitunicadas.....	16
16(15) Clípeo presente alrededor del cuello ostiolar.....	17
17'(16) Clípeo bien desarrollado.....	<i>Phyllachora</i>

Identificación de otros hongos que se desarrollan en la mancha de ojo.

Clave de identificación de *Epicoccum* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidias no enrolladas

D2: Conidióforos y/o conidios contiene pigmentos oscuros; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Dematiaceae)

E4: Conidio multicelulado, muriforme, dictiosporos, o cuatro células y en forma de cruz

F2: Conidios no catenuladas

G2: Célula apical del conidio no claramente mayor que otras

H2: Ningún conidióforo o pobremente desarrollado, más corto que los conidios

I3: Conidióforos presentes, no derivados de masa de hifas

J3: Sólo produce conidios muriformes redondas y oscuras

K1: Conidióforos agrupados.....***Epicoccum***

Clave de identificación de *Alternaria* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados

D2: Conidióforos y/o conidios contienen pigmentos oscuros; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Dematiaceae)

E4: Conidio multicelulado, muriforme, dictiosporos, o cuatro células en forma de cruz

F2: Conidios no catenulados

G2: Célula apical del conidio no claramente mayor que otras

H1: Conidióforos bien desarrollados, generalmente más largo que los conidios

I1: Conidios simples, apicales

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

Clave de identificación de *Cladosporium* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados

D2: Conidióforos y/o conidios contienen pigmentos oscuros; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Dematiaceae)

E2: Conidios típicamente con dos células (presentan frecuentemente conidios con 1 célula o 3 células)

F1: conidios catenulados

G2: Cadena conidial frecuentemente ramificada; septa no gruesas

H2: Conidios de forma variable, sin células esporógenas especiales***Cladosporium***

Clave de identificación de *Trichothecium* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados

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

E2: Conidios en su mayoría con dos células, ovoides a cilíndricos o irregulares

F3: Conidióforos distintos, simples o poco ramificados

G2: No acuático.

H2: Conidióforos usualmente solos; en su mayoría saprofítico.

I3: Conidióforos delgados; esporas en la parte apical o en diferentes niveles del conidióforo

J1: Conidios unidos solo en el ápice.....***Trichothecium***

Clave de identificación de *Cephalosporium* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidios no enrolladas

D1: Ambos conidio y conidióforo (si están presentes) son hialino o de colores brillantes; conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Moniliaceae)

E1: Conidios unicelulares, globosos a cilíndricos cortos

F2: Conidióforos presentes, aunque a veces cortos

G2: Conidióforos y su distinción ramificado de conidios

H1: Conidióforos simples o pocos ramificados; fiálides, si están presentes, no se agrupan estrechamente

I2: Conidios no catenelados

J2: Los conidios solo se producen en el ápice o en las cabezas apicales

K2: Conidióforos no alargados en el ápice

L2: Conidios en racimos o cabezas, secos o húmedos

M1: Conidios en su mayoría ovoides, muchos en gotitas de mucílago.....***Cephalosporium***

Clave de identificación de *Fusarium* sp. según Barnett 1960.

A2: Micelio no cenocítico, con septas frecuentes; conidios normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidios y conidióforos no son producidos dentro de picnidios o acérvulos(MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados

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

E3: Conidios en su mayoría de tres o más células, globoides a cilíndricos o alargados a filiformes con tabiques variables

F2: Conidio no como en F1 (F1: acuático no sumergido)

G2: Conidios con tabiques transversales; no ramificadas

H2: Saprófitos o parásitos en plantas

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



Fig. 26. Cultivos de maíz (*Zea mays* L) en el valle del Santa. Región Ancash.



Fig. 27. Evaluaciones de fitoenfermedades en maíz (*Zea mays* L) en el valle del Santa.



Fig. 28. Hojas de maíz (*Zea mays* L) con síntomas de “mancha de ojo”.

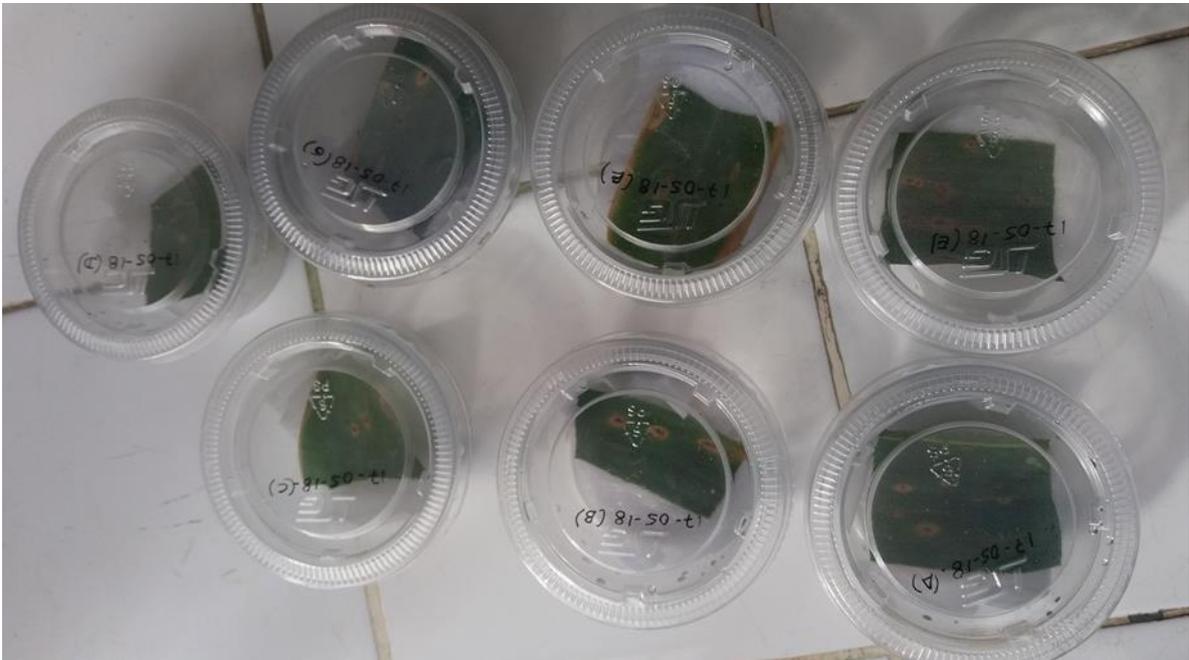


Fig. 29. Porciones de hojas de maíz (*Zea mays* L) con “mancha de ojo” colocadas en cámara húmeda.



Fig. 30. Tesista en el ambiente del laboratorio de Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca.



Fig. 31. Estereoscopio, lámpara eléctrica, placas de petri, mechero y aspersor: materiales usados para identificar a los fitopatógenos.



Fig. 32. Alistando los materiales para la asepsia del área de trabajo.

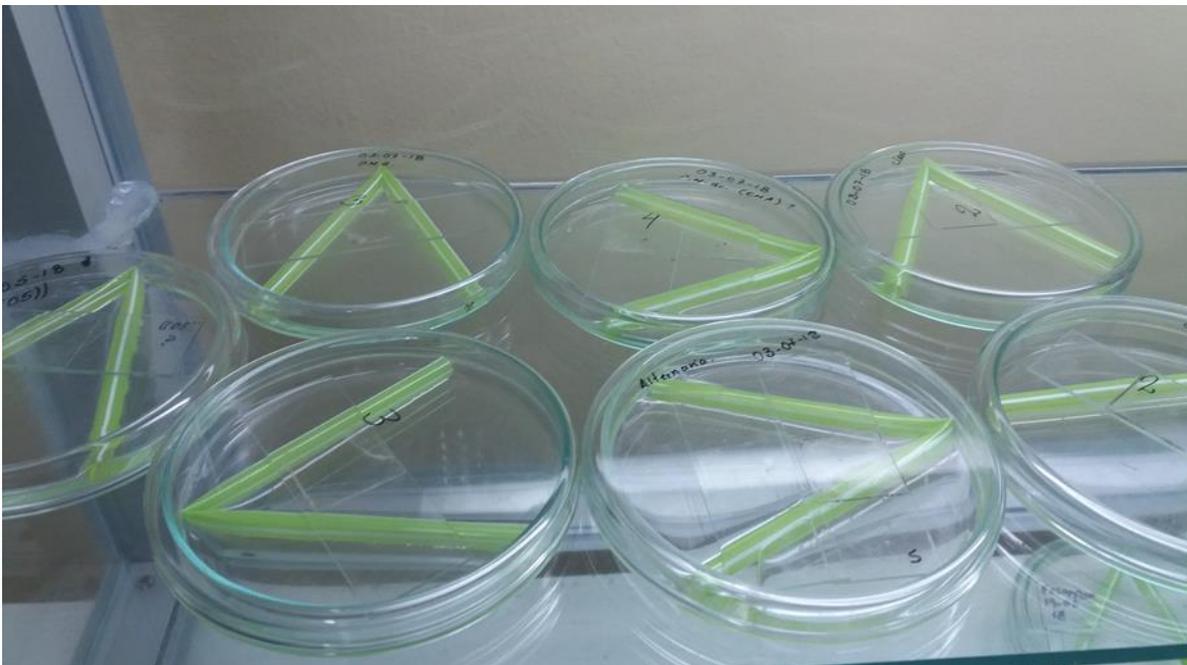


Fig. 33. Cultivo monospórico en una gota de PDA, de fitopatógenos fúngicos acondicionados en placa de petri.

GLOSARIO

Acropetálicas. Se dice del conidio de menor edad, localizado en el ápice de la célula conidiogénica o en el extremo superior del conidio de mayor edad.

Aguja MRO. Aguja patentada por Manuel Roncal Ordóñez, es usada en microcultivo de hongos, consiste en un hilo de nylon de aproximadamente un centímetro de longitud adherido al interior de una aguja hipodérmica N° 25 mediante un pegamento transparente, unida a una jeringa de 10 ml.

Aleuri esporas. Espora asexual de ciertos hongos separada de la hifa por un septo, aunque permanece unida hasta la desintegración del micelio.

Antocianescencia. Aumento de los pigmentos antociánicos, manifestándose los pigmentos rojos.

Artrósporas. Espora producto de la fragmentación de una hifa.

Basipétala. Que se desarrolla en la base de un eje, siendo las estructuras más jóvenes las que se encuentran en la base.

Blastóforo. (Blastoporo) Espora asexual que se forma por brotación en las levaduras.

Catenulada. Distribución de conidias, esporas o esporangios formando cadenas.

Cenocítico. Hifas sin división transversal, aseptado; es decir, hifa tubular sin septos o divisiones, multinucleado, hongos de la clase Oomycetes y Zigomycetes.

Clípeo. Es un tejido formado por el hongo, donde se aloja los peritecios, peculiar del género *Phyllachora*.

Dematiáceo. Hongos negros, Se reproducen asexualmente, hongos imperfectos.

Dictiósporas. Espora con tabiques transversales y longitudinales, conocida también como muricato o muriforme.

Esclerocio. Estructura pseudoparenquimática, producto del agrupamiento desordenado y apretado de hifas. Son multiformes, consistentes de colores oscuros. En esta forma, muchos hongos soportan las condiciones adversas, por periodos prolongados de tiempo.

Esporodoquio. Entrecruzamiento de hifas en forma de cojín, del cual emergen conidióforos pequeños con ramificaciones en fiálides donde se soportan los conidios, uni a pluricelulares. Es común en hongos de la familia forma Tuberculariaceae.

Etiología. Rama de la Fitopatología que estudia y determina el agente causal de una fitoenfermedad.

Falcados. Se dice de un elemento o una cosa, que tiene la forma o una figura en curvatura, encorvadura, alabeo, convexidad, torsión o una comba similar o parecido al instrumento de la hoz.

Fase anamorfa. Estado reproductivo asexual, involucra conidiogenesis y conidios.

Fiálide. Estructura fungal unicelular, pequeña en forma de botella, producto de la ramificación de algunos conidióforos. Tiene comportamiento de célula conidiogénica, debido a que en su interior se forman conidios, formando esporas catenuladas del hongo.

Fialosporas. Se produce en una célula conidiógena con forma de florero, por lo que se llama fiálide. Tiene una parte ensanchada en la base, un cuello terminal y un collarete.

Himenio. Porción fértil del hongo. En los Ascomycetes está formado por ascos y paráfisis y en los Basidiomycetes por basidios, cistidios y paráfisis.

Muriforme. Esporas con varios septos transversales y longitudinales que las dividen en numerosas células, dándole el aspecto de una pared de ladrillos.

Paráfisis. Filamentos estériles que desarrollan de la base del himenio, separando un asco de otro.

Patogénesis. Término relacionado con la evolución de la fitoenfermedad. Se inicia con la infección y concluye con la muerte del hospedero.

Peritecio. Ascocarpo, con o sin cuello, con o sin ostiolo, conformado por un tejido pseudoparenquimático consistente. Contienen ascas.

Picnidial. Referente a picnidio.

Picnidio. Cuerpo fructífero asexual de los hongos que integran el Orden Formasphaeropsidales. Estas estructuras se forman por transformación de los filamentos del hongo en las porciones necrosadas del hospedero (semejante a la formación de acérvulos), formando un tejido pseudoparenquimático en cuya cara interior disponen de conidióforos simples o ramificados y sus respectivos conidios, polimorfos uni a multicelulares, hialinos, coloreados. Estos picnidios según la especie del hongo pueden ser esféricos, ovalados, alargados; todos con una apertura en la parte apical, dispuestos en el hospedero en forma superficial, inmerso en forma parcial o total en el tejido afectado.

Porospora. Conidios de pared gruesa y pigmentada con visiones de tipo mural. También dictiosporas y se produce a través de un poro de la célula conidiógena. El hongo puede crecer en dirección distal apartir de la cicatriz del conidio precedente y adoptar un aspecto simpodial, como en el *Ulacladium*, o el conidio puede dar lugar a nuevos conidios y formar cadenas. Ej: *Alternaria*.

Pragmospora. (Fragmospora), Esporas con varios septos transversales.

Signo. Manifestación visible de las esporas del hongo que causa una enfermedad.

Simpodial. Referente a Simpodio, es decir; Crecimiento en zig zag, de conidióforos y esporangióforos.

Teleomorfos. Estadio reproductivo sexual (morfo), típicamente desarrolla un cuerpo de fructificación.