



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**



**ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y  
VETERINARIA**

**CARRERA DE AGROPECUARIA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Componente práctico del examen de carácter Complexivo, presentado  
al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la  
obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

Análisis de las enfermedades de mayor importancia económica en el  
cultivo de Maíz duro (*Zea mays* L) en el litoral ecuatoriano.

**AUTOR:**

Argenis Rafael Navarrete Yépez

**TUTOR:**

Ing. Agr. Javier Alberto Landívar Lucio. MSc

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2023

## RESUMEN.

En el Ecuador principalmente en la zona litoral el maíz duro amarillo (*Zea mays* L) es uno de los productos más importantes puesto que su abastecimiento enmarca diferentes actividades del sector agropecuario, siendo este uno de los cultivos transitorios mayormente sembrados por pequeños, medianos y grandes productores agrícolas. Sin embargo, entre los parámetros que afectan la producción del cultivo se encuentran las principales enfermedades Tizón foliar (*Exserohilum turcicum*), Mancha del asfalto (*Phyllachora maydis*), Roya común (*Puccinia maydis*), Pudrición de la mazorca (*Diplodia zae*), Pudrición del tallo (*Fusarium graminearum*) y cinta roja (*Spiroplasma kunkelli*), cuya actividad inhibidora ha ocasionado grandes pérdidas económicas, ya que el daño que ocasionan estas enfermedades como su sintomatología y afectación se presenta con mayor incidencia en la etapa reproductiva. En la investigación se empleó el método con enfoque cualitativo y alcance descriptivo. Además, para la elaboración de este documento se buscó información en textos actualizados, páginas web, revistas, artículos científicos, bibliotecas virtuales y todo material bibliográfico de valor para facilitar el desarrollo de este estudio. Por consiguiente se estableció, que Las afectaciones ocasionadas por enfermedades fitopatógenas inducen el decrecimiento de rentabilidad, debido al mal manejo del cultivo, la susceptibilidad de plagas, el uso de semillas no certificadas y condiciones climáticas desfavorables, lo cual generó mayor costo de producción en función del uso y aplicación de plaguicidas para contrarrestar las patologías causales de las afectaciones en la calidad y productividad del cultivo producidas principalmente por agentes causales de enfermedades fitopatógenas.

**Palabras claves:** Enfermedades fitopatógenas, sintomatología, producción.

## SUMMARY.

In Ecuador, mainly in the coastal zone, hard yellow corn is one of the most important products since its supply frames different activities in the agricultural sector, this being one of the transitory crops mostly planted by small, medium and large agricultural producers. However, among the parameters that affect crop production are the main diseases Leaf blight (*Exserohilum turcicum*), Asphalt spot (*Phyllachora maydis*), Common rust (*Puccinia maydis*), Ear rot (*Diplodia zeae*), Ear rot stem (*Fusarium graminearum*) and red ribbon (*Spiroplasma kunkelli*), whose inhibitory activity has caused loss, since their symptoms and affectation occur in the reproductive stage. In the research, the method with a qualitative approach and descriptive scope was used. Furthermore, to prepare this document, information was sought in updated texts, web pages, magazines, scientific articles, virtual libraries and all valuable bibliographic material to facilitate the development of this study. Consequently, it was established that the effects caused by phytopathogenic diseases induce a decrease in profitability, due to poor management of the crop, susceptibility to pests, the use of non-certified seeds and unfavorable climatic conditions, which generated higher production costs based on of the use and application of pesticides to counteract the pathologies that cause the effects on the quality and productivity of the crop produced mainly by causal agents of phytopathogenic diseases.

**Keywords:** Phytopathogenic diseases, symptoms, production.

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	II
SUMMARY. ....	III
1. CONTEXTUALIZACION .....	1
1.1. INTRODUCCION .....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	2
1.4. OBJETIVOS .....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. Línea de Investigación.....	3
2. DESARROLLO .....	5
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	5
2.1.1. El cultivo de maíz duro en Ecuador. ....	5
2.1.2. clasificación taxonómica del Maíz duro .....	6
2.1.3. Fenología del cultivo de maíz duro .....	6
2.1.4. Descripción botánica del Maíz.....	7
2.1.4.1. Raíz .....	7
2.1.4.2. Tallo .....	7
2.1.4.3. hojas .....	7
2.1.4.4. flor.....	8
2.1.4.5. fruto .....	8
2.1.5. Control de enfermedades en el cultivo de maíz duro. ....	8
2.1.6. Principales enfermedades de importancia económica en maíz duro. .	10
2.2. MARCO METODOLOGICO .....	13
2.3. RESULTADOS. ....	13
2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	14

<b>3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. CONCLUSIONES .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>4. REFERENCIAS Y ANEXOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.2. ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

### **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1. Sintomatología y afectaciones económicas de las principales enfermedades Fitopatógenas en el cultivo de maíz.....</b>	<b>10</b>
--	-----------

# 1. CONTEXTUALIZACION

## 1.1. INTRODUCCION

En Ecuador, el maíz (*Zea mays*, L.) es un alimento esencial de mayor importancia económica y social. Esta gramínea es afectada por varios patógenos que afectan la productividad del rendimiento agrícola y comercial en el cultivo. Según estadísticas del Sistema De Información Pública Agropecuaria Del Ecuador indican que, la producción promedio del maíz en el Ecuador es de 11.414 t.ha<sup>-1</sup>, volumen insuficiente para cubrir las necesidades de los productores ecuatorianos (SIPA 2022). Ya que si bien cierto el maíz duro es utilizado en diferentes rubros del sector agrícola.

Sin embargo, la producción de maíz puede verse afectada por la incidencia de plagas y enfermedades, las enfermedades más importantes que afectan la productividad de los cultivos son la mancha foliar, roya común, mancha asfáltica, mancha gris, pudrición del tallo, pudrición de la mazorca, necrosis vascular, pudrición bacteriana del tallo y cinta roja (Estrada 2021).

La dimensión de estos daños debe ser considerada importante puesto que la rentabilidad para controlar enfermedades fitopatógenas se destaca en la resistencia genética. No obstante, la disponibilidad de material vegetativo actual que proporcione rendimiento y la resistencia efectiva a enfermedades graves son bajos. Por lo tanto, el uso de fungicidas foliares ha aumentado en los últimos años debido a la mayor prevalencia y la gravedad de estas enfermedades induciendo altos costos de producción al agricultor.

Uno de los factores de la presencia de enfermedades en el cultivo de maíz es el cambio climático puesto que da origen a efectos adversos en la producción y productividad agrícola, especialmente su incidencia se basa en las modificaciones de los regímenes de lluvia, la sequía, el exceso de humedad y la redistribución geográfica de insectos plaga y enfermedades (Caviedes *et al.* 2022). Asimismo, las altas precipitaciones o demasiada lluvia inducen a distintas enfermedades fitopatógenas, en su periodo de producción.

El manejo integrado de enfermedades y la generación de conocimientos deben ser fundamentales para priorizar estrategias y minimizar riesgos. Es por ello que la identificación correcta y a tiempo de enfermedades fitopatógenas que generan importantes pérdidas de rendimiento y por ende económicas, constituyen una herramienta fundamental dentro de la producción en el cultivo de maíz.

## **1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la incidencia de enfermedades fitopatógenas es objeto de la baja producción en el cultivo de maíz debido a que la intervención de los distintos factores climáticos, como la presencia de lluvias, da acceso a afectaciones por agentes causales de enfermedades y plagas provocando altos costos de producción, generando una limitante en la economía de los agricultores dedicados a la producción de maíz duro en el litoral ecuatoriano.

El maíz es un cultivo muy susceptible a diversas plagas y enfermedades, estos daños generados al cultivo reducen la productividad de la cosecha, entre las principales enfermedades se encuentran la denominada mancha del asfalto, Tizón foliar, Roya común, pudrición de la mazorca y cinta roja los cuales pueden llegar a provocar perforaciones, anillos amarillos y marrones. Lo que genera que la planta tenga menos capacidad para realizar la fotosíntesis afectando así a su correcto crecimiento, desarrollo y producción.

Como resultado, las infecciones de los cultivos de maíz con enfermedades fitopatógenas aumentan las pérdidas debido a una mayor inversión en productos químicos, uso desmesurado de pesticidas, bajo rendimiento por hectárea, menores ingresos económicos, resultando en un aporte económico muy bajo de los productores de maíz duro.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El cultivo de maíz es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, clasificado por tamaño: pequeño (menos de 10 hectáreas),

mediano (10-50 hectáreas) y grande (más de 50 hectáreas), que ocupan 88% de productores enfocados en su producción y comercialización (Zambrano y Andrade 2021). Por ende, surge la preocupación debido a que, generalmente las enfermedades fitopatógenas representan grandes pérdidas económicas, puesto que su incidencia se evidencia después del período de fructificación en el maíz, como también en periodos previos a esta fase, lo cual puede llegar a provocar una disminución en el rendimiento. mala calidad del fruto y por consiguiente bajos ingresos para el productor.

El presente estudio aborda las principales enfermedades fitopatógenas que intervienen en la productividad y rendimiento del cultivo de maíz, puesto que es un cultivo de carácter extensivo que se encuentra sembrado en diferentes provincias, siendo un ingreso base de muchos agricultores, conformado de las pequeñas y grandes industrias en su producción, debido a este acontecimiento se produce la necesidad del análisis de las incidencias, consecuencias y afectaciones económicas que causan estas enfermedades fitopatógenas en el rendimiento y productividad del cultivo de maíz.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Analizar las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de Maíz duro (*Zea mays* L) en el litoral ecuatoriano

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Enlistar las principales enfermedades de importancia económica en el cultivo de maíz duro.
- Describir la sintomatología de las enfermedades del cultivo de maíz duro en el litoral ecuatoriano.

## **1.5. Línea de Investigación**



- **Dominio:** Recursos agropecuarios, ambiente, biodiversidad y biotecnología.
- **Línea:** Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable
- **Sublínea:** Agricultura sostenible y sustentable.

## **2. DESARROLLO**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. El cultivo de maíz duro en Ecuador.**

En Ecuador, el maíz duro se siembra en ciertas zonas hasta dos ciclos en el año; en la provincia de los Ríos se concentra el 42,3 % de la producción nacional, lo que corresponde a 1.304.886 mil Tm y una superficie sembrada de 365.725 ha (INEC 2022).

Con base en la productividad del maíz duro en el Ecuador, se ha comprobado el uso de semillas VAR en maíz duro porque refleja un incremento en la productividad del 29.63%, 38.98%, 5.63% y 57.85% al utilizar híbridos modificados, certificados, nacionales e internacionales. Semillas en comparación con semillas híbridas ordinarias. uso de semillas, de manera similar se usan fertilizantes químicos líquidos y pesticidas en cantidades más pequeñas (Bonilla y Singaña 2019).

Sin embargo, según Guamán *et al.* (2020) La desventaja de los pequeños productores es que la mayoría no cuenta con la información necesaria que les informe sobre las características del cultivo conforme a la etapa fenológica, así como sobre la adaptación a la región, niveles de producción, resistencia a plagas y enfermedades, requerimientos climáticos agrícolas e incluso necesidades nutricionales, teniendo en cuenta la calidad del suelo de la región, que son características importantes en la selección del material genético.

En la región costera domina el cultivo de maíz duro amarillo para una industria alimentaria equilibrada y una pequeña proporción de maíz duro blanco para consumo humano fresco (choclo), así como el cambio climático y su impacto en la producción y productividad agrícola, especialmente los cambios. . en condiciones de lluvia, sequía, exceso de humedad y redistribución geográfica de plagas y enfermedades son aspectos que crean nuevos desafíos en la producción y desarrollo de nuevas tecnologías. para la producción de maíz debido a la

necesidad de tecnologías que aumenten el rendimiento y la adaptabilidad a múltiples ambientes, así como la tolerancia y/o resistencia a diversos estreses bióticos y abióticos que afectan el rendimiento (Caviedes *et al.* 2022).

Por otro lado, existen varios documentos que describen las causas, síntomas y tratamiento de las enfermedades del maíz en el Ecuador. Por ejemplo, un estudio reciente concluyó que las enfermedades más importantes que afectan la producción de maíz en el país son: Tizan foliar (*Exserohillum turcicum*), mancha foliar (*Helminthosporium turcicum*), roya (*Puccinia sorghi*), roya del carbón (*Ustilago maydis*), mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) mancha foliar gris (*Cercospora zae-maydis*), pudrición del tallo (*Dikeya zae*, *Erwinia spp*) pudrición de la mazorca (*Fusarium spp*, *stenocarpella mayzeadis* y *reduplasma mayzeadis*, *Stenopiro*) (Caviedes *et al.* 2022).

### **2.1.2. clasificación taxonómica del Maíz duro**

A través de los estudios proporcionados por Vera y Vera (2022) indican que la taxonomía del cultivo de maíz duro, se clasifica de la siguiente manera:

**Reino:** Vegetal

**Subreino:** Embriobionta

**División:** Angiospermae

**Clase:** Monocotyledoneae

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Género:** *Zea*

**Especie:** *Mays*

**Nombre científico:** *Zea mays* L.

### **2.1.3. Fenología del cultivo de maíz duro**

La etapa fenológica es el período durante el cual los órganos de la planta se forman, cambian o desaparecen. También puede entenderse como el momento de la manifestación biológica. La fase fenológica está limitada por dos fases

fenológicas consecutivas, cuya duración depende del genotipo, fotoperiodo y temperatura, Según Quispe (2022) el maíz tiene las siguientes etapas fenológicas:

- Siembra – emergencia (I etapa)
- Emergencia – panoja (II etapa)
- Panoja – espiga (III etapa)
- Espiga – maduración (IV etapa)

#### **2.1.4. Descripción botánica del Maíz**

##### **2.1.4.1. Raíz**

Los cultivares de maíz se caracterizan por tener tres tipos de raíces fibrosas: ancla, adventicias y seminales. Suele extenderse desde los lados con un radio de aproximadamente 1 metro y una profundidad de 2,20 metros. Las raíces de las semillas son responsables de la nutrición de la planta en las primeras etapas, mientras que la corona (nudos) forma las raíces adventicias permanentes debajo de la superficie del suelo (Villacís 2021).

##### **2.1.4.2. Tallo**

El tallo de una planta de maíz cumple una triple función: sustentar la planta, transportar nutrientes y almacenar carbohidratos. El número de nudos y entrenudos que forman el tallo suele variar entre 20 y 30, dependiendo de la variedad y el entorno de cultivo. La formación de nudos y entrenudos se produce en la fase inicial, etapa de plántula; El crecimiento del tallo resulta del alargamiento de las células internodales, por lo que en ambientes desfavorables dicho alargamiento es limitado, reduciendo el tamaño final de la planta. En condiciones favorables sucede lo contrario (Barandiarán 2020).

##### **2.1.4.3. hojas**

Las hojas son paralelas y constan de una vaina entre las articulaciones que rodean y recubren el jarrón, y un limbo u hoja de tamaño variable con el nervio medio claramente definido que crece a lo largo del tallo y se alterna (Neira 2020).

#### **2.1.4.4. flor**

El maíz es una planta hermafrodita, lo que significa que produce flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. La panícula (flor masculina) produce polen, mientras que la espiga (flor femenina) produce óvulos, que se convierten en la semilla (Endicott *et al.* 2020).

#### **2.1.4.5. fruto**

El grano o fruto del maíz es la cariopsis. La pared del ovario o pericarpio se fusiona con el carpelo o pericarpio y ambos se unen para formar la pared del fruto. El fruto maduro consta de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide (Paliwal 2020).

#### **2.1.5. Control de enfermedades en el cultivo de maíz duro.**

En los últimos años, la principal desventaja y limitación de la producción de *Z. mays* ha sido el ataque de diversas plagas que causan enfermedades en las plantas de maíz, entre ellas la raya roja (*S. kunkelii*), mancha foliar (*H. turcicum*), canas (*C. . zea*), etc.; Actualmente, muchos agricultores han perdido sus cultivos debido a este problema, algunos han abandonado sus cultivos (Palomino 2022).

El control de enfermedades es importante en el maíz duro porque puede convertirse en una de las limitaciones más importantes del rendimiento, debido principalmente a microorganismos llamados patógenos o factores ambientales adversos. Las enfermedades más comunes son la, la mancha foliar, la roya, la mancha negra, Tizón foliar, pudrición de la mazorca, pudrición del tallo y la mancha del asfalto, las cuales pueden controlarse con fungicidas químicos o de origen natural.

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP 2021) Para evitar las enfermedades es necesario realizar las evaluaciones en diferentes etapas del cultivo, determinar el porcentaje de daño causado y escoger correctamente el tipo de control a realizarse.

Por lo que es necesario implementar dos medidas preventivas de control de enfermedades durante el proceso productivo; Pero si el cultivo aparece después de la germinación debido a la presencia de una enfermedad, se debe realizar un tratamiento especial. Por tanto, el primer control se realiza de forma proactiva a los 15-22 días de la siembra con la primera fertilización, y el segundo control cuando la planta tiene 5-55 días (Celi *et al.* 2022).

La inclinación de la agricultura moderna es el manejo agroecológico para controlar las poblaciones de plagas agrícolas con el objetivo de reducir la contaminación ambiental causada por agroquímicos. A pesar de esta tendencia, los resultados de la revisión de información actual deducen que en Ecuador se han publicado reducidos aportes científico en relación a el manejo agroecológico de las enfermedades del maíz. (Estrada 2021).

Según datos proporcionados por Dardon (2013) los diferentes tipos de controles para Mancha del Asfalto siendo esta una de las principales enfermedades de gran impacto económico se encuentran lo siguientes:

- Control biológico es uno de los más conocidos para el control de la mancha de asfalto es *Trichoderma harzianum* que actúa mediante la ruptura de paredes de las hifas del hongo parásito, lo penetra con sus hifas y aprovecha nutrimentos de éste y lo rompe completamente.
- Entre los controles químicos se destaca el uso de Azoxistrobin, Triazol, Propineb entre otros.

Asimismo, en los estudios proporcionados por Mena *et al.* (2023) indica que enfermedades en el cultivo de maíz como La roya y tizón son agentes comunes que atacan al cultivo de maíz, por ende, se considera una de las alternativas biológicas para manejar aquellos agentes causales mediante la cual se ha obtenido buenos resultados, es la aplicación de *Trichoderma*, ya que es un hongo anaeróbico caracterizado por tener un comportamiento saprófito o parásito.

Según Avilés (2021) en su estudio indica que entre los controles de enfermedades fitopatogenas se encuentra la introducción de las pseudomonas

especialmente las bacterias fluorescentes son muy importantes como colonizadores de plantas. Su importancia radica en que generalmente tienen un efecto positivo sobre las plantas, ya sea como promotores del crecimiento vegetal o como inhibidores del crecimiento de ciertos hongos o bacterias fitopatógenas.

### 2.1.6. Principales enfermedades de importancia económica en maíz duro.

En función de las principales enfermedades del maíz están asociadas con la etapa de crecimiento del cultivo, donde ocurren problemas de germinación de semillas y mortalidad de plántulas, y con las etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo, donde se detectan enfermedades de hojas, tallos y mazorcas. Las enfermedades fúngicas más comunes en los cultivos de maíz se encuentra el tizón, la mancha foliar, la roya y la pudrición de raíces, tallos y mazorcas. Los daños asociados con las enfermedades de las hojas (manchas y roya) son responsables del mal funcionamiento y la destrucción del tejido fotosintético. Las lesiones foliares causadas por estos patógenos pueden provocar la necrosis foliar completa si existen condiciones epidemiológicas (Carmona y Sautua 2021). De tal manera surgen diferentes sintomatologías y afectaciones económicas descritas en el siguiente **(Cuadro 1)**.

**Cuadro 1. Sintomatología y afectaciones económicas de las principales enfermedades Fitopatógenas en el cultivo de maíz**

AUTOR	ENFERMEDAD	NOMBRE CIENTÍFICO	SINTOMATOLOGÍA	AFECTACIONES ECONÓMICAS
Fuentes (2021)	<b>Mancha de asfalto</b>	<i>Phyllachora maydis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El follaje completo puede ser quemado en menos de dos semanas.</li> <li>si la enfermedad aparece en etapas muy tempranas de la floración</li> <li>las mazorcas pierden peso</li> </ul>	la enfermedad ocurre principalmente después de la floración, pero en el caso de lluvias continuas, también puede ocurrir antes de la floración, causando pérdidas del 30% al 100%.

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• los granos se observan chupados y flácidos</li> </ul>	
Arguello (2022)	<b>Tizón foliar</b>	<i>Exserohilum turcicum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los daños surgen de forma temprana, de color gris verdoso y elípticas. Comienzan a aparecer 1-2 semanas después de la infección</li> <li>• Su sintomatología del patógeno se refleja en la zona de las hojas, provocando manchas ovaladas, puntiagudas de color marrón o ceniza.</li> </ul>	Provoca pérdidas de rendimiento, causando daños masivos a entre el 70 y el 100 % de las plantaciones, lo que resulta una reducción de costos y rendimientos.
Nazar (2020)	<b>Roya común</b>	<i>Puccinia maidis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presentan pequeños puntos cloróticos en la superficie de la hoja.</li> <li>• se desarrollan pústulas grandes, circulares a oblongas, pulverulentas</li> </ul>	Una severidad del 10% puede resultar en una reducción en el peso del grano de hasta un 8%, lo que genera disminución en rendimiento.
Castro del Ángel <i>et al.</i> (2020)	<b>Pudrición de la mazorca</b>	<i>Diplodia zeae</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los granos muestran coloración blanca o rosada en estados tempranos de infección.</li> <li>• Se desarrolla un micelio de color blanco o rosado sobre y entre los granos, que puede llegar la mazorca.</li> </ul>	La pudrición de la mazorca o del grano es uno de los factores más importantes en la economía de los cultivos porque surgen problemas cuando se realizan inversiones máximas y dificultan o imposibilitan la comercialización del grano.



Maldonado (2019)	<b>Pudrición del tallo</b>	<i>Fusarium graminearum</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provoca pudrición y descomposición de los nudos principales y partes internas del tallo del maíz, puede ocurrir en cualquier etapa fenológica de la cosecha.</li> <li>• La medula del tallo es de color crema o ligeramente parduzco en el cuello y nudos de la planta</li> </ul>	Los productores de la región estiman que la pudrición de la mazorca causa pérdidas de rendimiento del 30 al 50%
Uriña <i>et al.</i> (2019)	<b>Cinta roja</b>	<i>Spiroplasma kunkelli</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las hojas adquieren un tono rojo violáceo</li> <li>• Amarillento en los bordes de las hojas de los tercios medio superior de la planta.</li> <li>• Estos síntomas son los más perceptibles pocas semanas antes, durante o después de la floración.</li> </ul>	Esta enfermedad fitopatógena del maíz se caracteriza por pérdidas económicas del 20 al 70% de las plantaciones.

Elaborado por Navarrete (2023)

## **2.2. MARCO METODOLOGICO**

Para el desarrollo del presente documento se realizó a través del método cualitativo y descriptivo, con el uso de la recolección de datos e información de acuerdo a investigaciones, estudios, revistas, artículos, material bibliográfico de carácter científico en relación a las enfermedades de mayor importancia económica en la producción de maíz duro.

La información extraída se evaluó y posteriormente se realizó un resumen con la finalidad de determinar un análisis, permitiendo obtener mejores aportes en el conocimiento de los agricultores destinado a la siembra del cultivo de maíz, en función de la presencia de las enfermedades fitopatógenas.

## **2.3. RESULTADOS.**

A través de la investigación presentada se pudo obtener como resultado que las infestaciones causadas por las diversas enfermedades de importancia económica en el maíz duro son un agente fundamental, debido a la limitante en la producción para el litoral ecuatoriano, destacando que en muchos casos diversos agricultores optan por la rotación de cultivos o incluso ocasionan el abandono de siembras realizadas por la severidad de daños empleados.

Del mismo modo, los eventos que inducen la aparición de estas enfermedades se encuentran relacionados al exceso de humedad y presencia de insectos plagas vectores fundamentales para la dispersión de las enfermedades tales como tizón foliar, mancha foliar, roya común, carbón común, mancha de asfalto, pudrición del tallo, pudrición de la mazorca y cinta roja, principales objetos de baja calidad en la producción del maíz, puesto que su participación considerada una amenaza ya que esta se desenvuelve particularmente en la etapa reproductiva o de cosecha.

En consecuencia, de los acontecimientos dados, cada enfermedad contiene diversas sintomatologías con la finalidad de ser detectado y categorizado el tipo de

agente causal, entre una de las enfermedades consideradas dentro de este estudio se establece que la Mancha del asfalto (*Phyllachora maydis*) tiende a actuar con rapidez provocando lesiones en las hojas, posteriormente genera disminución del índice de productividad debido a la disminución del peso del fruto. Del mismo modo cada una de las enfermedades expuestas ataca a diferentes partes de la planta, tallo, hojas, flores y frutos, generando gran preocupación al sector maicero debido a la incidencia y afectación dado es el caso que implementar el manejo y control de estas enfermedades, por lo que debe ser considerado de absoluta importancia para los agricultores del rubro dedicado al maíz duro.

## **2.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

En función de las investigaciones realizadas y los aportes de diversos investigadores se presentan los siguientes enunciados vinculados a la presencia de enfermedades consideradas de importancia económica en la producción de maíz duro:

Según (Deras 2020) indica que, las enfermedades de la hoja del maíz no representaban mucho interés económico antes de la llegada de la mancha asfáltica. Además, la irregularidad de las precipitaciones y la consiguiente extensión de las plantaciones, la introducción de variedades y el cambio climático hicieron que las enfermedades foliares fueran económicamente importantes, especialmente la llamada mancha asfáltica.

En contraste en la investigación realizada por Villasagua (2022) deduce, que los pequeños productores de maíz sufren la mayoría de estos problemas, incluidas las enfermedades transmitidas por las plantas; bajo precio de venta de los cereales, falta de asesoramiento técnico, elevados costos de mano de obra; factores climáticos adversos; escasa mano de obra; Falta de canales de comunicación y financiación.

Sin embargo, a través de los aporte de Zambrano (2019) señala que la producción de maíz en la costa del Ecuador se ve afectada por enfermedades fúngicas como tizón, mancha foliar, roya y pudrición de la mazorca; virus como el

mosaico de la caña de azúcar y la mancha clorótica del maíz; La pudrición bacteriana y la enfermedad cíclica transmitida por la langosta (*Dalbulus maydis* DeLong y Wolcott) causaron hasta un 63,18% de pérdida de cultivos según el 71,00% de los agricultores encuestados. La mancha de asfalto (*Pyllachora maydis*) también es importante en áreas con climas húmedos y fríos, especialmente cerca de ríos o cuerpos de agua, o en áreas con aguas subterráneas abundantes y altas propensas a charcos (Estrada 2021).

En el estudio publicado por Guadamu (2019) indica que las actividades agrícolas realizadas al aire libre están constantemente expuestas a riesgos agrícolas. Debido principalmente al clima y a las plagas y enfermedades que provocan el desarrollo del producto, por lo que el agricultor debe utilizar buenas prácticas agrícolas para prevenir los efectos de la fisiología del cultivo y los factores debilitantes del crecimiento en relación a una buena producción. Esto se ve cuando se vende el producto, lo que afecta principalmente las finanzas del productor.

### **3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. CONCLUSIONES**

Finalmente, mediante la investigación realizada se concluye que las enfermedades fitopatógenas representan un aspecto fundamental en la producción del cultivo de maíz duro, puesto que la calidad del mismo se ve deteriorada, llegando a afectar principalmente desde la etapa de floración provocando que sus frutos tengan mal formación como también un bajo rendimiento y calidad del fruto lo que generan considerables pérdidas económicas para los agricultores dedicados a esta actividad.

De acuerdo a la información presentada se evidenció que una de las enfermedades de mayor importancia económica es el Tizón foliar puesto que llega a ocasionar pérdidas económicas reflejadas entre el 70 al 100% de la producción de maíz ocasionando bajo costo al comercializar y altos costos de producción. Por consiguiente, un aspecto que destaca la calidad del producto es el aspecto de la mazorca de maíz de tal manera la enfermedad ocasionada por (*Diplodia zeae*) produce mal formación de los granos debido a la pudrición de la mazorca generando pérdidas económicas devastadoras para el agricultor.

Actualmente en la agricultura moderna el manejo fitosanitario y practicas agrícolas para controlar las poblaciones de enfermedades foliares son deficientes, de modo que la implementación de actividades agrícolas debe contribuir a la presencia y daños ocasionados por la presencia de estos agentes causales. A pesar de la existencia de métodos de control en función de las afectaciones en el cultivo de maíz duro, los resultados frente a la revisión muestran que se ha publicado muy poco trabajo científico sobre el manejo de enfermedades del maíz duro en el litoral ecuatoriano. Mediante, la aplicación de un correcto manejo fitosanitario fomentara el control de la población de plagas vectores y enfermedades agrícolas, teniendo como objetivo disminuir la incidencia de infestaciones económicas en la siembra de maíz duro

### **3.2. RECOMENDACIONES**

- En el litoral ecuatoriano surge la necesidad de profundizar estudios e información en relación al incremento de afectaciones de enfermedades fitopatógenos en el maíz, para el conocimiento en relación al comportamiento, sintomatología y daños.
- Fomentar prácticas que minimicen afectaciones costo/producción en el cultivo de maíz duro de acuerdo a los métodos de control en enfermedades fitopatógenas.
- Es necesario desarrollar investigaciones sobre el manejo agroecológico de las enfermedades del maíz, cuyos resultados permitan adoptar estrategias que contribuyan a incrementar la producción de maíz duro en el país sin causar riesgos ambientales.

## 4. REFERENCIAS Y ANEXOS

### 4.1. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.

- Arguello, V. 2022. "Diagnóstico de enfermedades foliares en el cultivo de maíz (Zea mays) Del Canton La Joya De Los Sachas Provincia De Orellana" (en línea). Tesis. Ing. Agr. El Coca, Ecuador, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Sede Orellana. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/16400/1/13T00965.pdf>
- Avilés, A. 2021. Bacteria benéfica *Pseudomona fluorescens* como agente de control biológico para mejorar la producción del cultivos de maíz. Tesis. Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador. Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9355/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000154.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=con%20las%20plantas,-,La%20aplicación%20de%20Pseudomona%20fluorescens%20como%20agente%20de%20control%20biológico,en%20el%20cultivo%20de%20ma%C3%ADz>.
- Barandiarán, M. 2020. Manual Técnico del Cultivo de Maíz Amarillo Duro (en línea). Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, DDTA :146. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12955/1643>.
- BAYER. 2023. Guia de enfermedades del maiz dulce (en línea). Seminis Vegetable Seeds, Inc. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <https://www.vegetables.bayer.com/mx/es-mx/recursos/agronomic-spotlights/guia-de-enfermedades-del-maiz-dulce.html>.
- Bonilla, A; Singaña, D. 2019. La productividad agrícola más allá del rendimiento por hectárea: análisis de los cultivos de arroz y maíz duro en Ecuador. La Granja 29(1):70-83. DOI: <https://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.06>.
- Carmona, M; Sautua, F. 2021. ¿Cuándo es realmente necesario aplicar fungicidas en maíz? (en línea). Rev. Facultad de Agronomía UBA, 41(2):149-161. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/172/130>.

- Castro del Ángel, E; Sánchez, A; Galindo, M; Vázquez, M. 2020. Control biológico de la pudrición de mazorca en genotipos de maíz con especies de Trichoderma. Revista Bio Ciencias 7:1-14. DOI: <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e965>.
- Caviedes, M; Carvajal, F; Zambrano, J. 2022. Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías 14(1). DOI: <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>.
- Caviedes, M; Carvajal, F; Zambrano-Mendoza, JL. 2022. Generación de tecnologías para el cultivo de maíz (*Zea mays*. L) en el Ecuador. ACI Avances en Ciencias e Ingenierías 14(1). DOI: <https://doi.org/10.18272/aci.v14i1.2588>.
- Celi, F; Miranda, E; Pineda, D; Cobos, C. 2022. Costos agrarios y cadena de valor del maíz duro en la provincia de Loja – Ecuador (en línea). Revista de Investigación Transdisciplinaria en Educación, Empresa y Sociedad En línea:1-19. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://revistaseidec.com/index.php/ITEES/article/download/369/310>.
- Dardon, D. 2013. Recomendaciones para el manejo de la mancha de asfalto. ICTA Instituto de ciencias y tecnología agrícolas. p. 16. [icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/manualmanchahipervinculos2013.pdf](http://icta.gob.gt/publicaciones/Maiz/manualmanchahipervinculos2013.pdf)
- Deras, H. 2020. Guía técnica del cultivo de maíz (en línea). Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura :1-42. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.iica.int/handle/11324/11893>.
- Endicott, S; Brueland, B; Keith, R; Schon, R; Bremer, C. 2020. Maiz crecimiento y desarrollo (en línea). PIONEER 1(2):1-20. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin\\_America\\_Central/Chile/Servicios/Informacion\\_tecnica/Corn\\_Growth\\_and\\_Development\\_Spanish\\_Version.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf).
- Estrada, J. 2021. “Evaluación del efecto de la solución AgCelence de BASF para control de enfermedades foliares fúngicas en el cultivo de maíz.” (en línea). Tesis. Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e1fb6eae-aec0-44d5-b0a2-6b491dbdbf1a/content>.



- Estrada, M. 2021. Principales enfermedades del maíz (*Zea mays*, L.) en Ecuador. (en línea). Revista Científica Agroecosistemas 9(2):53-59. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en [file:///C:/Users/Jocsan/Downloads/469-Texto%20del%20art%C3%ADculo-900-1-10-20210922%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jocsan/Downloads/469-Texto%20del%20art%C3%ADculo-900-1-10-20210922%20(1).pdf).
- Fuentes, Á. 2021. "Evaluación de la severidad de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis*) en maíz (*Zea mays*) bajo el efecto del azufre" (en línea). Tesis. Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e1c0bb61-32f3-482e-8a15-1228a4db67b1/content>.
- Guadamu, B. 2019. "Adaptación de los productores a los riesgos que amenazan la economía de la producción de maíz duro en el cantón Mocache para reducir su impacto en el bienestar familiar" (en línea). Tesis. Ing. Agr. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/dfbb63f8-ae28-4032-a422-aff9f21ec19d/content>.
- Guamán, R; Desiderio, T; Villavicencio, Á; Ulloa, S; Romero, E. 2020. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. Siembra 7(2):47-56. DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>.
- INEC. 2022. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2022. INEC Online.
- INIAP. 2021. Enfermedades en maíz (en línea). Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <https://eva.iniap.gob.ec/web2/maiz-duro/enfermedades-maiz-duro/>.
- De León, C. 2020. Signos y síntomas del 'complejo mancha de asfalto' (en línea). Revista Mexicana de fitopatología 38. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/343422877\\_CP-Elvia\\_3\\_new\\_white\\_maize\\_variety\\_resistant\\_to\\_tar\\_spot\\_complex\\_for\\_Mexican\\_subtropical\\_areas/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/343422877_CP-Elvia_3_new_white_maize_variety_resistant_to_tar_spot_complex_for_Mexican_subtropical_areas/citation/download).
- Maldonado, G. 2019. Etiología de la pudrición del tallo del maíz (*Zea mays* L.) en el trópico frío Colombiano, el caso del valle de Ubaté (en línea). Tesis. MSc. Agrarias. Bogotá, Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 30 ago. 2023.

Disponible en <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77794/1022363647.2019.pdf?sequence=2>.

Mena, M. Cruz, J. Gómez, A. Huacón, D. 2023. Efecto antagonista de cepas de *Trichoderma* sobre agentes causales en el cultivo de maíz. *Pro Sciences: Revista De Producción, Ciencias E Investigación*, 7(47), 90–100. <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol7iss47.2023pp90-100>

Nazar, L. 2020. Heredabilidad para la resistencia a múltiples enfermedades en líneas de maíz (*Zea mays*) (en línea). Tesis. Lic. Genética. Buenos Aires, Argentina, Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de . . Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.unnoba.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/23601/420/TFG%20-%20Lazaro%20Nazar%20Licenciatura%20en%20Gen%c3%a9tica.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.

Neira, J. 2020. Efecto de la densidad de plantas y de la fertilización npk, en el rendimiento del maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) En el Distrito De Sondor - Huancabamba (en línea). Tesis. Ing. Agr. Piura, Pe, Universidad Nacional De Piura. . Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2438/AGRO-NEI-TOR-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Paliwal, R. 2020. Morfología del maíz tropical (en línea). FAO . Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/3/x7650s/x7650s04.htm>.

Palomino, A. 2022. Control químico de enfermedades en el cultivo de maíz (*Zea Mays*) híbrido emblema, con diferentes combinaciones de fungicidas y estados fenológicos de la planta (en línea). Tesis. Ing. Agr. Mocache, Ecuador, Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f9af1165-a394-419f-b313-b0e03c1293d0/content#page30>.

Quispe, J. 2022. Comportamiento agronómico de cuatro híbridos de maíz amarillo duro (*zea mayz* l.) en Lucre – Curasco, Grau 2020 (en línea). Tesis. Ing. Agr. Abancay, Perú, Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1210>.

- Reyes, C. 2018. El tizón foliar del maíz en el norte de Sinaloa (en línea). Editorial Panorama Agro :1-4. Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <https://panorama-agro.com/?p=2961>.
- Ruiz, M. 2018. Principales enfermedades del cultivo de maíz (en línea). Unisem . Consultado 12 sep. 2023. Disponible en <https://semillastodoterreno.com/2018/09/principales-enfermedades-del-cultivo-de-maiz>.
- SIPA. 2022. INFORMACIÓN PRODUCTIVA TERRITORIAL (en línea). Sistema De Información Pública Agropecuaria Del Ecuador . Consultado 11 ago. 2023. Disponible en <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cifras-agroproductivas>.
- Uriña, M; Peña, C; Centanaro, P; Damian, L. 2019. Respuesta agronómica del cultivo de maíz (*Zea mays*): aplicación de insecticidas para el control del vector de la cinta roja (*Spiroplasma kunkellii*). Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación 3(27):21-28. DOI: <https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol3iss27.2019pp21-28>.
- Vera, J; Vera, L. 2022. Efectividad agronómica y económica de la nutrición foliar en maíz amarillo duro de secan (en línea). Tesis. Ing. Agr. Calceta, Ecuador, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López. . Consultado 17 ago. 2023. Disponible en [https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1957/TIC\\_A20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page19](https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/1957/TIC_A20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page19).
- Villacís, J. 2021. “Evaluación de las características morfológicas y agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) sometido a tres densidades de siembra en la zona de ventanas, provincia de los ríos. (en línea). Tesis. Ing. Agr. Ventanas, Ecuador, Universidad Técnica Estatal De Quevedo. Consultado 17 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1fc43c98-15b5-48c9-9e4e-806757615869/content>.
- Villasagua, J. 2022. Comercialización de maíz amarillo seco en la zona de Mocache (en línea). Tesis. Ing. Agr. Babahoyo, Ecuador, Universidad Técnica de Babahoyo. . Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11344/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000379.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Zambrano, C; Andrade, M. 2021. Productividad y precios de maíz duro pre y post COVID-19 en el Ecuador. (en línea). Revista Universidad y Sociedad, 13(4):143-150. Consultado 20 jun. 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v13n4/2218-3620-rus-13-04-143.pdf>.

Zambrano, E. 2019. Fortalecimiento de cadenas de valor agroindustrial y artesanal estratégicas para el desarrollo económico y social de los cantones Portoviejo, Paján y 24 de Mayo (Manabí) (en línea). INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) :1-31. Consultado 30 ago. 2023. Disponible en <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5580/1/INIAPEEPIA2019FITOPATOLOGIA.pdf>.

## 4.2. ANEXOS



**ANEXO 1.** Tizón foliar sintomatologías causado por el hongo (*Exserohilum turcicum* Pass) en las hojas del cultivo de maíz (Reyes 2018).



**ANEXO 2.** Mancha del Asfalto Signos y síntomas; A) signos y síntomas en hojas de maíz y B) daños en mazorca de maíz (De León 2020).



**ANEXO 3.** Pudrición del tallo, Tallos de maíz atacado por (*Fusarium graminearum*) (Ruiz 2018).



**ANEXO 4.** Pudrición de la mazorca ocasionada por (*Diplodia zeae*) (Estrada 2021).





**ANEXO 5.** Roya común (*Puccinia maydis*) las pústulas de roya común son pequeñas, de color naranja claro y circular y podría observarse en las hojas, vainas de la hoja alrededor de los tallos y hojas de maíz alrededor de las mazorcas de maíz (BAYER 2023).



**ANEXO 6.** Cinta roja (*Spiroplasma kunkelli*) Enfermedad cíclica, relacionada con la presencia de poblaciones infectivas de cicadélidos (INIAP 2021).