



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
SEDE ORELLANA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

**“DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL
CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) DEL CANTON LA JOYA DE LOS
SACHAS PROVINCIA DE ORELLANA”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA AGRÓNOMA

AUTOR: VICKY VERONICA ARGUELLO MEDINA

DIRECTORA: Ing. AMANDA ELIZABETH BONILLA BONILLA Mgtr.

El Coca – Ecuador

2022

© 2022, Vicky Veronica Arguello Medina

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, VICKY VERONICA ARGUELLO MEDINA, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Orellana, 18 de enero del 2022

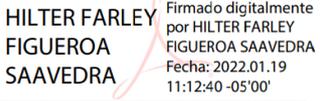


Vicky Verónica Arguello Medina

C.I: 22000125553-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA AGRONOMÍA

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación. **“DIAGNOSTICO DE ENFERMEDADES FOLIARES EN EL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays*) DEL CANTON LA JOYA DE LOS SACHAS PROVINCIA DE ORELLANA”**, realizado por la señorita: **VICKY VERONICA ARGUELLO MEDINA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Hilter Farley Saavedra Mgtr. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 HILTER FARLEY FIGUEROA SAAVEDRA Firmado digitalmente por HILTER FARLEY FIGUEROA SAAVEDRA Fecha: 2022.01.19 11:12:40 -05'00'	2022-01-18
Ing. Amanda Elizabeth Bonilla Bonilla Mgtr. DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	 Firmado electrónicamente por: AMANDA ELIZABETH BONILLA BONILLA	2022-01-18
Ing. Juan Gabriel Chipantiza Masabanda Mgtr. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	 JUAN GABRIEL CHIPANTIZA MASABANDA Firmado digitalmente por JUAN GABRIEL CHIPANTIZA MASABANDA Fecha: 2022.01.19 12:19:39 -05'00'	2022-01-18

DEDICATORIA

A Dios, la virgencita Narcisa de Jesús por darme salud y por regalarme una familia maravillosa
Con mucho amor a mis padres que me dieron la vida y han estado en todo momento a mi lado,
gracias por todo papá y mamá por darme una carrera para mi futuro y creer incondicionalmente
en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado apoyándome y brindándome
todo su amor, por todo aquello les agradezco de todo corazón el que estén a mi lado.

A mi mejor amiga y madre gracias por estar conmigo, TE AMO eres quien me ha dado el impulso
para seguir mis sueños y lograr cada uno de ellos, aunque sean difícil siempre has sido y serás mi
bastón para no caer y la armadura para cualquier batalla que en la vida me toque enfrentar.

Mis angelitos en el cielo, que cuando estuvieron en este plano terrenal soñaban con este día, sus
palabras siempre las tengo y las tendré en mi mente, también a mi hermano Raúl quiero
agradecerle por cada una de sus acciones y palabras que me reconfortaban cuando papá y mamá
no se encontraban a mi lado gracias por ser como eres.

También deseo dedicar este trabajo a una persona que llego a mi vida en un momento menos
esperado, pero que desde el día cero siempre creyó en mí y en mi potencial, nunca dudo de lo que
soy capaz, gracias por ser mi paz y mi refugio en mis momentos de tormenta, Milton.

Y a mis tutores ingeniera Amanda Bonilla y Wilfrido Yáñez por tenerme la paciencia necesaria,
gracias por apoyarme en cada momento.

Y por último no menos importante quiero agradecer a cada una de las personas con las que pude
compartir en este proceso de formación tanto a docentes como a cada uno de mis compañeros y
amigos Cristhian Huatatoa, Jesús Salazar, Dámariz Moriano, Gabriela Pacheco, Paola Imaicela,
Samuel Viteri. que me deja esta linda etapa de mi vida, gracias por enseñarme y ser ángeles en
mi camino.

Vicky

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Sede Orellana, a toda la Facultad de Recursos Naturales, en especial al director de la extensión Ing. Freddy Ajila, secretaria académica Alba Chávez y a la coordinadora académica Ing. Maritza Sánchez, también a mis profesores en especial al Ing. Daniel Vistin. quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

De igual manera mis más grande y sincero agradecimiento a la Ing. Amanda Bonilla y Ing. Juan Chipantiza, principales colaboradores durante todo este proceso, quienes con su dirección, conocimientos, enseñanzas y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Finalmente quiero expresar mis más profundos agradecimientos a las autoridades y personal que hacen la Estación Experimental Central de la Amazonía – INIAP, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento experimental, en especial al Ing. Christopher Suárez por su paciencia para enseñarme y al Ing. Jimmy Pico responsable de área de protección Vegetal y su equipo conformado por Víctor Merizalde, Jefferson Pérez, Edgar Yánez.

Vicky

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiii
SUMMARY	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	3
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Importancia del maíz en el Ecuador	3
1.3. Botánica del cultivo maíz.....	5
1.3.1. Raíz.....	5
1.3.2. Tallo.....	5
1.3.3. Hojas	5
1.3.4. Inflorescencia	5
1.3.5. Faces fenológicas del maíz	5
1.3.6. Exigencias del cultivo	6
1.3.7. Requerimientos edafoclimáticos	6
1.3.8. Ambiente.....	6
1.4. Generalidades micológicas	7
1.4.1. Hongos	7
1.4.2. Morfología.....	7
1.4.3. Reproducción	7
1.4.4. Ecología y diseminación	7
1.4.5. Hábitat de los hongos	8
1.4.6. Intensidad de las fitoenfermedades.....	8
1.4.7. Incidencia	8
1.4.8. Severidad	8
1.4.9. Patógenos	9
1.4.10. Síntoma y signo	9

1.4.11.	<i>Concepto de enfermedad</i>	9
1.4.12.	<i>Enfermedades causadas por hongos fitopatógenos</i>	9
1.5.	Hongos patógenos que atacan al cultivo de maíz	10
1.5.1.	<i>Tizón folia del maíz</i>	10
1.5.1.1.	<i>Ciclo de vida</i>	10
1.5.1.2.	<i>Síntomas</i>	10
1.5.2.	<i>Mancha foliar gris</i>	11
1.5.2.1.	<i>Ciclo de vida</i>	11
1.5.2.2.	<i>Síntoma</i>	11
1.5.3.	<i>Antracnosis maíz</i>	11
1.5.3.1.	<i>Ciclo de vida</i>	12
1.5.3.2.	<i>Síntoma</i>	13
1.5.4.	<i>Complejo mancha de asfalto</i>	13
1.5.4.1.	<i>Ciclo de vida</i>	14
1.5.4.2.	<i>Síntoma</i>	14
1.6.	Medios artificiales para el cultivo de microorganismos	14
1.6.1.	<i>Medios de cultivo</i>	14
1.6.2.	<i>Clasificación de medios de cultivo</i>	14
1.6.2.1.	<i>Medios líquidos</i>	14
1.6.2.2.	<i>Medios sólidos</i>	15
1.6.3.	<i>Material Genético de maíz que se siembra en la Amazonia</i>	15
1.6.3.1.	<i>Hibrido</i>	15
1.6.3.2.	<i>Ventajas y desventajas</i>	15
1.6.4.	<i>Criollos</i>	15
1.6.4.1.	<i>Ventajas y desventajas</i>	16

CAPÍTULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	17
2.1.	Características del lugar	17
2.1.1.	<i>Localización del estudio</i>	17
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	17
2.1.3.	<i>Clasificación ecológica</i>	17
2.1.4.	<i>Materiales</i>	17
2.2.	Metodología	18
2.2.1.	<i>Método observacional</i>	18

2.2.2.	<i>Factores de estudio</i>	18
2.2.3.	<i>Características del campo experimental</i>	18
2.2.4.	<i>Variables evaluadas</i>	18
2.2.4.1.	<i>Variable dependiente</i>	18
2.2.4.2.	<i>Variable independiente</i>	18
2.2.4.3.	<i>Incidencia</i>	19
2.2.4.4.	<i>Descripción cualitativa de cada patógeno</i>	19
2.2.5.	<i>Manejo del ensayo</i>	19
2.2.5.1.	<i>Muestreo</i>	19
2.2.6.	<i>Selección y desinfección</i>	19
2.2.7.	<i>Aislamientos</i>	20
2.2.8.	<i>Selección y repique de inóculos</i>	20
2.2.9.	<i>Identificación morfológica</i>	20
2.2.10.	<i>Observación microscópica</i>	20
2.2.11.	<i>Preparación de medios de cultivo</i>	21

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
3.1.	Identificación de las enfermedades presentes en el cultivo de maíz	22
3.2.	Caracterización morfológica de los aislados obtenidos	23
3.2.1.	<i>Exserohilum sp.</i>	23
3.2.2.	<i>Colletotrichum sp</i>	23
3.2.3.	<i>Nigrospora sp.</i>	24
3.2.4.	<i>Curvularia sp.</i>	25
3.2.5.	<i>Fusarium sp.</i>	25
3.3.	Caracterización de los síntomas observados en campo	26
3.3.1.	<i>Exserohilum sp.</i>	26
3.3.2.	<i>Colletotrichum sp</i>	27
3.3.3.	<i>Curvularia sp.</i>	28
3.3.4.	<i>Complejo mancha de asfalto</i>	29
	CONCLUSIONES	31
	RECOMENDACIONES	32
	GLOSARIO	
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Fases fenológicas del cultivo de maíz	5
Tabla 1-2: Coordenadas del lugar de estudio	17
Tabla 2-2: Lista de materiales utilizados en el estudio	17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-3.	Estructuras reproductivas de <i>Exserohyllum</i> sp.....	23
Figura 2-3.	Estructuras reproductivas de aislados de <i>Colletotrichum</i> sp.	24
Figura 3-3.	Estructuras reproductivas de <i>Nigrospora</i> sp.....	24
Figura 4-3.	Estructuras reproductivas de aislados de <i>Curvularia</i> sp.	25
Figura 5-3.	Estructuras reproductivas de aislados de <i>Fusarium</i> sp.	26
Figura 6-3.	Síntoma de <i>Exserohyllum</i> sp en la lámina foliar	27
Figura 7-3.	Síntoma de <i>Colletotrichum</i> sp en la lámina foliar	28
Figura 8-3.	Daño en la hoja foliar causado por <i>Curvularia</i> sp.	29
Figura 9-3.	Daño foliar causado por complejo mancha de asfalto	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3. Porcentaje de presencia de enfermedades.....	22
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS A: CEPAS DE *Exserohilum* Sp EN PLATOS PETRI.

ANEXOS B: COLONIA DE *Colletotrichum* Sp.

ANEXOS C: COLONIA DE CURVULARIA SP.

ANEXOS D: TOMA DE MUESTRAS FOLIARES

ANEXOS E: SELECCIÓN DE PARTES SINTOMÁTICAS DE LA LÁMINA FOLIAR,
PARA AISLAMIENTO

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la presencia de patógenos fúngicos que afectan a las partes foliares del cultivo de maíz en el cantón La Joya de los Sachas provincia de Orellana. La realización de esta investigación se dio en la Estación Experimental Central de la Amazonía del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP). El análisis de la investigación y la recolección de datos se efectuó tanto en campo como laboratorio. Para la realización y procesamiento de datos, se utilizó estadística descriptiva, mediante gráficos estadísticos con la ayuda del paquete informático Microsoft Office Excel. Para la toma de muestras se recorrió la zona agrícola del cantón Joya de los Sachas, se seleccionaron parcelas con superficies menores de dos hectáreas. El muestreo consistió en coleccionar cinco hojas sintomáticas (enfermas) y se llevó a cabo en forma dirigida en plantas con lesiones foliares. Se seleccionó el material vegetal en condiciones totalmente asépticas y bajo una cámara de flujo laminar, se realizaron recortes de piezas de aproximadamente 0.5cm² y se sembró en cajas Petri que contenían medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). La caracterización morfológica se realizó con base en las observaciones microscópicas, las morfologías de la colonia se identificaron utilizando las claves dicotómicas de géneros imperfectos. De los 20 puntos muestreados se logró aislar *in vitro* en medio sintético como PDA, la cantidad de 97 hongos de los cuales se identificaron seis géneros entre patógenos, saprofitos y descomponedores de materia orgánica. Se concluye que géneros como; *Exserohilum*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Fusarium*, han sido identificados en todos los sitios donde se cultiva maíz, y son responsables de causar cuantiosas pérdidas económicas por lo que se recomienda determinar la influencia de cada uno de estos patógenos en el rendimiento.

Palabras clave: <PATÓGENOS FÚNGICOS>, <PRODUCTIVIDAD>, <LESIONES FOLIARES>, <CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA>, <CLAVES DICOTÓMICAS>, <PÉRDIDAS ECONÓMICAS >, <OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS>.

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2021.09.13 15:38:48 -05'00'



1779-DBRA-UTP-2021

SUMMARY

The objective of this research was to determine the presence of fungal pathogens that affect the foliar parts of the maize crop in the canton of La Joya de los Sachas, province of Orellana. This research was carried out at the Central Experimental Station of the Amazon of the National Institute of Agricultural Research of Ecuador (INIAP). The research analysis and data collection were carried out both in the field and in the laboratory. Descriptive statistics were used for data collection and processing, using statistical graphs with the help of the Microsoft Office Excel software package. Sampling was carried out in the agricultural zone of Joya de los Sachas canton, selecting plots of less than two hectares. Sampling consisted of collecting five symptomatic (diseased) leaves and was carried out in a targeted manner on plants with foliar lesions. The plant material was selected under totally aseptic conditions and under a laminar flow chamber, cut into pieces of approximately 0.5cm² and sown in Petri dishes containing Papa Dextrose Agar (PDA) culture medium. Morphological characterization was performed based on microscopic observations, colony morphologies were identified using the dichotomous keys of imperfect genera. From the 20 points sampled, 97 fungi were isolated in vitro in synthetic medium such as PDA, of which six genera were identified among pathogens, saprophytes and decomposers of organic matter. It is concluded that genera such as Exserohilum, Colletotrichum, Curvularia, Fusarium, have been identified in all the places where corn is grown, and are responsible for causing considerable economic losses, so it is recommended to determine the influence of each of these pathogens on yield.

Keywords: <FUNGIC PATHOGENS>, <PRODUCTIVITY>, <FOLIARY LESIONS>, <MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION>, <DICHOTOMIC KEYS>, <ECONOMIC LOSSES>, <MICROSCOPICAL OBSERVATIONS>.

NANCY
GEORGINA
RODRIGUEZ
ARELLANO

Firmado digitalmente
por NANCY GEORGINA
RODRIGUEZ
ARELLANO
Fecha: 2021.11.23
00:20:05 -05'00'

LEONARDO
FABIO
MEDINA
NUSTE

Firmado digitalmente por
LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN):
c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL
ECUADOR, ou=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION-
ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485,
cn=LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE
Fecha: 2021.09.13 15:38:48 -05'00'



1779-DBRA-UTP-2021

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador en el año 2019 se sembraron 334.767 ha con una producción de 4.4 Tm /ha, en la región Amazónica en ese mismo año se sembraron 13.649 ha, obteniendo una producción de 1.66 Tm / ha, rendimiento sumamente inferior al alcanzado a nivel nacional (ESPAC, 2019, p. 15). En los últimos 10 años la provincia de Orellana en especial el cantón Joya de los Sachas, ha sufrido varios cambios en su agricultura, de ser una zona dedicada netamente al cultivo de palma aceitera, cambio una proporción de estas a cultivos de ciclo corto, como maíz y arroz (Suárez et al., 2018, p. 1).

Los cultivos de ciclo corto se han convertido en una de las principales actividades agrícolas, que realizan los agricultores en la Joya de los Sachas como fuentes generadoras de ingresos, siendo el maíz uno de los más establecidos, cuyas labores agrícolas son realizadas casi en su totalidad de forma mecanizadas.

En el Sacha, en el último ciclo de maíz sembrado a finales del 2020 se presentó epidemias de consideración, la cual se expresó con quemazón en la parte foliar, afectando el llenado de grano en la mazorca. Ante lo indicado en algunos lotes de maíz se colecto muestras de hojas afectadas y mediante siembra de tejidos enfermos se observó la presencia de patógenos como, complejo mancha de asfalto (*Phyllachora* sp.), y *Bipolaris* sp. causando tizón.

Problema

La protección de los cultivos contra el ataque de enfermedades es una preocupación constante del agricultor, en cultivos hortícola florales y frutales, de forma especial para aquellos cultivos que dan cosechas de valor. Esas afectaciones pueden ser ocasionadas por bacterias, hongos, nemátodos, virus y fitoplasmas, estos patógenos causan enfermedades que afectan los rendimientos (Reis, 2004, p.5).

El principal problema que tienen los productores en el campo con el cultivo de maíz son las enfermedades foliares, esto trae un desarrollo incompleto afectando la productividad, el control de estas es muy deficiente, por la falta de experiencia y desconocimiento por tal razón se considera conveniente la identificación de los patógenos presentes en los cultivos de maíz del cantón Joya de los Sachas.

Objetivos

Objetivo general

- Determinar la presencia de patógenos fúngicos que afectan a la parte foliares del cultivo de maíz (*Zea mays*) en el cantón la joya de los sachas provincia de Orellana.

Objetivos específicos

- Aislar *in vitro* los patógenos fúngicas causales de las enfermedades presentes en el cultivo maíz (*Zea mays*) en el cantón la joya de los sachas provincia de Orellana.
- Identificar los patógenos fúngicos responsables de las enfermedades foliares que afecten al cultivo maíz (*Zea mays*) en el cantón la joya de los sachas provincia de Orellana.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Generalidades

El origen del maíz se dio posiblemente a lo extenso del acantilado occidental de México a 500 km de dicha ciudad; entre 8 000 y 600 años A.C. además en ese mismo tiempo se dio en Guatemala (Wilkes and Goodman, 1995, p. 4).

Las tres teorías más apoyadas sobre el origen de esta especie mencionan que el cultivo de maíz de una planta silvestre, denominada teocintle. (Wilkes and Goodman, 1995, p. 6).

Antes de los años 80 la teoría más aceptada sobre el origen de esta planta era que provenía de un maíz silvestre como ancestro común, más tarde y en la actualidad la teoría más aceptada es que su progenitor es el teocintle. No existe una teoría sobre el origen del maíz que toda la comunidad científica acepte, habiendo aún muchas investigaciones sobre este tema (Castillo González, 2009, p. 20).

En Mesoamérica se da el origen del maíz precisamente en México (Acosta, 2009, p. 1), pero ciertos autores indican su origen en Asia y los Andes, Aproximadamente el maíz surge entre los años 8000 y 600 A.C. y hasta la actualidad se han encontrado 50 razas en México. Al maíz se lo considera monoico quiere decir que tiene flores masculinas y femeninas (hermafrodita) (Wyatt, 2016, p. 2).

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de ciclo corto de gran importancia a nivel mundial perteneciente a la familia de las Poaceas, este se caracteriza por ser una planta monoica; es decir que posee flores incompletas en donde sus aparatos reproductores femenino y masculino se encuentran separados en distintas inflorescencias, pero en el mismo pie (Sauthier y Castaño, 2004, p. 230).

Gran cantidad de tierras en el Ecuador son destinadas al sembrío del cultivo, en donde se lo encuentra en varias provincias como; Azuay, Pichincha, Loja, por otro lado, se presenta en menor cantidad en Chimborazo, Bolívar, Tungurahua e Imbabura (región sierra). Además, se siembra también en las provincias de la costa como Manabí, Esmeraldas y Guayas (Contreras García, 2017, p. 60).

1.2. Importancia del maíz en el Ecuador

El Ecuador no es el centro de origen de maíz, pero es un centro de diversidad de este cultivo. De acuerdo con los arqueólogos, se ha encontrado fitolitos de maíz con una antigüedad de más de seis mil años en los sitios Las Vegas y Real Alto, en la Provincia de Santa Elena, acompañados

con piedras de molienda de concha e instrumentos para sembrar y procesar el maíz (Bravo and León, 2013, p. 16).

En el año 1966, una misión científica internacional se sorprendió de constatar la inmensa biodiversidad de maíz en un país tan pequeño; señalaron que esto se debía a la geografía contrastante y a su historia, con fuerte influencia del norte y del sur del continente. En Ecuador se reconocen 29 razas (Canguil, Sabanero Ecuatoriano, Cuzco Ecuatoriano, Mishca, Complejo Mishca-Chillo, Complejo Mishca-Huandango, Complejo Mishca-Kcello, Patillo Ecuatoriano, Racimo de Uva, Kcello Ecuatoriano, Chillo, Chulpi Ecuatoriano, Huandango, Montaña Ecuatoriano, Morochón, Blanco Harinoso Dentado, Cónico Dentado, Uchima, Clavito, Tusilla, Gallina, Pojoso Chico Ecuatoriano, Candela, Maíz Cubano, Tuxpeño, Chococeño), seis de las cuales no están bien definidas (Blanco Blandito, Cholito Ecuatoriano, Yunga, Enano Gigante, Yunquillano, Yunqueño Ecuatoriano) (Timothy et al., 1966, p. 8).

El maíz es una de las especies más productivas y cultivadas desde la antigüedad, en el país este grano se viene cultivando desde hace siglos y es una importante fuente de ingreso para las familias ecuatorianas dedicadas a la agricultura, en el Ecuador el cultivo de maíz es considerado de gran importancia económica ya que se siembra en la costa, sierra y amazónica (Timothy et al., 1966, p. 7). El maíz, además de tener relevancia en la alimentación e industria también se constituye como una fuente importante de diversidad genética, es así que se han reconocido en el Ecuador 29 razas, de las cuales 17 están en la sierra ecuatoriana y 12 razas restantes se encuentran en la región litoral y la amazonia (Cárcamo, 2009, p. 2).

Para ello, se siembran distintas variedades de maíz según las zonas, en la serranía ecuatoriana, se siembran variedades como: el chaucho, huandango, mishca, chillos, blanco blandito, cuzco ecuatoriano y shima, mientras que en la Amazonía las variedades Tusilla y Zhubay; y en la Costa Ecuatoriana se siembran granos de maíz amarillo duro y blancos duros (Cárcamo, 2009, p. 3).

En el Ecuador se cultivan alrededor de 361.347 ha al año, siendo las provincias de los ríos y guayas en las que se siembran el mayor hectareaje (70% del total nacional), existiendo también producción marginal en las provincias de Manabí y Loja (Maridueña Guerrero, 2020, p. 60) en la región Amazónica en ese mismo año se sembraron 13.649 ha, obteniendo una producción de 1.66 Tm. (ESPAC, 2019, p. 15).

La importancia de esta cereal abarca más campos dentro del desarrollo de la población pues se aprovecha al máximo el material vegetal; así podemos mencionar que los tallos tiernos se los pueden chupar y cuando están secos se usan para forraje de ganado, construcción de chozas, combustible y abono. Además, las brácteas que cubren la mazorca son utilizadas en la elaboración de humitas y también se puede elaborar artesanías (Abarca 2014, p. 4).

1.3. Botánica del cultivo maíz

1.3.1. Raíz

La raíz del maíz muestra una estructura radicular compleja, las raíces se forman endógenamente. La raíz primaria y de las raíces escutelares aparecen durante la germinación. Las raíces escutelares son una parte importante para la captación inicial de agua, nutrientes y para el establecimiento de la plántula en el suelo. El sistema radicular post-embrionario está formado por raíces de corona o nodales y de raíces aéreas (Singh et al., 2010, p. 287).

1.3.2. Tallo

El tallo se compone de una caña maciza que puede tener alturas variables, posee nudos, sin ramificaciones laterales (Paliwal, 2001, p. 22).

1.3.3. Hojas

Son lineares, la lámina foliar propiamente dicha, salen de la parte superior de los nudos, presentan pubescencia, son de borde liso y terminan aguzadas, pudiendo alcanzar longitudes de más de 1 m (Paliwal, 2001, p. 125).

1.3.4. Inflorescencia

El maíz es de inflorescencia monoica esto quiere decir que es una planta hermafrodita tiene flores femeninas y masculinas por separadas, pero en la misma planta, las inflorescencias masculinas presentan una panícula o espiga la que posee una cantidad muy elevada de polen que puede alcanzar los 25 millones de granos de polen (Paliwal, 2001, p. 23).

1.3.5. Fases fenológicas del maíz

Las etapas fenológicas del cultivo son dos: Etapas vegetativas y etapas reproductivas.

Tabla 1-1: Fases fenológicas del cultivo de maíz

Etapas vegetativas	Etapas Reproductivas
VE (Emergencia)	R1 (Emergencia de estigmas)
V1 (Primera hoja)	R2 (Cuaje o Ampolla)

V2 (Segunda hoja)	R3 (Grano lechoso)
Vn (Enésima hoja)	R4 (Grano pastoso)
VT (Panojamiento)	R5 (Grano duro o dentado)
	R6 (madurez fisiológica)

Fuente: (Yzarra y López, 2000, p. 8).

Realizado por: Arguello V. 2021.

1.3.6. Exigencias del cultivo

La temperatura y la luminosidad influyen sobre el periodo vegetativo, temperaturas menores a 13 °C crean un limitado crecimiento el maíz y temperaturas mayores a 29 °C, producen marchitez debido a la poca absorción de agua (Deras Flores, 2020, p. 5).

Los requerimientos hídricos en el ciclo vegetativo van de los 600 hasta los 800 mm. El agua es importante en el periodo de germinación y la floración. En esta última etapa se presenta el máximo requerimiento de agua. Una deficiencia en el aporte de agua y nutrientes interferirá la liberación del polen, esto perjudicaría el resultado de la cosecha de forma irreversible. (Pandey et al., 1991, p. 103).

1.3.7. Requerimientos edafoclimáticos

El maíz requiere suelos fértiles, pero se adapta a una gran variedad de ellos; no obstante, son preferibles suelos de texturas medias, de buena fertilidad, bien drenados y sueltos con un pH entre 5,5 y 7. La profundidad de los suelos puede constituir un componente limitante; una capa compacta puede impedir la penetración de las raíces y producir trastornos nutritivos o fisiológicos que se revelaran en una disminución de la producción (Pandey et al., 1991, p. 104).

1.3.8. Ambiente

La expresión de las características fisicoquímicas del grano de maíz (*Zea mays* L.) es influenciada por el ambiente de cultivo y dependen de la interacción genotipo - ambiente, por lo que el manejo de las prácticas agrícolas ha permitido mejorar las características del grano. (Zepeda-Bautista et al., 2009, p. 695).

1.4. Generalidades micológicas

1.4.1. Hongos

Los hongos pertenecen al reino fungí, estos organismos eucarióticos pueden ser parásitos, saprofitos o patógenos, consiguen nutrientes por medio de la absorción de material orgánico (Eyhérbide, 2012, p. 2). Se conceptúa como hongos (del latín fungos), que según las especies se reproducen sexual o asexualmente y son polimorfos. Estos organismos, considerados inferiores, para sobrevivir necesitan de sustrato orgánico, vivo (parasitismo y simbiosis) o muerto (saprofitismo) (Ordóñez, 2004, p. 16).

Los hongos están constituidos por hifas, cada una de las estructuras producidas por un hongo varían en tamaño, algunos poseen estructuras especializadas que están asociadas con la etapa reproductiva sexual (teleomorfo) o asexual (anamorfo) (Eyhérbide, 2012, p. 2).

1.4.2. Morfología

La unidad estructural es la hifa puede o no presentar tabiques; estas modificaciones forman los conidióforos quienes a su vez originan las esporas o estructuras de reproducción asexual. Algunos producen el signo denominado moho; que se dejan ver como masas pulverulentas de diferentes colores sobre los hospederos. (Ordóñez, 2004, p. 17).

1.4.3. Reproducción

Se ha determinado que existe reproducción: asexual vegetativa por hifas o trozos de micelio, capaces de reproducir todo el hongo; como también por medio de células especializadas denominadas esporas. La reproducción sexual, que originan cigotas que pueden dar lugar a determinado tipo de esporas; lo realizan los menos evolucionados y se da por copulación de dos células iguales (isogametos), llamándose isogamia, o por dos desiguales (heterogametos), o heterogamia. Los más evolucionados dan lugar a células especiales, denominadas ascosporas y basidiosporas (Roncal, 1993, p. 11).

1.4.4. Ecología y diseminación

Los hongos están ampliamente adaptados para sobrevivir en el aire, el suelo y el agua. Más de 10 000 especies son patógenos de plantas y de los animales (Wiese and Galain, 1986, p. 35). Desde el punto de vista epidemiológico, los hongos están adaptados para dispersarse ampliamente. Las

esporas son más o menos resistentes a desecaciones y radiaciones. Los hongos tienen características sobresalientes como: crecimiento rápido, reproducción explosiva, fácil dispersión y alta capacidad de supervivencia a través de sus estructuras de resistencia; debido a esto sus efectos destructores sobre los cultivos han resultado en muchos casos catastróficos (Manners y Guzmán Ortiz, 1986, p. 83).

1.4.5. Hábitat de los hongos

La temperatura ideal para crecer y fructificar, fluctúan entre los 20 y 30 °C (Roncal, 1993, p.8), habiendo un límite máximo entre 40 y 45 °C., la mayor parte de los hongos no crecen en temperaturas inferiores a 5 °C., hay hongos como *Aspergillus flavus*, *A. candidus* y *A. fumigatus* que pueden cumplir su ciclo sin problemas hasta los 55 °C, otros como el *Penicillium expansum* y el *P. cyclopium* que son capaces de crecer a 0 °C (Gimeno, 2002, p. 40).

Los hongos toleran un intervalo de pH (2,5 -7,5), resistiendo mejor al medio ácido que el alcalino; no son exigentes desde el punto de vista nutricional, se nutren de los micro y macroelementos existentes en el sustrato donde se desarrollan (Gimeno, 2002, p. 40).

1.4.6. Intensidad de las fitoenfermedades

Es la magnitud del daño que produce un organismo patógeno en el hospedero. Los datos de las estimaciones individuales se deben relacionar a la superficie del cultivo, para poder precisar la acción de estos organismos y la repercusión causan en el rendimiento (Roncal, 2004, p. 7).

1.4.7. Incidencia

Corresponde a determinar el número de plantas enfermas, en un área de cultivo. Los datos se obtienen, localizando puntos estratégicos de evaluación; en extensiones uniformes se evalúan las esquinas y el centro, en otras se sigue el muestreo en zigzag o al azar, se expresa en porcentaje, se obtiene dividiendo el número de plantas enfermas entre el número total de plantas evaluadas multiplicado por cien (Roncal, 2004, p. 7).

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{número de plantas enfermas}}{\text{número total de plantas evaluadas}} \times 100$$

1.4.8. Severidad

Es el nivel de la afectación causada por un patógeno, esta afectación puede ser causada en cualquier órgano de la planta ya sean esto frutos, tallos, hojas o raíces que se encuentren afectados por dicha enfermedad. La severidad se calcula utilizando diferentes escalas de evaluación,

dispuestas por diversos autores donde se utiliza teniendo, la edad de la planta, los órganos afectados, periodo vegetativo, y otras permitan precisar la magnitud del daño en base a grados de evaluación. Se puede proponer escalas con diferentes grados de evaluación, que desde el grado cero a grado cien (Roncal, 2004, p. 9).

1.4.9. Patógenos

Es un organismo que causa o produce una enfermedad estos pueden ser plantas parásitas, nematodos, viroides, virus, bacterias y hongos (Eyhérbide, 2012, p. 3).

1.4.10. Síntoma y signo

Son las alteraciones causadas por agentes infecciosos, síntoma es la reacción visible producida por el ataque del patógeno, esto nos ayuda a diagnosticar el tipo de patógeno que se encuentra implicado. Signo es todo lo que ocurre en el interior del huésped, es la manifestación del patógeno al combinarse el síntoma y signo, se tiene los indicios para un posible diagnóstico de la enfermedad (Eyhérbide, 2012, p. 3).

1.4.11. Concepto de enfermedad

La enfermedad es producida por una alteración ocasionada por un patógeno, el cual afecta el buen desarrollo fisiológico de la planta, estas alteraciones producen pérdidas tanto en el rendimiento como en la calidad comercial. (Eyhérbide, 2012, p. 3).

1.4.12. Enfermedades causadas por hongos fitopatógenos

Según (Agrios, 2005, p. 79; Eyhérbide, 2012, p. 2). Existen 8000 especies de hongos patógenos de plantas los hongos fitopatógenos son causantes de enfermedades de pre y postcosecha en los cultivos de hortalizas, cereales y frutas, a nivel mundial, siendo estos responsables de cuantiosas pérdidas económicas.

Los hongos patógenos pueden sobrevivir en diferentes ambientes dependiendo de las condiciones que estas tengan, existen hongos denominados parásitos obligados, estos requieren de tejido vivo, para completar su ciclo de vida (Eyhérbide, 2012, p. 3; Shurtleff, 1980, p. 300).

1.5. Hongos patógenos que atacan al cultivo de maíz

1.5.1. Tizón foliar del maíz

De distribución universal se presenta cuando existen condiciones ambientales como alta humedad relativa y temperaturas bajas. Es ocasionado por el hongo *Exserohilum turcicum*, este hongo ocasiona la enfermedad conocida como tizón foliar del maíz, puede provocar pérdidas de rendimiento del 70 a 100%. El tizón de la hoja causa daños devastadores en la mayoría de variedades e híbridos comerciales de maíz liberadas (Tilahun et al., 2012, p. 193).

Septosphaeria turcica es su estado perfecto es en la fase asexual, morfológicamente tiene conidias curvas, con 3-9 septos, donde se distingue un hilum bastante desarrollado. La fase sexual se la ha logrado en condiciones de laboratorio creciendo en medios de cultivo adecuados (De León, 1997, p. 139).

1.5.1.1. Ciclo de vida

Sobrevive sobre los residuos de hojas, las esporas se producen cuando las condiciones ambientales se vuelven favorables, las esporas se transportan a largas distancias por ayuda del viento donde llegan a un nuevo cultivo, donde se produce la nueva infección primaria y así el hongo continuo su ciclo (Dupont Pioneer, 2005., p. 2).

1.5.1.2. Síntomas

Las lesiones tempranas son verdes griseases y elípticas. Estas comienzan a aparecer 1 a 2 semanas después de la infección. En una reacción susceptible, la esporulación del hongo comenzaría dentro de los primeros días. Cuando la enfermedad está completamente desarrollada, los síntomas de la afectación del patógeno se reflejan en el área foliar causando manchas, ovaladas, puntiagudas, de un color pardo a cenizo, estas manchas pueden llegar a medir 25 cm de longitud y unos 0,3 a 1,5 cm de ancho (Dupont Pioneer, 2005.; Formento, 2010, p. 5).

Las lesiones en forma de “habano”, la hacen una de las enfermedades más fáciles de identificar. Cuando varias lesiones convergen el cultivo se ve gris y quemado. La infección puede ocurrir en cualquier estado de crecimiento. El desarrollo de lesiones tempranas provoca la mayor reducción de área foliar y causa el mayor daño. En ataques graves las plantas se marchitan, y se mueren. (Dupont Pioneer, 2005., p. 2; Formento, 2010, p. 5).

1.5.2. Mancha foliar gris

Es causada por el complejo del hongo del género *Cercospora* spp., es una enfermedad que reduce el rendimiento de grano del maíz, probablemente sea la enfermedad foliar más ampliamente distribuida del cultivo. En cultivares susceptibles causa severos daños foliares, pero su impacto económico es difícil de estimar, porque la epidemia usualmente ocurre cuando se aproxima el tiempo para la madurez del cultivo (Ward et al., 1999, p. 884; Westcott, 1960, p. 356).

Conidias ligeramente curvas, con 6-10 septas, el hongo puede presentarse atacando tejidos foliares, en las vainas y en las brácteas que cubren las mazorcas. (De León, 1997, p. 140).

1.5.2.1. Ciclo de vida

El patógeno persiste en residuos infectados del hospedero y posiblemente otras gramíneas. Un medio ambiente cálido y húmedo conllevan al desarrollo de la enfermedad, así como a su diseminación. Las conidias son el inóculo inicial y secundario, las que son diseminadas por el viento y la lluvia hacia las hojas de las plantas hospederas susceptibles (Castaño y del Río, 1994, p. 255).

1.5.2.2. Síntoma

El síntoma inicial de la mancha gris de la hoja son pequeñas manchas rojas sobre las hojas. Las manchas se agrandan para formar lesiones rectangulares (de 2 a 5 mm x 5 a 15 mm) delimitadas por las venaciones. Las lesiones pueden estar aisladas o coalescer en forma de franjas longitudinales o manchas irregulares y posiblemente cause la muerte de la hoja (Castaño and del Río, 1994, p. 56).

Dependiendo de la pigmentación del hospedero las lesiones pueden ser encendidas a roja – oscura, púrpura o café claro con reacción canela. Bajo ataques severos puede ser afectada la parte superior del tallo y cogollo. La esporulación ocurre en ambas superficies de la lesión, pero es más predominante en la superficie inferior. La lesión esporulando en la hoja da un matiz grisáceo del cual se deriva el nombre de la enfermedad (Castaño and del Río, 1994, p. 56).

1.5.3. Antracnosis maíz

Colletotrichum graminícola es el agente causal de la antracnosis del maíz, una de las enfermedades más devastadoras a nivel mundial que sufre este cultivo de enorme interés agroalimentario. Tiene un gran potencial para dañar ecosistemas agrícolas y se estima que

provoca anualmente pérdidas económicas por valor de más de mil millones de dólares únicamente en Estados Unidos (Kamenidou et al., 2013, p. 197).

prevalecer ampliamente bajo condiciones calientes y húmedas en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales en el mundo. La antracnosis aparece en todas las partes áreas de la planta. La fase foliar de antracnosis es la más común en la mayoría de las regiones, y en severas epidemias, puede causar reducción en el rendimiento del grano del 50% o más (Castaño and del Rio, 1994, p. 57).

1.5.3.1. Ciclo de vida

Este ciclo de vida se caracteriza por fases temporales bien diferenciadas:

Hibernación y fuentes de inóculo primario

Colletotrichum graminicola puede pasar el invierno en el suelo entre residuos vegetales en descomposición en forma de micelio, acérvulos, hipopodios melanizados, esclerocios y microesclerocios (Bergstrom y Nicholson, 1999, p. 596), su supervivencia depende de las condiciones climatológicas y la microbiota del entorno.

Diseminación

La transmisión de una planta a otra se da a través de conidios asexuales de forma falcada, y este proceso depende principalmente de las salpicaduras de las gotas de lluvia y las ráfagas de viento. Los acérvulos se forman a partir de tejido vegetal necrótico produciendo numerosos conidios falcados que sirven también como fuente de inóculo secundario (Bergstrom y Nicholson, 1999, p. 130).

Unión y penetración en el hospedador

Gracias a que los conidios poseen una matriz extracelular compuesta por manosa y glicoproteínas, se adhieren a la superficie rígida e hidrofóbica del huésped y comienzan a germinar. Poco después se forma el tubo germinativo que desarrolla el apresorio necesario para la penetración, aunque *C. graminicola* también puede colonizar y penetrar en la planta a través de heridas preformadas en el tallo (Bergstrom y Nicholson, 1999, p. 240).

Colonización sistémica de hojas y tallo

El inóculo secundario comienza a desarrollarse en las hojas y los conidios pasan de hoja a hoja por las salpicaduras de lluvia, haciéndolas más susceptibles a la infección. La antracnosis puede afectar a toda la planta, pero los síntomas son especialmente visibles en las hojas en forma de manchas necróticas (Bergstrom and Nicholson, 1999, p. 4).

1.5.3.2. Síntoma

Fase foliar: La fase foliar de antracnosis podría ocurrir durante cualquier estado de desarrollo de la planta, pero comúnmente aparece de 30 – 40 días después de la emergencia sobre las hojas de cultivares susceptibles durante el estado de crecimiento 4.0 o más tarde (Bergstrom and Nicholson, 1999, p. 4).

Los síntomas en sorgo varían con el cultivar y a las condiciones de tiempo prevaleciente. Los síntomas típicos son manchas pequeñas, circulares elípticas y elongadas, usualmente con un diámetro de 5 mm o menos. Las manchas elípticas son generalmente de 3 a 5 mm de longitud, pero podrían superar los 20 mm. Estas manchas desarrollan centros grises a pajizos con márgenes anchos de color canela, naranja, o rojo a púrpura negruzco, dependiendo del cultivar y población del patógeno (Bergstrom and Nicholson, 1999, p. 5).

Bajo condiciones de alta humedad y altos niveles de precipitación, las manchas incrementan en número y coalescen para cubrir una gran parte de la hoja y podrían presentar manchas. Sobre la superficie de los centros canela de las lesiones, surgen de pocos a numerosos, pequeños puntos circulares concéntricos de color negro; esos puntos son los cuerpos fructíferos (acérvulos) del hongo. El examen de las lesiones con una lupa revela pequeñas estructuras protuberantes parecidas (Smith and White, 1988, p. 687).

1.5.4. Complejo mancha de asfalto

El complejo mancha de asfalto lo conforman tres microorganismos *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae* (Varón y Sarria, 2007, p. 63).

Ocurre en zonas frescas y húmedas, con las temperaturas bajas entre 17 y 22 grados, una humedad relativa del 75 % o más.

El rocío durante la noche y en la mañana facilita el establecimiento de los hongos que conforman este complejo, (Varón de Agudelo and Sarria Villa, 2007a, p. 87).

1.5.4.1. Ciclo de vida

P. maydis, se propaga por el viento y condiciones ambientales propicios, estos patógenos actúan en sinergia uno con otro causando el síndrome complejo mancha de asfalto (Rodríguez, 2018, p. 8).

1.5.4.2. Síntoma

Los síntomas son pequeños lunares negros ligeramente elevados, que se esparcen por toda la lámina foliar y puede diseminarse rápidamente a las hojas superiores, también a otras plantas, causando necrosis de color pajizo (De León, 1997, p. 102).

1.6. Medios artificiales para el cultivo de microorganismos

1.6.1. Medios de cultivo

El medio de cultivo es una preparación es una sustancia, solución, sólida o líquida que se emplea para cultivar, transportar y almacenar microorganismos, mientras que el cultivo es el producto del crecimiento de un organismo. Los medios de cultivo en micología deben contener nutrientes suficientes para asegurar el desarrollo y reproducción de los hongos (Carbono, nitrógeno, vitaminas, oligoelementos) y un pH ligeramente ácido (6 – 6.3) para proporcionar su crecimiento e inhibir al mismo tiempo el desarrollo de otros, microorganismos. Se pueden añadir antibióticos para inhibir el crecimiento de bacterias saprofitas que suelen contaminar las muestras (Ames, 2004, p. 19).

1.6.2. Clasificación de medios de cultivo

Según Echandi, (1967) los medios de cultivo pueden dividirse en:

1.6.2.1. Medios líquidos

Usualmente se denominan caldos ya que contienen los nutrientes disueltos en agua. Permiten obtener suspensiones con un elevado número de microorganismos.

1.6.2.2. Medios sólidos.

Se preparan agregándoles agar-agar a los medios líquidos. El agar - agar: Es un polímero de azúcares obtenido de algas marinas.

1.6.3. Material Genético de maíz que se siembra en la Amazonia

1.6.3.1. Híbrido

Son los logrados mediante el cruzamiento controlado, un híbrido es la primera generación F1 de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes. el híbrido F1 es usado para la producción comercial, estos genotipos deben mostrar un razonable alto grado de heterosis para que la siembra y su producción sean económicamente viables (Paliwal, 2001, p. 389).

Heterosis es la preponderancia referente de los cruzamientos de los materiales usados como progenitores, estos poseen ciertas propiedades una de las principales son altos rendimientos y tolerancia a enfermedades, habitualmente se producen varios tipos de híbrido en los programas de mejoramiento para adoptar diferentes caracteres favorecedores en los distintos genotipos (Eyhéabide, 2012, p. 6).

1.6.3.2. Ventajas y desventajas

Las ventajas son una mayor producción de grano, buena altura de planta y maduración uniforme, estos híbridos poseen, mayor sanidad de mazorca y grano, con un buen desarrollo inicial y efecto bisagra (Eyhéabide, 2012, p. 5).

1.6.4. Criollos

Se adapta desde los 90 hasta los 1500 m.s.n.m., produce mazorcas pequeñas, flexibles, delgadas, granos pequeños y redondeados, color amarillo con hileras rectas, granos salientes, tusas escuálidas y blancas. Plantas altas con aspecto haraposo, con hojas largas, delgadas, rígidas y tallos delgados (Segura and Andrade, 2011, p. 40).

1.6.4.1. Ventajas y desventajas

Son baratos, pues salen de las mismas cosechas o las podemos intercambiar con familias amigas, Están adaptadas al terreno, pues crecen y se fortalecen en el mismo sitio. Son naturales y no dañan el medio ambiente, al no necesitar tantos pesticidas, toleran las sequías, dan cosechas abundantes y se enferman menos (Gómez, 2006, p. 5).

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLOGICO

2.1. Características del lugar

2.1.1. Localización del estudio

La investigación se realizó en la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.

2.1.2. Ubicación Geográfica

Tabla 1-2: Coordenadas del lugar de estudio

Lugar	Parroquia San Carlos Joya de los Sachas
Coordenadas	UTM
Datum	WGS84
Zona	17S.
X	291016
Y	9960310
Altura	280 msnm

Fuente: INIAP.

Realizado por: Arguello V. 2021.

2.1.3. Clasificación ecológica

Según la clasificación de Höldrige, (1982), la Amazonia se encuentra dentro zona húmeda del trópico.

2.1.4. Materiales

Tabla 2-2: Lista de materiales utilizados en el estudio

Materiales	Materiales de campo	Físicos	Botas de caucho, Mascarilla, Fundas de plástico Esferos y marcadores
		Físicos	Cubre y porta objetos, Tubos de ensayo Matraces Cajas Petri, Mandil, Sacabocados de 5 mm, Pinzas, espátula, Mechero de alcohol, Algodón hidrófilo Papel aluminio, Guantes de nitrilo

	Materiales de laboratorio	Químicos	Cloruro de sodio 10% Solución Alcohol 70 y 90 % Papa dextrosa agar Ácido láctico y Cloranfenicol
Equipo	Equipo de laboratorio		Estereomicroscopio y Microscopio, Cámara de flujo laminar, Autoclave y estufa, Destilador y Balanza analítica, Cámara de microscopio
	Equipo Escritorio		Computadora, Impresora, Cámara de celular Memoria USB

Realizado por: Arguello V. 2021.

2.2. Metodología

2.2.1. Método observacional

El análisis de la investigación y la recolección de datos se efectuó tanto en campo como laboratorio. Para la realización y procesamiento de datos se utilizó estadística descriptiva, mediante gráficos estadísticos con la ayuda del paquete informático Microsoft Office Excel.

2.2.2. Factores de estudio

Cultivos de maíz

2.2.3. Características del campo experimental

La investigación se realizó en el laboratorio e invernadero de Protección Vegetal de la Estación Experimental Central de la Amazonía del INIAP, ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, Provincia de Orellana.

2.2.4. Variables evaluadas

2.2.4.1. Variable dependiente

Se consideró variables dependientes a los géneros de hongos obtenidos de los muestreos realizados

2.2.4.2. Variable independiente

Cultivo de maíz.

2.2.4.3. Incidencia

Esta variable fue tomada de la base de datos que se obtuvo según el muestreo de cada campo cultivado por la gramínea en estudio, haciendo una simple regla de tres.

$$I (\%) = (n/N) * 100$$

- I = Incidencia
- n= Cantidad de muestras colectada con presencia de cada patógeno
- N=Total de muestras colectadas

2.2.4.4. Descripción cualitativa de cada patógeno

La descripción cualitativa se la realizó en base a la metodología descrita por (Sinclair and Dhingra, 2017, p. 80)(Barnett and Hunter, 1998, p. 60), mediante el uso de claves dicotómicas.

2.2.5. Manejo del ensayo

2.2.5.1. Muestreo

Para la toma de muestras se recorrió la zona agrícola del cantón Joya de los sachas, para esto se seleccionó parcelas con superficies menores de 2 ha, debido a que los pequeños agricultores realizan mínimas aplicaciones de fungicidas al cultivo, el muestreo consistió en coleccionar 5 hojas sintomáticas (enfermas) de cada uno de los sitios visitados. El muestreo se llevó a cabo en forma dirigida en plantas con lesiones foliares (Pereyda et al., 2009, p.546), las muestras se depositaron en bolsas de polietileno y fueron llevadas cuidadosamente al laboratorio de protección vegetal del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Los sitios muestreados se referenciaron con Geoposicionador Satelital (Garmin), con los siguientes datos: número de colecta, fecha de colecta, y localización geográfica (Pereyda-Hernández et al., 2009a, p. 7).

2.2.6. Selección y desinfección

Utilizando la metodología descrita por (Castaño-Zapata and del Rio Mendoza, 1994, p. 80). Se seleccionó el material vegetal en condiciones totalmente asépticas y bajo una cámara de flujo laminar se realizó recortes de piezas de aproximadamente 0.5 cm² de cada hoja (parte sintomática) se

desinfecto en condiciones asépticas, por un 1 min en una solución de hipoclorito de sodio al 3 %, para retirar el exceso de cloro se realizó tres lavados en agua destilada estéril y se secó en papel absorbente esterilizado.

2.2.7. Aislamientos

Los autores (Leslie and Summerell, 2008, p. 56), indican que, para inducir la esporulación en tejido foliar enfermo, se realizaron cámaras húmedas, para así poder aislar los patógenos presentes. Una vez que se tiene seleccionado y desinfectado el tejido enfermo a trabajar, este se colocó en cajas Petri, estériles y papel filtro humedecido con agua destilada estéril. Las muestras se incubaron de 5 a 10 días a temperaturas ambiente, cada caja Petri se identificó con la fecha de siembra y número de muestreo.

2.2.8. Selección y repique de inóculos

Mediante la utilización de la metodología descrita por (Sinclair and Dhingra, 2017, p.70), Se seleccionó los crecimientos de colonias presentes en las cajas Petri, los que se separaron mediante un asa, este procedimiento se repitió las veces posible hasta que se tenga una colonia fúngica pura, cuando se tubo colonias puras estas se sembraron por triplicado y se incubaron durante dos semanas a temperatura ambiente (Sinclair and Dhingra, 2017, p.71).

2.2.9. Identificación morfológica

La caracterización morfológica se realizó en base a las observaciones microscópicas, la morfología de la colonia y estructuras de reproducción asexual (conidios y conidióforos). Se identificaron utilizando las claves dicotómicas de géneros imperfectos. (Barnett and Hunter, 1998, p. 90).

2.2.10. Observación microscópica

Para realizar las observaciones se preparó una solución de lactofenol y azul de metileno, una gota de esta se colocó en un portaobjetos y mediante un asa se tomó una porción del aislado, este se extendió sobre la porta objeto, en el mismo se colocó un cubre objeto y se procedió a la observación en el microscopio (López et al., 2014, p. 19).

2.2.11. Preparación de medios de cultivo

Para la preparación del medio Papa Dextrosa Agar (PDA), se pesó los ingredientes y se colocó en un recipiente grande, que puede ser un vaso de precipitación, y se les agregó el agua; esta solución se envasó en un Erlenmeyer (1000 ml). El frasco con el medio de cultivo PDA se esterilizó en autoclave a una temperatura de 121 °C por 20 minutos. (López et al., 2014, p. 10).

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Identificación de las enfermedades presentes en el cultivo de maíz

De las 20 fincas maiceras muestreadas con una superficie menor a 2 ha, se obtuvieron un total de 97 muestras. De estas muestras se logró aislar 6 géneros hongos entre patógenos, saprofitos y descomponedores de materia. A continuación, se describe el género y porcentaje de presencia de cada uno de los aislados. *Exserohilum* 37.1 %, *Colletotrichum* 27.8 %, *Nigrospora* 8.2 %, *Oidiodendron* 2.1 %, sin identificación 5.2 %, *Fusarium* 4.1 %, *Curvularia* 15.5 %.

Para la realización y procesamiento de datos se utilizó la siguiente fórmula $I (\%) = (n/N) * 100$ con la ayuda del paquete informático Microsoft Office Excel.

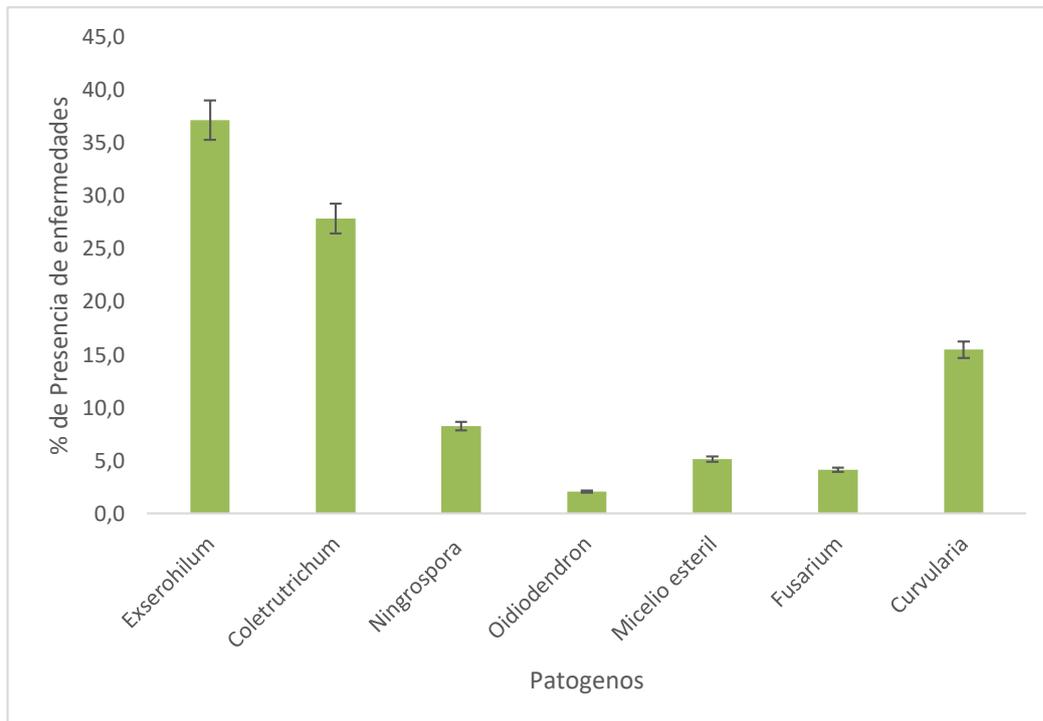


Gráfico 1-3. Porcentaje de presencia de enfermedades.

Realizado por: Arguello V. 2021.

Cuando se realizó el muestreo se encontró sintomatología del complejo mancha de asfalto que es producida por el ataque de 3 hongos que interactúan uno con otro, los patógenos responsables del complejo mancha de asfalto son los siguientes: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*, estos son patógenos obligados lo que quiere decir que no se los puede aislar en medios sintéticos (Hock et al., 1989, p. 10).

3.2. Caracterización morfológica de los aislados obtenidos

3.2.1. *Exserohilum* sp.

El patógeno aislado se cultivó en placas de Petri con PDA (Agar-Patata-Dextrosa) durante 10 días tiempo en que completaron el llenado de las placas, las colonias presentaron una morfología similar. las colonias obtenidas mostraron una consistencia compacta, de crecimiento circular con una pigmentación gris a marrón negruzco con un reverso de color negro oliváceo, con conidios curvos, alargados de 5 a 9 septos coincidiendo con la descripción de (Macagno, 2015, p. 8).



Figura 1-3. Estructuras reproductivas de *Exserohilum* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.2.2. *Colletotrichum* sp.

Los aislados se replicaron en placas de Petri con PDA (Agar-Patata-Dextrosa) durante 8-10 día. Las colonias fueron de forma algodonosa, color gris claro, y oscuros. Presentaron dos tipos de conidias, unas con formas ahusadas con ambos extremos agudos y conidias hialinas en forma de bala, acérvulos simples o en grupos emergidos de la superficie con septas inconspicuas, concertando con (Botta and Gonzalez, 2012, p. 5), el cual describe al género *Colletotrichum* con estas características.



Figura 2-3. Estructuras reproductivas de aislados de *Colletotrichum* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.2.3. *Nigrospora* sp.

Las cepas se multiplicaron en placas de Petri con PDA (Agar-Patata-Dextrosa) durante 8-10 días, las colonias presentaron micelio algodonoso, velloso, de borde irregulares, superficie rugosa de color gris oscuro en el anverso y negro en el reverso. Conidias oscuras a negras, redondeadas-globosas unicelulares, conidióforos cortos, sobre todo simple, coincidiendo con (Campos, 2008., p. 4).

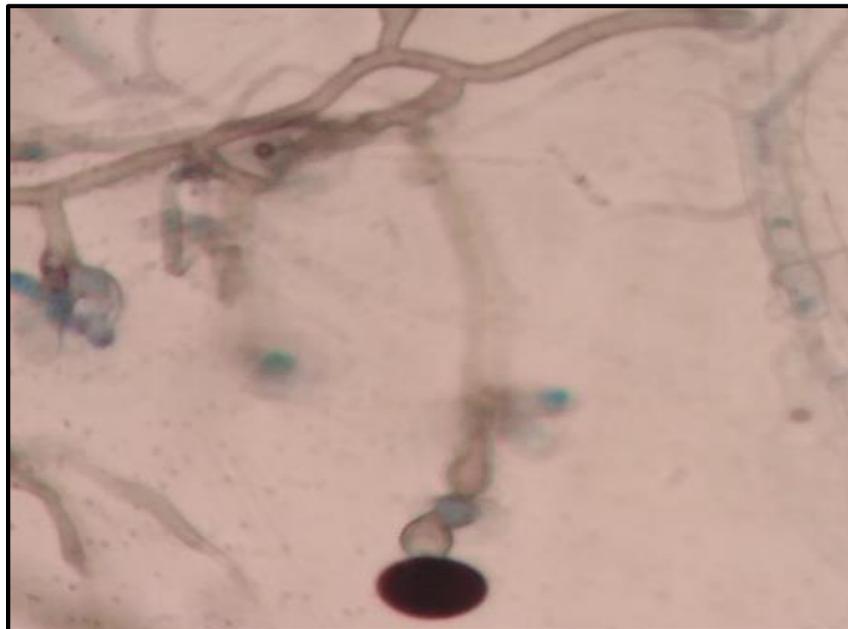


Figura 3-3. Estructuras reproductivas de *Nigrospora* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.2.4. *Curvularia* sp.

Los aislados se cultivaron en placas de Petri con PDA (Agar-Patata-Dextrosa) durante 8 días. Las colonias presentaron una morfología similar color marrón a marrón negruzco con un revés negro. Conidios color marrón pálido, rectos, cilíndricos o ligeramente curvados, cafés, multicelulares, simples o ramificados, estas características concuerdan con las reportadas por (Manamgoda et al., 2012, p. 131), en su trabajo “Una reevaluación filogenética y taxonómica del complejo *Bipolaris-Cochliobolus-Curvularia*”



Figura 4-3. Estructuras reproductivas de aislados de *Curvularia* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.2.5. *Fusarium* sp.

Las cepas de los hongos se cultivaron en placas de Petri con PDA (Agar-Patata-Dextrosa) durante 10 días. Las colonias presentaron micelio aéreo algodonoso y superficial, color blanco con una tonalidad púrpura. En el envés de la colonia se presentó una acentuada variación de color entre blanco, púrpura o violáceo, *Micelio* septado, *microconidios* hialino, abundantes, unicelulares, ovoides, producidos en *conidióforos* individuales o en pares y largos; *macroconidios* en forma de canoa o media luna, concordando con (Leslie and Summerell, 2008, p.45).

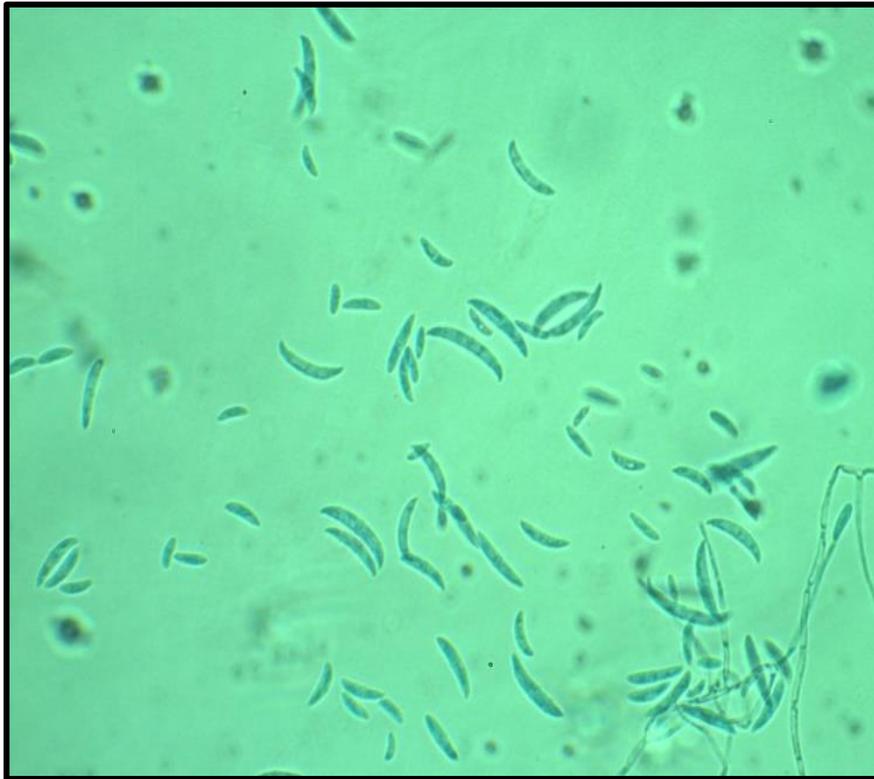


Figura 5-3. Estructuras reproductivas de aislados de *Fusarium* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.3. Caracterización de los síntomas observados en campo

3.3.1. *Exserohilum* sp.

Las muestras de campo analizadas donde se observaba manchas oblongas, de color pajizo que se extendían a lo largo de la nervadura correspondía a la sintomatología de *Exserohilum* sp, concordando con (Formento, 2018, p. 5). Los síntomas se inician en las hojas más viejas y avanzan hacia la parte superior de la planta (De Rossi, 2020, p. 3).

Según White, (2004), *Exserohilum* sp es responsable de la enfermedad conocida como Tizón del Maíz, es una de las enfermedades más importantes en maíz, que en infecciones severas, aumenta el número de lesiones por hoja y se secan llevando a la planta a una muerte prematura (De Rossi, 2020, p. 3).



Figura 6-3. Síntoma de *Exserohyllum* sp en la lámina foliar

Realizado por: Arguello V. 2021

3.3.2. *Colletotrichum* sp

En los muestreos realizados se observó lesiones circulares o elípticas y en ciertas ocasiones se unían y aumentaban de tamaño cubriendo la mayor parte de la lámina foliar, estos mismos síntomas los describe (Botta and González, 2012, p. 3), el cual hace referencia al hongo *Colletotrichum* sp., el mismo que puede afectar hojas, tallos y panojas, e indica que las lesiones pueden ser redondeadas o alargadas y con bordes rojizos, e incluso coalescer cubriéndola casi en su totalidad.



Figura 7-3. Síntoma de *Colletotrichum* sp en la lámina foliar

Realizado por: Arguello V. 2021

3.3.3. *Curvularia* sp.

En las diferentes muestras de campo analizadas se determinó la siguiente sintomatología en las láminas foliares. Lesiones o manchas de color marrón claro, redondas a ovaladas con márgenes de color marrón rojizo, seguido de un halo cloróticos de apariencia aceitosa, a este síntoma (Varón de Agudelo y Sarria Villa, 2007, p. 82), describen que es ocasionado por el patógeno *Curvularia* sp., el cual se manifiesta con manchas cloróticas pequeñas rodeada de un borde rojizo y En el centro de cada lesión se observa un punto pardo.



Figura 8-3. Daño en la hoja foliar causado por *Curvularia* sp.

Realizado por: Arguello V. 2021

3.3.4. Complejo mancha de asfalto

En los recorridos realizados para la toma de muestra se observó la siguiente sintomatología en el área foliar: pequeños puntos negros brillosos circulares ligeramente elevados en toda la lámina foliar. Estos puntos negros estaban rodeados de un halo color pajizo, esta sintomatología concuerdan con las reportadas por (Hock et al., 1989, p. 8).

Según (Müller and Samuels, 1984, p. 113), la mancha de asfalto del maíz es producida por la interacción de un complejo de tres hongos.

Phyllachora maydis es un parásito obligado que necesita de huésped vivo para desarrollarse y que no subsiste en tejido muerto (rastrojo). Mientras *Monographella maydi* puede sobrevivir tres meses o más en tejido muerto, pero necesita de la presencia de *P. maydis* para causar daño (Pereyda-Hernández et al., 2009b, p. 511).



Figura 9-3. Daño foliar causado por complejo mancha de asfalto

Realizado por: Arguello V. 2021

CONCLUSIONES

Con base en los resultados se concluye:

- Los cultivos de maíz del Cantón Joya de los Sachas provincia de Orellana, están siendo atacados por varios patógenos que están causando un complejo, este complejo es el responsable de los bajos rendimientos en los cultivos.
- En la presente investigación se aislaron de la parte foliar a géneros como; Exserohilum, Colletotrichum, Curvularia, Fusarium y Nigrospora, estos hongos se identificaron mediante el uso de claves dicotómicas, con esta identificación ya se podrá hacer controles direccionados a los patógenos encontrados.
- Los patógeno de mayor frecuencia e incidencia en el cultivo de maíz aislados de la parte foliar con afectaciones se determinó que pertenecen a los géneros Exserohilum, Colletotrichum y Curvularia, estos microorganismos han sido identificados en todos los sitios donde se cultivan maíz, y son responsables de causar cuantiosas pérdidas económicas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar:

- Los postulados de Koch para determinar la patogenicidad de cada organismo encontrado en este estudio.
- Realizar la caracterización morfológica y molecular de los hongos encontrados en este trabajo de investigación.
- Repetir el mismo trabajo en diferentes épocas del año para determinar la influencia en la incidencia en el rendimiento.

GLOSARIO

- Claves dicotómicas:** Es una herramienta que permite identificar a los organismos. Hay claves para determinar animales, plantas, hongos, Bacterias.
- Complejo:** Un término que indica un conjunto que totaliza, engloba o abarca una serie de partes individuales.
- Endógenamente:** Endógeno hace referencia a algo que se origina o nace en el interior, o que se origina en virtud de causas internas.
- Fitolitos:** Una biomineralización de origen vegetal. Es la precipitación de un mineral resultante del metabolismo de un organismo vivo, es decir, de su actividad celular.
- Hilum:** Es la fisura o depresión cóncava en la superficie de un órgano, que señala el punto de entrada y salida.
- Patógenos:** También llamado agente patógeno, agente biológico patógeno o comúnmente conocido como germen, es cualquier microorganismo capaz de producir alguna enfermedad o daño en un huésped, sea animal o vegetal.
- Teocintle:** Es una especie y su subespecie del género *Zea* L. 1753, hallada en México, Guatemala y Nicaragua. Como se esperaba, el teosinte guarda fuertes semejanzas con el maíz, notablemente su morfología de espigas hembra.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, R., 2009. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. Cultivos tropicales 30, 00–00.

AGRIOS, G., 2005. Plant pathology 5th Edition: Elsevier Academic Press. Burlington, Ma. USA 79–103.

AMES DE ICOCHEA, T., 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. International Potato Center.

BARNETT, H.L., HUNTER, B.B., 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. American Phytopathological Society (APS Press).

BERGSTROM, G.C., NICHOLSON, R.L., 1999. The biology of corn anthracnose: knowledge to exploit for improved management. Plant disease 83, 596–608.

BOTTA, G.L., GONZALEZ, M., 2012. Enfermedades fúngicas, bacterianas y abióticas del maíz.

BRAVO, E., LEÓN, X., 2013. Monitoreo participativo del maíz ecuatoriano para detectar la presencia de proteínas transgénicas. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida 17, 16–24.

CAMPOS-CASCANTE, D., 2008. Tesis, Licenciatura en Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Agrarias, Heredia (Costa Rica). Identificación y patogenicidad de microorganismos presentes en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mills) en poscosecha.

CÁRCAMO, M., 2009. Productores luchan por conservar el maíz criollo, amenazado de muerte por los transgénicos. Obtenido de RAP-ALUruguay: http://webs.chasque.net/~rapaluy1/transgenicos/Uruguay/maiz_criollo.html.

CASTAÑO-ZAPATA, J., DEL RIO MENDOZA, L., 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancia económica. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Tegucigalpa (Honduras).

CASTILLO GONZÁLEZ, F., 2009. Reseña de nuevo libro: Origen y diversificación del maíz. Una revisión analítica. Revista fitotecnia mexicana 32, 1–2.

CONTRERAS GARCÍA, J.M., 2017. Análisis de la producción y comercialización del maíz en la provincia de Los Ríos durante el período 2012-2016.

DE LEÓN, C., 1997. Enfermedades del maíz causadas por hongos. 1 Curso Internacional sobre Diagnóstico y Enfermedades en Maíz. Seminario Taller de Cosecha de Maíces de la Zona Andina 17.

DE ROSSI, R.L., 2020. Aportes epidemiológicos para la generación de herramientas de manejo del tizón foliar común del maíz (*Exserohilum turcicum* (Pass.) Leonard & Suggs).

DERAS FLORES, H., 2020. Guía técnica: el cultivo de maíz.

DUPONT PIONEER, 2005. TIZÓN DEL MAÍZ - REVISIÓN 1.

ECHANDI, E., 1967. Manual de laboratorio para Fitopatología general.

ESPAC, 2019. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

EYHÉRABIDE, G.H., 2012. Bases para el manejo del cultivo de maíz (No. 9876791419). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina).

FORMENTO, Á.N., 2018. Identificación morfológica y molecular de los hongos *Kabatiella zeae* y *Exserohilum turcicum*, patógenos de maíz (*Zea mays*). Caracterización de las estrategias patogénicas y de sobrevivencia como un aporte al conocimiento de sus ciclos biológicos.

FORMENTO, A.N., 2010. Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: royas (*Puccinia sorghi* y *Puccinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zeae*). INTA, Argentina.

GIMENO, A., 2002. Los Hongos y las micotoxinas en la alimentación animal; conceptos, problemas, control y recomendaciones. Revista Albeiter 46.

GÓMEZ, J.A., 2006. Saberes Tradicionales y maíz criollo. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos* 2, 5–12.

GUACHO ABARCA, E.F., 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays* L.) de la localidad San José de Chazo.

HOCK, J., KRANZ, J., RENFRO, B., 1989. El complejo mancha de asfalto de maíz, su distribución geográfica, requisitos ambientales e importancia económica en México.

KAMENIDOU, S., JAIN, R., HARI, K., ROBERTSON, J.M., FLETCHER, J., 2013. The microbial rosetta stone central agricultural database: an information resource on high-consequence plant pathogens. *Plant disease* 97, 1097–1102.

LESLIE, J.F., SUMMERELL, B.A., 2008. *The Fusarium laboratory manual*. John Wiley & Sons.

LÓPEZ-JÁCOME, L.E., HERNÁNDEZ-DURÁN, M., COLÍN-CASTRO, C.A., ORTEGA-PEÑA, S., CERÓN-GONZÁLEZ, G., FRANCO-CENDEJAS, R., 2014. Las tinciones básicas en el laboratorio de microbiología. *Investig. en discapacidades* 3, 10–18.

MACAGNO, J., 2015. *Exserohilum turcicum* patógeno del maíz: Caracterización fenotípica y detección de metabolitos secundarios.

MANAMGODA, D.S., CAI, L., MCKENZIE, E.H., CROUS, P.W., MADRID, H., CHUKEATIROTE, E., SHIVAS, R.G., TAN, Y.P., HYDE, K.D., 2012. A phylogenetic and taxonomic re-evaluation of the *Bipolaris-Cochliobolus-Curvularia* complex. *Fungal diversity* 56, 131–144.

MANNERS, J., GUZMÁN ORTIZ, M., 1986. *Introducción a la fitopatología*.

MARIDUEÑA GUERRERO, M.K., 2020. *Sistemas de producción del maíz (Zea mays)*, en el cantón Babahoyo.

MÜLLER, E., SAMUELS, G., 1984. *Monographella maydis* sp. nov. and its connection to the tar-spot disease of *Zea mays*. *Nova Hedwigia* 40, 113–121.

ORDÓÑEZ, M.S.R., 2004. Principios de fitopatología andina. Oficina General de Investigación, UNC.

PALIWAL, R.L., 2001. El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Food & Agriculture Org.

PANDEY, S., CEBALLOS, H., GARDNER, C., 1991. Selección recurrente en maíces tropicales Experiencias en el cultivo de maíz en el área Andina. IICA, Quito (Ecuador). Programa Cooperativo de Investigación Agrícola para

PEREYDA-HERNÁNDEZ, J., HERNÁNDEZ-MORALES, J., SANDOVAL-ISLAS, J.S., ARANDA-OCAMPO, S., DE LEÓN, C., GÓMEZ-MONTIEL, N., 2009A. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. Agrociencia 43, 511–519.

PEREYDA-HERNÁNDEZ, J., HERNÁNDEZ-MORALES, J., SANDOVAL-ISLAS, J.S., ARANDA-OCAMPO, S., DE LEÓN, C., GÓMEZ-MONTIEL, N., 2009B. Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. Agrociencia 43, 511–519.

REIS, E., 2004. Manual de diagnose e controle de doenças do milho. Graphel.

RODRÍGUEZ, A.V., 2018. Comportamiento de híbridos de maíz ante una cepa de *Aspergillus flavus* en la provincia de Córdoba.

RONCAL, M., 2004. Principios de fitopatología andina. Oficina General de Investigación–UNC. Cajamarca–Perú. 391p.

RONCAL, M., 1993. Taxonomía de hongos Fitopatógenos comunes. Cajamarca, Perú: Obispo “Martínez Compañón.

SAUTHIER, M.A., CASTAÑO, F.D., 2004. Dispersión del polen en un cultivo de maíz. Ciencia, Docencia y Tecnología 15, 229–246.

SEGURA, M., ANDRADE, L., 2011. Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo-Ecuador.

SHURTLEFF, M.C., 1980. Compendium of corn diseases.

SINCLAIR, J.B., DHINGRA, O.D., 2017. Basic plant pathology methods. CRC press.

SINGH, V., VAN OOSTEROM, E.J., JORDAN, D.R., MESSINA, C.D., COOPER, M., HAMMER, G.L., 2010. Morphological and architectural development of root systems in sorghum and maize. *Plant and Soil* 333, 287–299.

SMITH, D., WHITE, D., 1988. Diseases of corn. *Corn and corn improvement* 18, 687–766.

SUÁREZ, C.W., PICO, J.T., DELGADO, A.G., 2018. 1er Congreso internacional: Determinación de Enfermedades Fúngicas de Arroz (*Oryza sativa* L.) en la Provincia de Orellana.

TILAHUN, T., WEGARY, D., DEMISE, G., NEGASH, M., ADMASU, S., JIFAR, H., 2012. Maize pathology research in Ethiopia in the 2000s. Mosisa Worku, TwumasiAfriyie, S., Legese Wolde, Tadesse Biranu., Girma Demisie, Gezahing Bogale, Dagne Wegary and Prasanna, *BM* 193–201.

TIMOTHY, D.H., HATHEWAY, W., GRANT, U., CASTRO, T., SARRIA, V., VARELA, A., 1966. Razas de maíz en Ecuador.

VARÓN DE AGUDELO, F., SARRIA VILLA, G.A., 2007A. Enfermedades del maíz y su manejo: compendio ilustrado. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.

VARÓN DE AGUDELO, F., SARRIA VILLA, G.A., 2007B. Enfermedades del maíz y su manejo: compendio ilustrado. Instituto Colombiano Agropecuario-ICA.

WARD, J.M., STROMBERG, E.L., NOWELL, D.C., NUTTER JR, F.W., 1999. Gray leaf spot: a disease of global importance in maize production. *Plant disease* 83, 884–895.

WESTCOTT, C., 1960. Plant disease handbook. Plant disease handbook.

WHITE, D.G., 2004. Plagas y enfermedades del maíz. Madrid, ES: Mundi-Prensa.

WIESE, M.V., GALAIN, N., 1986. Compendio de enfermedades del trigo. American Phytopathological Society.

WILKES, H., GOODMAN, M., 1995. Mystery and missing links: The origin of maize.

WYATT, J., 2016. Grain and plant morphology of cereals and how characters can be used to identify varieties.

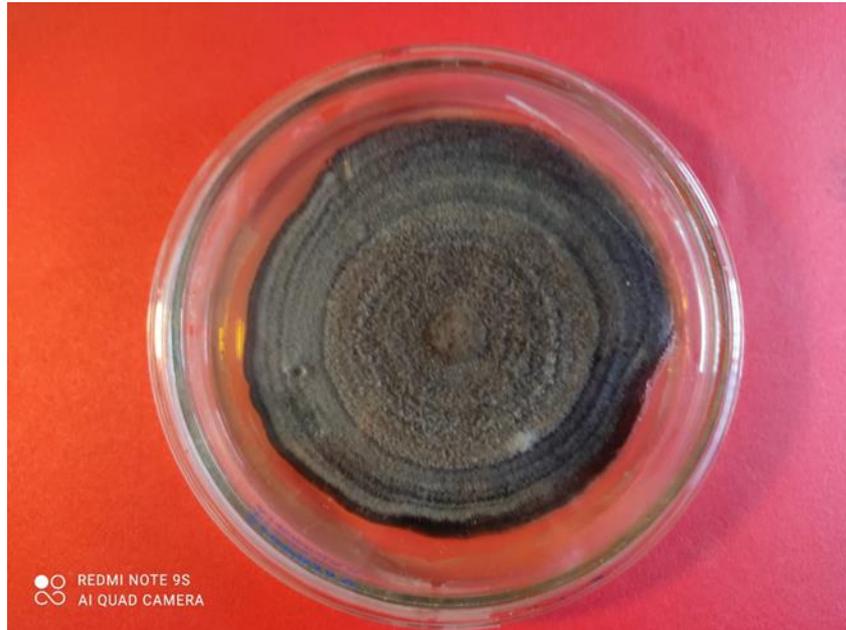
ZEPEDA-BAUTISTA, R., CARBALLO-CARBALLO, A., HERNÁNDEZ-AGUILAR, C., 2009. Interacción genotipo-ambiente en la estructura y calidad del nixtamal-tortilla del grano en híbridos de maíz. Agrociencia 43, 695–706.

**LEONARDO FABIO MEDINA
NUSTE**

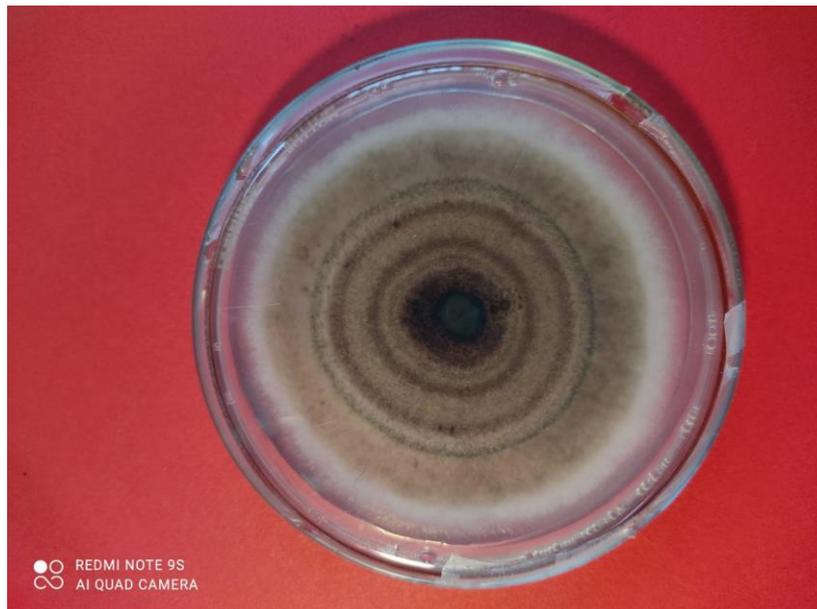
Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC, o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2022.01.24 11:54:35 -05'00'

ANEXOS

ANEXOS A: CEPAS DE *Exserohilum* Sp EN PLATOS PETRI.



ANEXOS B: COLONIA DE *Colletotrichum* Sp.



ANEXOS C: COLONIA DE CURVULARIA SP.



ANEXOS D: TOMA DE MUESTRAS FOLIARES



ANEXOS E: SELECCIÓN DE PARTES SINTOMÁTICAS DE LA LÁMINA FOLIAR, PARA AISLAMIENTO





ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y
BIBLIOGRAFÍA**

Fecha de entrega: 13 /09 /2021

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: <i>Vicky Veronica Arguello Medina</i>
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: <i>Recursos Naturales</i>
Carrera: <i>Ingeniería Agronómica</i>
Título a optar: <i>Ingeniera Agrónoma</i>
f. Analista de Biblioteca responsable: <i>Ing. Leonardo Medina Ñuste MSc.</i>

**LEONARDO
FABIO MEDINA
NUSTE**

Firmado digitalmente por LEONARDO FABIO
MEDINA NUSTE
Nombre de reconocimiento (DN): c=EC,
o=BANCO CENTRAL DEL ECUADOR,
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE
INFORMACION-ECIBCE, l=QUITO,
serialNumber=0000621485, cn=LEONARDO
FABIO MEDINA NUSTE
Fecha: 2021.09.13 15:45:05 -05'00'



1779-DBRA-UTP-2021