



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN  
FINCAS PRODUCTORAS DE TOMATE (*Solanum  
lycopersicum* L.) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** José Miguel Méndez Reyes

**LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN  
FINCAS PRODUCTORAS DE TOMATE (*Solanum  
lycopersicum* L.) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Requisito parcial para la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** José Miguel Méndez Reyes

**Tutora:** Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph.D.

**Cotutor:** Blgo. Javier Soto Valenzuela, Ph.D.

**LA LIBERTAD, DICIEMBRE 2025**

## **TRIBUNAL DE GRADO**

Trabajo de Integración Curricular presentado por **JOSÉ MIGUEL MÉNDEZ REYES** como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniero Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 8/12/2025

---

Ing. Lenni Ramírez Flores, Mgtr.  
**DIRECTORA DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Marlon Mena Montoya, Mgtr.  
**PROFESOR ESPECIALISTA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph.D.  
**PROFESORA TUTORA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.  
**PROFESORA GUÍA DE LA UIC**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Washington Perero Vera, Mgtr.  
**ASISTENTE ADMINISTRATIVO**  
**SECRETARIO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecer en primer lugar a Dios, a los Ingenieros de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, y a la vida.

A mi tutora Ing. Ligia Araceli Solís Lucas, Ph.D. y al biólogo Javier Soto Valenzuela, Ph.D. por la sabiduría y orientación brindada durante todo el periodo de mi investigación.

Compañeros y futuros colegas Marcos, Lenin, Bryan, Luis, Paul, Sebastián, Erika. También, agradecer en especial a mi compañera Dennisse por su apoyo durante esta investigación, y al Ingeniero Anthony.

Finalmente, a mi familia Efraín Méndez, Deysi Reyes y hermanos por brindarme su cariño y amor constante durante este camino.

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, este logro se lo dedico a Dios por permitirme cumplir uno de mis grandes objetivos; a mis padres, Efraín Méndez y Deysi Reyes, quienes han sido mi más grande motivación para lograr mis metas; y, a todas las personas que me han acompañado a lo largo de este camino, con sus palabras de ánimo.

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar los principales hongos fitopatógenos asociados al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la provincia de Santa Elena. Para ello, se recolectaron muestras representativas de suelo y tejido vegetal en las zonas agrícolas de Olmedo (S1), Centro de Apoyo Manglaralto–UPSE (S2), El Tambo (S3) y Chanduy (S4). Las muestras fueron procesadas mediante técnicas de aislamiento e incubación, y los hongos se identificaron morfológicamente mediante el uso de claves taxonómicas. Los resultados revelaron la presencia de *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Rhizopus* spp. y *Phytophthora* spp., destacando este último por su alta patogenicidad en tomate. La mayor concentración de unidades formadoras de colonias (UFC) se registró en El Tambo (S3), probablemente debido a las condiciones favorables de humedad y suelo, mientras que Olmedo (S1) y Manglaralto (S2) presentaron menores niveles, posiblemente asociados al uso frecuente de fungicidas. Los hallazgos evidencian una amplia distribución de hongos fitopatógenos en la zona, los cuales afectan el crecimiento y rendimiento del cultivo, resaltando la necesidad de fortalecer las prácticas de manejo fitosanitario e implementar estrategias de control biológico que reduzcan la dependencia de insumos químicos.

**Palabras claves:** Aislamiento, fitopatología, sanidad vegetal.

## ABSTRACT

The objective of this study was to identify the main phytopathogenic fungi associated with tomato cultivation (*Solanum lycopersicum* L.) in the province of Santa Elena. To this end, representative soil and plant tissue samples were collected in the agricultural areas of Olmedo (S1), Manglaralto–UPSE Support Center (S2), El Tambo (S3), and Chanduy (S4). The samples were processed using isolation and incubation techniques, and the fungi were identified morphologically using taxonomic keys. The results revealed the presence of *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Rhizopus* spp., and *Phytophthora* spp., the latter being notable for its high pathogenicity in tomatoes. The highest concentration of colony-forming units (CFU) was recorded in El Tambo (S3), probably due to favorable humidity and soil conditions, while Olmedo (S1) and Manglaralto (S2) had lower levels, possibly associated with the frequent use of fungicides. The findings show a wide distribution of phytopathogenic fungi in the area, which affect crop growth and yield, highlighting the need to strengthen phytosanitary management practices and implement biological control strategies that reduce dependence on chemical inputs.

**Keywords:** Isolation, Plant pathology, Plant health.

## **DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD**

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**IDENTIFICACIÓN DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN FINCAS PRODUCTORAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA**” y elaborado por José Miguel Méndez Reyes, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

### **Transferencia de derechos autorales.**

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

---

Firma del estudiante

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Problema Científico</b> .....	<b>2</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>3</b>
Objetivo General: .....	3
Objetivos Específicos: .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 El cultivo de tomate</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 Clasificación taxonómica del cultivo de tomate</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 Importancia económica del cultivo de tomate</b> .....	<b>4</b>
<b>1.4 Problemática del hongo en tomate</b> .....	<b>4</b>
<b>1.5 Características generales de los hongos</b> .....	<b>5</b>
<b>1.6 Importancia agrícola de los hongos fitopatógenos</b> .....	<b>5</b>
<b>1.7 Sintomatología en el cultivo de tomate</b> .....	<b>6</b>
<b>1.8 Principales géneros fitopatógenos</b> .....	<b>7</b>
1.8.1 <i>Rhizoctonia</i> spp.....	7
1.8.2 <i>Phytophthora</i> spp.....	7
1.8.3 <i>Fusarium</i> spp. ....	7
<b>1.9 Formas de control de hongos fitopatógenos</b> .....	<b>7</b>
<b>1.10 Muestreo de hongos fitopatógenos</b> .....	<b>8</b>
<b>1.11 Muestreo en suelo</b> .....	<b>8</b>
<b>1.12 Muestreo en plantas</b> .....	<b>8</b>
<b>1.13 Técnicas de aislamiento de hongos fitopatógenos</b> .....	<b>8</b>
1.13.1 Aislamiento vegetativo .....	8
1.13.2 Aislamiento esporico .....	9
1.13.3 Aislamiento por dilución.....	9
1.13.4 Aislamiento por medios selectivos .....	9
<b>1.14 Importancia del aislamiento e identificación</b> .....	<b>9</b>
<b>1.15 Bioseguridad en laboratorio</b> .....	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1 Caracterización del área de estudio</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2 Condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, El tambo y Chanduy</b> .....	<b>12</b>
2.2.1 Características del suelo en Olmedo .....	12
2.2.2 Características del suelo en Manglaralto .....	12
2.2.3 Características del suelo en El tambo .....	13
2.2.4 Características del suelo en Chanduy .....	13
<b>2.3 Materiales, equipos y reactivos</b> .....	<b>13</b>
2.3.1 Material de campo para colecta de muestras .....	13
2.3.2 Material de laboratorio.....	13
2.3.3 Equipos de laboratorio .....	14
2.3.4 Reactivos para medios de cultivo .....	14
<b>2.4 Tipo de investigación</b> .....	<b>14</b>
<b>2.5 Manejo del experimento</b> .....	<b>15</b>

2.5.1	Fincas de muestreo de suelo y tejido vegetal.....	15
2.5.2	Recolección de muestras de suelo en campo .....	15
2.5.3	Recolección de muestras de tejido vegetal .....	15
2.5.4	Almacenamiento y conservación de las muestras.....	16
2.5.5	Preparación de medio de cultivo.....	16
2.5.6	Procesamiento para aislar muestras de hongos.....	16
2.5.7	Siembra de tejido vegetal.....	17
2.5.8	Siembra de muestras de suelo .....	17
2.5.9	Incubación de las muestras .....	17
2.5.10	Identificaciones morfológicas de hongos.....	18
2.5.11	Purificación de las cepas de hongos aisladas.....	18
2.5.12	Presencia de hongos.....	18
<b>2.6</b>	<b>Parámetros evaluados .....</b>	<b>18</b>
2.6.1	Aislamiento de las cepas de hongos.....	18
2.6.2	Conteo de colonias.....	18
2.6.3	Color de colonia en las cajas Petri .....	19
2.6.4	Presencia de hongos.....	19
<b>2.7</b>	<b>Mapa con la distribución de hongos .....</b>	<b>19</b>
<b>2.8</b>	<b>Análisis estadístico de los resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>		<b>20</b>
<b>3.1</b>	<b>Aislamiento de cepas de hongos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2</b>	<b>Cuantificación de hongos .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3</b>	<b>Purificación y caracterización de hongos aislados.....</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Identificación de diferentes géneros de hongos.....</b>	<b>28</b>
<b>3.5</b>	<b>Distribución de la presencia de hongos fitopatógenos en las fincas muestreadas y características del manejo de los cultivos .....</b>	<b>32</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>36</b>
<b>Conclusiones.....</b>		<b>36</b>
<b>Recomendaciones.....</b>		<b>36</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>37</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Lista de hongos fitopatógenos que afectan al cultivo de tomate (Behiry et al., 2023; Amaechi G, 2024; Jehani et al., 2025). . . . .	6
<b>Tabla 2.</b>	Coordenadas geográficas de las fincas muestreados en la provincia de Santa Elena (IGM, 2025).....	11
<b>Tabla 3.</b>	Parámetros climáticos de las zonas de muestreo en la provincia de Santa Elena (INAMHI, 2025).....	12
<b>Tabla 4.</b>	Hongos aislados en tejidos vegetales y suelo de fincas en estudio en las provincias de Santa Elena.....	22
<b>Tabla 5.</b>	Clasificación taxonómica y modos de vida de géneros fúngicos y oomicetos relevantes en fitopatología (Jiménez, 2023).....	27
<b>Tabla 6.</b>	Características del manejo del cultivo, fenología y comercialización del tomate en las diferentes fincas de muestreo .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Ubicación satelital de las áreas de muestreo en la provincia de Santa Elena (Qgis 3.34.10). .....	11
<b>Figura 2.</b>	Sintomatología en plantas de tomate, a. Síntomas de marchitamiento vascular por <i>fusarium oxysporum</i> , en plantas de tomate. B. Síntomas de detalle de la obstrucción del xilema. C. Síntomas detallado en la base de la planta. D. Macroconidios vista al microscopio Mayens <i>et al.</i> (2017).....	16
<b>Figura 3.</b>	Diluciones seriadas de muestras de suelo (Barrios, 2011). .....	17
<b>Figura 4.</b>	Aislados de muestras de suelos en medio PDA.....	20
<b>Figura 5.</b>	Aislados de muestras de tejido vegetal en medio PDA. ....	20
<b>Figura 6.</b>	Cuantificación de colonias de hongos muestreados o identificados en la provincia de Santa Elena 2025. ....	22
<b>Figura 7.</b>	Colonia purificada de <i>Alternaria</i> spp., Aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	23
<b>Figura 8.</b>	Colonia purificada de <i>Fusarium</i> spp., Aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	24
<b>Figura 9.</b>	Colonia purificada de <i>Aspergillus</i> spp., Aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	24
<b>Figura 10.</b>	Colonia purificada de <i>Penicillium</i> spp., Aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	25
<b>Figura 11.</b>	Colonia purificada de <i>Phytophthora</i> spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	26
<b>Figura 12.</b>	Colonia purificada de <i>Rhizopus</i> spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	26
<b>Figura 13.</b>	Colonia purificada de <i>Rhizocotonia</i> spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.....	27
<b>Figura 14.</b>	Hongos aislados en tejido vegetal S1 A, B <i>Fusarium</i> spp., C, D <i>Aspergillus</i> spp., E, F <i>penicillium</i> spp., G, H <i>Alternaria</i> spp. ....	29
<b>Figura 15.</b>	Hongos aislados en diluciones de suelo S1 A, B <i>Rhizopus</i> spp., C, D <i>Fusarium</i> spp., E, F <i>Peicillium</i> spp G, H <i>Aspergillus</i> spp. ....	29
<b>Figura 16.</b>	Hongos aislados en tejido vegetal S2 A, B <i>Rhizoctonia</i> spp., C, D <i>Penicillium</i> spp., E, F <i>Fusarium</i> spp., G, H <i>Aspergillus</i> spp. ....	30

<b>Figura 17.</b>	Hongos aislados en muestras de suelo S2 A, B <i>Fusarium</i> spp., C, D <i>Penicillium</i> spp., E, F <i>Aspergillus</i> spp., G, H <i>Rhizoctonia</i> spp., I, J <i>Rhizopus</i> spp. ....	30
<b>Figura 18.</b>	Hongos aislados en tejido vegetal S3 A, B <i>Phytophthora</i> spp., C, D <i>Aspergillus</i> spp., E, F <i>Alternaria</i> spp., G, H <i>Penicillium</i> spp. I, J <i>Rhizopus</i> spp. ....	31
<b>Figura 19.</b>	Hongos aislados en muestras de suelo S3 a, b <i>Fusarium</i> spp., c, d <i>Aspergillus</i> spp., E, F <i>Phytophthora</i> spp., g, h <i>Alternaria</i> spp. ....	31
<b>Figura 20.</b>	Hongos aislados en muestras de suelo S4 A, B <i>Fusarium</i> spp., C, D <i>Alternaria</i> spp., E, F <i>Aspergillus</i> spp. G, H <i>Rhizopus</i> spp. ....	32
<b>Figura 21.</b>	Hongos aislados en muestras de suelo S4 A, B <i>Penicillium</i> spp., C, D <i>Phytophthora</i> spp., E, F <i>Aspergillus</i> spp., G, H <i>Rhizoctonia</i> spp.....	32
<b>Figura 22.</b>	Porcentaje de presencia de hongos identificadas en la provincia de Santa Elena 2025. ....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.**Ficha de muestreo en Olmedo.
- Figura 2A.**Ficha de muestreo en el Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE).
- Figura 3A.**Ficha de muestreo en El Tambo.
- Figura 4A.**Ficha de muestreo en Chanduy.
- Figura 5A.**Visita y recolección en Olmedo.
- Figura 6A.**Recolección de muestras de suelo.
- Figura 7A.**Recolección de muestras de tejido vegetal.
- Figura 8A.**Rotulación de muestras.
- Figura 9A.**Recolección de muestras en el Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE).
- Figura 10A.**Visita y recolección de muestras El Tambo.
- Figura 11A.**Visita y recolección de muestras en Chanduy.
- Figura 12A.**medio utilizado en la siembra de las muestras PDA.
- Figura 13A.**Siembra de tejido vegetal de las muestras recolectadas.
- Figura 14A.**Siembra de las diluciones de suelo.
- Figura 15A.**Conteo de números de colonias.
- Figura 16A.**Reactivo utilizado para la identificación de hongos.
- Figura 17A.**Identificación de los aislados.
- Figura 18A.**Libro de las claves taxonómicas.
- Figura 19A.**Medio utilizado para la purificación de los aislados SDA.
- Figura 20A.**Purificación de los hongos aislados.

## INTRODUCCIÓN

La mayor cantidad de producción de tomate a nivel mundial proviene de China, con 64 768.16 millones de kilogramos y con un área de 1.107.485 de hectáreas. En América Latina el mayor productor de tomate es México, seguido de Brasil (Yara, 2018). En Ecuador, específicamente en Santa Elena este cultivo es de gran importancia, sin embargo, la producción, a partir del año 2015, ha ido disminuyendo, afectado por la presencia de plagas y enfermedades (Cevallos *et al.*, 2022).

El cultivo de tomate es afectado por numerosas enfermedades provocadas por diversos agentes, tales como hongos, bacterias y virus. Los síntomas se manifiestan a través de manchas en las hojas, marchitamiento, así como pudrición en los frutos, tallos y raíces. Por lo cual, es crucial tener plantas de tomate de alto rendimiento, que permitan enfrentar retos como plagas, enfermedades y condiciones específicas, que pueden reducir la producción y aumentar los costos por hectárea (Cherlinka, 2023).

Entre los agentes fungales que afectan el suelo, se registran varios géneros fitopatógenos como *Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Fusarium* spp. y *Pythium* spp., que causan perjuicios a la germinación de las semillas provocando la pudrición y muerte antes de que emerjan, acorde a lo mencionado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2012). Al respecto, Kheseli *et al.* (2021) explican que, el *Fusarium* spp., es uno de los patógenos filamentosos más extendidos en el mundo, que puede sobrevivir durante mucho tiempo sin presencia de hospedante.

*Fusarium* es un patógeno que ataca a cualquier planta, cuyo método de infección se repite, inicia en la raíz y luego afecta al tallo. En Ecuador, la producción de tomate es afectada por *Fusarium* spp. y otros agentes patógenos, y al ser un país megadiverso en flora y fauna, también lo es en microorganismos fitopatógenos (Prado, 2022).

Rudy (2017) y Reyes *et al.* (2019) mencionan que, en la provincia de Santa Elena, hongos como *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia* spp. dificultan el desarrollo de las plantas y causan la muerte de estas. Por lo que, los productores de tomate enfrentan serios problemas en la producción, especialmente por la incidencia de plagas y enfermedades; así como el desconocimiento para su control.

En base a lo descrito anteriormente, el presente trabajo propone identificar hongos fitopatógenos que afectan al cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), en la provincia de Santa Elena.

## **Problema Científico**

El tomate es una fruta de gran importancia, en la producción agrícola. Sin embargo, en los últimos años, el rendimiento del cultivo ha disminuido drásticamente por causa de la presencia de hongos fitopatógenos, los cuales han ocasionado grandes pérdidas y han llevado a que muchos productores de la provincia de Santa Elena a abandonar su cultivo. Por lo que, esta investigación pretende identificar los principales hongos que afectan el desarrollo y la productividad del tomate en la provincia. Con la información obtenida, los productores contarían con una herramienta que les permitiría actuar de manera rápida y eficaz, ya que la identificación oportuna de los fitopatógenos, previo a su propagación, ayudaría a evitar pérdidas significativas. Ante lo expuesto, se plantea el siguiente problema científico:

¿Qué géneros de hongos fitopatógenos están presentes en las fincas productoras de tomate (*Solanum lycopersicum* L) de la provincia de Santa Elena y cuál es su distribución a nivel de suelo y tejido vegetal?

## **Objetivos**

### ***Objetivo General:***

- ❖ Identificar hongos fitopatógenos en cultivos de tomate en fincas productoras en la provincia de Santa Elena.

### ***Objetivos Específicos:***

1. Aislar las cepas de hongos fitopatógenos encontrados en cultivos de tomate establecidos en la provincia de Santa Elena.
2. Identificar los géneros de hongos presentes en las muestras de tomate colectadas.
3. Describir la distribución geográfica de los géneros de hongos identificados en las fincas muestreadas de la provincia de Santa Elena.

## **Hipótesis**

Se identifican al menos dos géneros de hongos fitopatógenos que afectan al cultivo de tomate en la provincia de Santa Elena.

# CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1 El cultivo de tomate

El tomate tiene su origen en América, particularmente en las regiones andinas de Perú y Ecuador. El cultivo de tomate (*Solanum pimpinellifolium*) fue domesticado para dar a la variedad (*Solanum lycopersicum*) y con el tiempo dio origen a variedades más resistentes que fueron difundidas a nivel mundial. Este fruto es altamente valorado por su atractivo sabor y su rica composición nutricional, que incluye antioxidantes, vitaminas, licopeno, fósforo, calcio y potasio. Estos nutrientes son fundamentales para una dieta equilibrada y saludable en los seres humanos (ChileBIO, 2020).

## 1.2 Clasificación taxonómica del cultivo de tomate

Hace varios años el nombre científico del tomate *Lycopersicum esculentum* Mill fue sustituido por *Solanum lycopersicum* L., cuya clasificación pertenece a la familia de las solanáceas (Flores *et al.*, 2024).

## 1.3 Importancia económica del cultivo de tomate

En Ecuador, el cultivo de tomate de mesa es de gran relevancia, especialmente en la Sierra Central, donde se concentra aproximadamente el 60% de la producción. Según el III Censo Nacional Agropecuario (CNA), la superficie total sembrada asciende a 3 054 hectáreas. En la provincia de Manabí, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) de 2016 reporta que se cultivaban 122 hectáreas de tomate, con una producción de 1 391 toneladas (Ortega *et al.*, 2022).

## 1.4 Problemática del hongo en tomate

El tomate se encuentra entre los cultivos más importantes y afectados por diversas enfermedades fúngicas, entre las cuales destaca la marchitez vascular ocasionada por el patógeno *Fusarium* spp., que se encuentra en el suelo y se puede establecer durante largos periodos en forma de clamidosporas, lo cual impide la eliminación completa de este hongo (Blancard, 2011).

En el estudio realizado por Abdulkadir *et al.* (2023), se analizaron diez aislamientos de *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici evaluando dos variedades de tomate (UC 82B y Río-Grande), para determinar su patogenicidad y efecto sobre características agronómicas.

Todos los aislamientos mostraron capacidad patogénica y provocaron síntomas de marchitez desde las tres semanas posteriores a la inoculación, alcanzando una incidencia del 100 % en varias muestras al cabo de 12 semanas.

### **1.5 Características generales de los hongos**

Villajos (2024) menciona que, los cromosomas de los hongos fueron unos de los primeros organismos que aparecieron en el planeta, hace aproximadamente 300 millones de años. Los hongos están constituidos por células eucariotas, a diferencia de las bacterias, que están constituidas por células procariotas. Estos organismos que se conocen como hongos, presentan las siguientes características generales: poseen una membrana nuclear y otros organelos rodeados de membrana, así como las demás características que definen a los eucariontes. Dentro del núcleo se encuentran uno o dos nucleolos pequeños y varios cromosomas. La mayoría presenta un crecimiento en forma de hifas, que en conjunto constituyen el micelio, aunque también existen formas unicelulares como las levaduras. Su nutrición es heterótrofa por absorción, donde tienen la característica de liberar enzimas que degradan la materia orgánica para después absorber los nutrientes, estos se caracterizan por ser excelentes descomponedores (Telleria, 2011).

La reproducción de estos organismos es heterótrofa ya sea mediante esporas, fragmentación, gemación en la reproducción asexual; en cuanto a la reproducción sexual, se realiza con la unión de hifas o gametos con formación de esporas sexuales, lo que favorece su crecimiento adverso en varios ambientes (Son *et al.*, 2023).

### **1.6 Importancia agrícola de los hongos fitopatógenos**

La importancia agrícola de los hongos fitopatógenos radica en que son causantes de diversas enfermedades, como las fúngicas, ocasionando problemas en la planta, como marchitez de la planta, bajo rendimiento, por lo que es relevante detectar síntomas a tiempo que eviten las grandes pérdidas a los productores; al mismo tiempo, se debe tomar en cuenta que algunos hongos ayudan a la descomposición de materia orgánica, lo cual mejora la estructura del suelo, por eso es indispensable saber la diferencia entre hongos benéficos y patógenos para mantener un equilibrio (Toledo, 2024).

Estos hongos con su alta diversificación y adaptabilidad representan un reto constante en la agricultura, ya que afecta a frutales, hortalizas y cereales, comprometiendo

la seguridad alimentaria. Por ende, su detección temprana y estrategias de manejo integral son fundamentales para mitigar su impacto (Amaro *et al.*, 2021).

### 1.7 Sintomatología en el cultivo de tomate

La Tabla 1 presenta los síntomas en diversas partes de la planta que ocasionan los hongos fitopatógenos que afectan al cultivo de tomate, como el género *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp. y *Rizoctonia* spp.

**Tabla 1.** Lista de hongos fitopatógenos que afectan al cultivo de tomate (Behiry *et al.*, 2023; Amaechi G, 2024; Jehani *et al.*, 2025).

Hongos fitopatógenos	Síntomas	Localización de la enfermedad en las diferentes partes planta
<i>Fusarium</i> spp., <i>Phytophthora</i> spp., <i>Rizoctonia</i> spp. y <i>Pytium</i> spp.	En los almácigos, en la zona de acumulación de humedad se observa la presencia de plantas marchitas. A nivel del cuello, las mismas presentan un estrangulamiento muy marcado que se extiende hasta la raíz.	Tallo y raíz
<i>Fusarium oxysporum</i> <i>f. sp. lycopersici</i>	Los primeros síntomas se manifiestan desde el inicio de la cosecha, al observar plantas de color verde claro o el amarillamiento de hojas basales de la planta. A nivel del cuello, eje de la raíz principal y tallos, se observa un oscurecimiento de los tejidos internos que en condiciones avanzadas llegan a afectar la parte externa del mismo. Las plantas detienen su crecimiento, manifiestan síntomas de estrés hídrico y finalmente mueren.	Raíz, cuello, tallo y semilla.
<i>Oidium lycopersici</i> y <i>Oidium silicua</i> .	En el caso de <i>O. lycopersici</i> , en la cara superior de las hojas basales se observan manchas circulares de color blanco de aspecto polvoriento, que pueden producir las caídas de las hojas. En el caso de <i>O. silicua</i> , en la hoja se observan la formación de áreas irregulares de color amarillo que eventualmente se transforman en tejido muerto (necrosis). Las manchas circulares de color blanco de aspecto pulverulento (signo), son difíciles de observar.	Tallo, hoja.

## **1.8 Principales géneros fitopatógenos**

### **1.8.1 *Rhizoctonia spp.***

Uno de los géneros de importancia económica es *Rhizoctonia*; este patógeno con una diversidad a nivel de su morfología, posee un amplio rango de hospedantes y agresividad. Dependiendo del estado fisiológico de la planta, este hongo puede atacar de varias formas, en plantas jóvenes se ve afectado el sistema radicular, presenta flacidez en los tallos y hojas, y posteriormente la muerte de esta (Al-rammahi *et al.*, 2025).

### **1.8.2 *Phytophthora spp.***

El género *Phytophthora* afecta cultivos agrícolas a nivel mundial, provocando enfermedades severas como la pudrición de raíces, cuello y tallos, así como el daño del fruto y marchitez de la planta, debido a su rapidez con la que puede dispersarse por el aire; su alta eficiencia reproductiva, convierten a este patógeno en una de las amenazas más peligrosas para la producción agrícola (Amaya *et al.*, 2025).

### **1.8.3 *Fusarium spp.***

Los hongos del género *Fusarium* son reconocidos a nivel global y representan un problema significativo por la producción de metabolitos tóxicos que amenazan la salud de humanos y animales. Asimismo, este género incluye numerosos patógenos de plantas que son cruciales para la agricultura, causando enfermedades que se manifiestan como marchitez, tizones y pudriciones en cultivos ornamentales y forestales dentro de ecosistemas agrícolas y naturales (Crous *et al.*, 2021).

## **1.9 Formas de control de hongos fitopatógenos**

La manera más rápida y sencilla de prevenir estos fitopatógenos en los cultivos es mediante el manejo integrado de plagas (MIP), monitoreo, diagnóstico correcto de la enfermedad y desarrollo de umbrales de daño económico. Considerando aún complicado desarrollar productos naturales eficaces y estables para proteger las plantas. No obstante, se han evaluado formulaciones comerciales junto con extractos vegetales y microorganismos de control biológico para investigar sus interacciones, aunque se demuestra que pueden inhibir el crecimiento micelial del patógenos, es necesario realizar más análisis tanto en aspectos moleculares, bioquímicos, morfológicos del hospedero y del patógenos para así determinar cuáles son los compuestos que afecta al hongo (Julcapoma *et al.*, 2020).

El hongo *Trichoderma* spp. de la división Ascomycota es un controlador biológico de gran potencial, contra enfermedades en los cultivos de importancia económica, este hongo inhibe el crecimiento de microorganismos fitopatógenos, aunque no impide el crecimiento a gran escala, es un buen controlador natural (Delgado *et al.*, 2021; Yao *et al.*, 2023).

### **1.10 Muestreo de hongos fitopatógenos**

El muestreo de hongos requiere considerar que es un procedimiento complejo, ya que los síntomas o carencias pueden ser similares a otras afectaciones que la planta padezca. No hay una época determinada en el año para muestrear, pero se debe asegurar tomar una muestra de calidad, por lo que es preferible que se realice en periodos de alta humedad y temperatura, ya que es donde hay mayor actividad por parte de estos microorganismos. Al momento de realizar la toma de muestras es necesario disponer de equipos y asepsia para evitar contaminarla, por lo que, las herramientas a utilizar deben estar desinfectadas con alcohol, y disponer de un recipiente en el que se trasladará al laboratorio (Santonocito *et al.*, 2023).

### **1.11 Muestreo en suelo**

En caso de muestras de suelo se va a requerir de 1 a 2 kg para sus respectivos análisis, que debe ser tomada a 20 cm de profundidad; posterior a ello, la muestra se colocará en una bolsa y se la marcará con el número de muestra y coordenadas, tal y como lo menciona la Guía técnica para muestreo de suelos (2017).

### **1.12 Muestreo en plantas**

El laboratorio para el muestreo de plantas (CSR2020) recomienda tomar 1 a 2 ejemplares cercanos, ya que las muestras de unidades separadas pueden inferir en los resultados causando confusión. En la obtención de las muestras es necesario evitar áreas de las plantas que estén muy afectadas, ya que estarán pobladas por varias colonias de hongos, encubriéndolo. Se recomienda recolectar muestras de partes carnosas, turgentes e hidratadas evitando tejido seco.

### **1.13 Técnicas de aislamiento de hongos fitopatógenos**

#### ***1.13.1 Aislamiento vegetativo***

Esta práctica se enfoca en tomar pequeños trozos de material vegetativo que presente partes sanas y dañadas, estos tejidos se desinfectan con etanol y se escurre en agua destilada

estéril, para luego ser sembrados en un medio selectivo o específicos, los fragmentos se añadirán a cajas Petri donde previamente se agregó el medio de cultivo, estas cajas Petri se sellan con cinta para film y se incuban durante 3 a 5 días (Espinoza *et al.*, 2023).

### ***1.13.2 Aislamiento esporico***

Esta es una de las técnicas más utilizadas en microbiología y fitopatología ya que a través de este método, se podrán obtener colonias puras a partir de las esporas individuales, empleado cuando se trabajan con colonia de hongos filamentosos, ya que las esporas permiten que se origine de un solo medio genético (Corona *et al.*, 2023).

### ***1.13.3 Aislamiento por dilución***

Este método nombrado por varios autores como “partículas en suspensión” es muy utilizado en estudios de microorganismos del suelo, ya que las mayorías de colonias provienen de esporas, pero hay varios hongos que su esporulación es limitada, al contrario de otros géneros cuya esporulación es alta, como son los géneros *Penicillium* spp, *Trichoderma* spp y *Aspergillus* spp (Ibarra *et al.*, 2024).

### ***1.13.4 Aislamiento por medios selectivos***

Los medios selectivos son para hongos específicos, considerado idóneo para su crecimiento, ya que favorece los nutrientes necesarios; además, inhibe el crecimiento de microorganismos no deseados tales como bacterias, por lo que este método también es usado para obtener una muestra pura de los hongos (Figueroa, 2025).

## **1.14 Importancia del aislamiento e identificación**

El aislamiento y la identificación de los hongos fitopatógenos es fundamental, ya que nos permite conocer el agente causal de la enfermedad que afecta al cultivo y confirmar su patogenicidad, mediante el aislamiento se puede realizar pruebas de sensibilidad a fungicidas, evaluar el rango de daño y seleccionar organismos antagonistas para el desarrollo de prácticas y control de esta enfermedad. Esto ayuda a obtener información clave para comprender las interacciones microbianas en el suelo y la rizosfera, lo que ayuda a tener mejores prácticas agrícola (Dayarathne *et al.*, 2020).

### **1.15 Bioseguridad en laboratorio**

La bioseguridad es el conjunto de acciones para proteger a las personas de riesgos biológicos, químicos y físicos. El personal de laboratorio se enfrenta a diversos riesgos al momento de tratar con microorganismos, por ende, es indispensable tener en cuenta los riesgos que exponen, tanto al contacto directo e indirecto, ya que se trabaja con material biológico que puede llegar a ser infeccioso. Por ello, es indispensable fomentar la cultura de la bioseguridad en que todo el personal, adopte medidas que garanticen la protección individual y del entorno (Cepero, 2012).

## CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Caracterización del área de estudio

El experimento se llevó a cabo en los laboratorios del Centro de Investigaciones Biotecnológicas (CEB), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Las fincas en las que se tomaron las muestras corresponden a las localidades de Olmedo (S1), Manglaralto (S2), El Tambo (S3) y Chanduy (S4). Sus coordenadas geográficas se detallan en la Tabla 2 y la ubicación de las zonas se representa en la Figura 1.

**Tabla 2.** Coordenadas geográficas de las fincas muestreadas en la provincia de Santa Elena (IGM, 2025).

<b>Olmedo</b>	Latitud Sur $2^{\circ}11'58''$ , Longitud Oeste $79^{\circ}52'59''$ . Se encuentra a una altitud aproximada de 4 metros sobre el nivel del mar, dado que se ubica en el casco urbano de Guayaquil.
<b>Manglaralto</b>	Coordenadas geográficas $01^{\circ}50'29''$ latitud sur, $80^{\circ}44'24''$ longitud oeste, a una altura de 12m.s.n.m; topografía plana con pendiente menor al 1 %.
<b>El Tambo</b>	El Tambo cuyas coordenadas geográficas son: Latitud Sur $02^{\circ}17'02''$ , Longitud Oeste $80^{\circ}51'27''$ , a una altitud aproximada de 5 metros sobre el nivel del mar.
<b>Chanduy</b>	Latitud Sur $02^{\circ}24'05.3''$ , Longitud Oeste $80^{\circ}41'07.4''$ , a una altitud aproximada de 12 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 1.** Ubicación satelital de las áreas de muestreo en la provincia de Santa Elena.

## 2.2 Condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, El tambo y Chanduy

En la Tabla 3 se muestra las condiciones climáticas registradas en las zonas de muestreo ubicadas en la provincia de Santa Elena.

**Tabla 3.** Parámetros climáticos de las zonas de muestreo en la provincia de Santa Elena (INAMHI, 2025).

Olmedo	Manglaralto	El Tambo	Chanduy
Olmedo tiene temperaturas que rondan los 22 °C, con una humedad aproximada del 83 %. El cielo suele estar mayormente nublado, con una cobertura de nubes del 85%, el clima es fresco, húmedo y con baja incidencia solar, adecuado para cultivos sensibles al exceso de sol y calor.	El clima de la Parroquia Manglaralto se clasifica como Aw mediante el sistema de Köppen-Geiger, cuya región se caracteriza por ser cálido durante todo el año, predominando una vegetación compuesta principalmente por pastizales y arbustos típicos del bosque seco. La temperatura media anual es de 20°C, las temperaturas son más altas en marzo con un promedio de 25.3°C, considerando el mes de agosto el más frío, con temperaturas promediando 21.5°C.	El tambo presenta un clima cálido características de las zonas semiáridas, con una temperatura media anual que ronda los 23°C. La vegetación predominante está constituido por pastizales resistentes y arbustos adaptados a la sequedad típica del bosque seco tropical. Durante el año, las temperaturas se mantienen relativamente altas, siendo agosto el mes con mayores calores térmicos y los meses cercanos a abril los más frescos, lo que influye directamente en los ciclos agrícolas y ecosistemas de la zona.	Chanduy tiene un clima predominante cálido, temperatura media anual, cercana a los 23.7°C. Esta parroquia se caracteriza por tener una estación seca prolongada, donde la vegetación natural está compuesta por especies de pastizales y arbustos típicos del bosque seco. Las temperaturas alcanzan su pico durante agosto, mientras que febrero y abril se registran como los meses más fríos.

### 2.2.1 Características del suelo en Olmedo

En cuanto al suelo, Olmedo presenta suelos principalmente arenosos y franco-arenosos, adecuados para cultivos adaptados a condiciones de baja humedad. Estos suelos suelen ser bien drenados, aunque con baja capacidad de retención de agua, lo que implica la necesidad de manejo adecuado para optimizar la agricultura y conservar la fertilidad (Parra, 2014).

### 2.2.2 Características del suelo en Manglaralto

El Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE), posee una extensión de 22.34 hectáreas, donde predominan suelos clasificados como Fluventic utrodepts y tierras misceláneas, siendo los primeros los que ocupan mayor parte del área; las tierras misceláneas no se consideran unidades definidas de suelo, mientras que los Fluventic Eutrodepts presentan

propiedades relevantes para la producción agrícola, con suelos de texto franca en la capa superficial y francos arcilloso en capas más profundas, buen drenaje, pH ligeramente alcalino y alta fertilidad (Goyes, 2021).

### **2.2.3 Características del suelo en El tambo**

Según el Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT 2020 – 2023) del GAD parroquial, en el Tambo los suelos son predominante de textura variada con presencia de suelos francos arenosos, que tienen baja retención hídrica, características típicas de zonas semiáridas. Estos suelos permiten la dominancia de formaciones vegetales de bosque seco, con una marcada influencia de procesos de erosión y una capacidad limitada para la agricultura intensiva (GAD, 2020).

### **2.2.4 Características del suelo en Chanduy**

En la parroquia Chanduy, la información del GAD parroquial señala que los suelos corresponden en gran medida a suelos superficiales con baja profundidad, con textura entre arenosas y franco arenosas, con presencia de fragmentos líticos y rocosos, lo cual condice con la vegetación de pastizales y arbustos típicos de bosque seco, y la influencia climática semiárida caracteriza esta región costera (GAD, 2022).

## **2.3 Materiales, equipos y reactivos**

Para la investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

### **2.3.1 Material de campo para colecta de muestras**

- ❖ Palas
- ❖ Botas
- ❖ Fundas para recolectar muestras
- ❖ Rotuladores
- ❖ Tijeras
- ❖ Saco

### **2.3.2 Material de laboratorio**

- |                                      |                          |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ❖ Cajas Petri (desechables y vidrio) | ❖ Vasos de precipitación |
| ❖ Pinzas                             | ❖ Agitadores             |
| ❖ Vidrio reloj                       | ❖ Mecheros               |
| ❖ Bisturí                            | ❖ Alcohol                |

- ❖ Agua destilada
- ❖ Cinta para film 4 x 125 FT
- ❖ Cubre y porta objetos
- ❖ Espátula
- ❖ Asa de platino
- ❖ Probeta
- ❖ Matraz

### **2.3.3 Equipos de laboratorio**

- ❖ Refrigerador
- ❖ Contador de colonias
- ❖ Autoclave
- ❖ Incubadora
- ❖ Microscopio
- ❖ Cámara de flujo laminar
- ❖ Balanza
- ❖ Calentador

### **2.3.4 Reactivos para medios de cultivo**

- ❖ Lactophenol cotton blue
- ❖ Agua destilada
- ❖ Medio de cultivo PDA
- ❖ Alcohol al 95 %
- ❖ Sabouraud Dextrosa Agar
- ❖ NaCl

## **2.4 Tipo de investigación**

Es una investigación de tipo básica, exploratoria y descriptiva, con enfoque cuantitativo, ya que está enfocada en el aislamiento, identificación y cuantificación de hongos fitopatógenos presentes en muestras de suelo y tejido vegetal de diversas fincas. Incluye trabajo de campo para la recolección de muestras bajo condiciones naturales, sin alterar las variables ambientales, y de laboratorio para el análisis microbiológico, complementado con herramientas de georreferenciación para representar la distribución espacial de los hongos identificados (Matthew, 2022).

Además, esta investigación es parte del proyecto “Elicidores, crecimiento y desarrollo de especies hortofrutícolas en condiciones de estrés biótico y abiótico” el cual busca evaluar

la interacción entre los microorganismos del suelo y los compuestos bioactivos que estimulan la resistencia vegetal, contribuyendo así al desarrollo de estrategias sostenibles para el manejo fitosanitario.

## **2.5 Manejo del experimento**

### ***2.5.1 Fincas de muestreo de suelo y tejido vegetal***

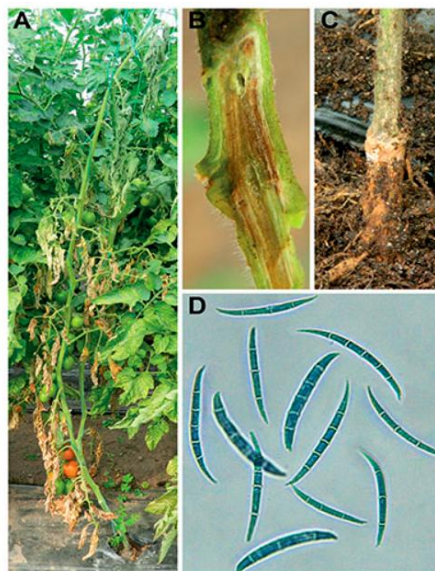
El muestreo se realizó en cuatro fincas productoras del cultivo de tomate para lo cual se consultó a organismos competentes como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Prefectura, Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario de Ecuador (Agrocalidad), presidentes de las diferentes comunas que tradicionalmente siembran tomate, y en base a esta información se visitaron cuatro fincas productoras de tomate (ANEXO 1 - 4).

### ***2.5.2 Recolección de muestras de suelo en campo***

Las muestras de suelo se colectaron en las fincas situadas en Olmedo, Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE), El Tambo y Chanduy. Se realizó el muestreo descrito por Agrocalidad (2018), el cual indica que se debe recolectar muestras alrededor de las plantas afectadas o que presenten síntomas por enfermedad, por lo que se eliminó la cobertura vegetal y piedras presentes en el área de muestreo, y con la pala se recolectó 1 kg a una profundidad de 20 cm en todos los puntos cardinales, se mezclaron y se obtuvo una submuestra; este procedimiento se repitió 5 veces, hasta obtener un total de 5 submuestras.

### ***2.5.3 Recolección de muestras de tejido vegetal***

En las mismas fincas en las que se extrajo el suelo, se observaron plantas que presentaban posibles síntomas de *Fusarium* spp., según (Martínez *et al.*, 2023), quien menciona “Cuyo hongo es reconocido por afectar en la base del tallo donde presentará un color oscuro y las hojas inferiores presentan un color amarillento” (Figura 2).



**Figura 2.** Sintomatología en Plantas de tomate: A. Síntomas de marchitamiento vascular por *Fusarium oxysporum*. B. Síntomas de detalle de la obstrucción del xilema. C. Síntomas detallado en la base de la planta. D. *Macroconidios* vista al microscopio Mayens *et al.* (2017).

#### **2.5.4 Almacenamiento y conservación de las muestras**

Las muestras se colectaron en fundas herméticas, cada una fue rotulada y transportada al laboratorio de Ciencias Químicas y Microbiológicas del CEB – UPSE. La conservación de las muestras de tejido vegetal y de suelo fueron refrigeradas a una temperatura de 4 °C, con el objetivo de minimizar la descomposición biológica e impedir el desarrollo de microorganismo no deseados (Pavlovska *et al.*, 2021).

#### **2.5.5 Preparación de medio de cultivo**

Se utilizó papa dextrosa agar (PDA) como medio de cultivo para ambas muestras; siguiendo las indicaciones descritas por el fabricante, se utilizó 39 g de PDA en 1000 ml de agua destilada y se vació en placas Petri (Alghuthaymi *et al.*, 2021).

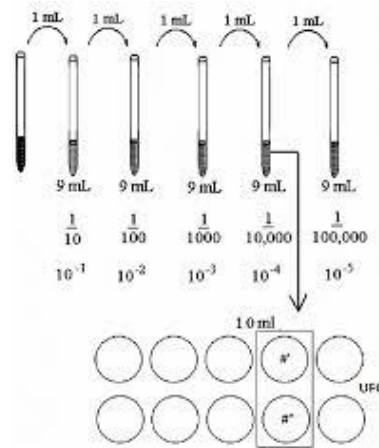
#### **2.5.6 Procesamiento para aislar muestras de hongos**

##### **2.5.6.1 Muestra de tejido vegetal**

Las muestras se desinfectaron en una solución de etanol al 75% por 10 segundos, después se lavaron con agua destilada; para la eliminación de restos de suelo y material orgánico, los fragmentos fueron desinfectados y se colocaron en papel filtro estéril para su secado antes de la siembra en las cajas Petri (Summerbell *et al.*, 2020).

### 2.5.6.2 Muestra de suelos

Se prepararon las muestras de suelo removiendo las partículas, se pesó 10 g y se añadió a una solución salina de 90 mL; se removió la mezcla hasta que las estructuras del suelo se disolvieron, dejando reposar la mezcla durante 5 min; pasado el tiempo, con ayuda de la micropipeta estéril, se accionaron 1000  $\mu\text{L}$  y se realizó las diluciones seriadas de  $10^{-2}$  hasta  $10^{-5}$ , tal como se observa en la Figura 3.



**Figura 3.** Diluciones seriadas de muestras de suelo (Barrios, 2011).

### 2.5.7 Siembra de tejido vegetal

Los fragmentos de tejido vegetal se sembraron en cajas Petri estériles, con medio PDA; la siembra se realizó con 4 fragmentos estériles, formando un cuadrado entre ellos (Yang *et al.*, 2024).

### 2.5.8 Siembra de muestras de suelo

De las muestras de suelo se accionaron 100  $\mu\text{L}$  y de igual manera se sembró en cajas Petri, en medio PDA, el método que se utilizó fue colocar pequeñas gotas en el medio y realizar la dispersión formando una rejilla, este proceso se realizó con todas las diluciones (Mortimer *et al.*, 2025).

### 2.5.9 Incubación de las muestras

Las muestras de tejido vegetal y suelo fueron selladas y se incubaron a  $28^{\circ}\text{C}$ ; la observación del crecimiento de los hongos se realizó a los 5 días de incubación en cada una de las cajas Petri.

### **2.5.10 Identificaciones morfológicas de hongos**

Las muestras obtenidas del cultivo de hongos se colocaron en el portaobjeto con el asa de siembra esterilizada, se utilizó 0.05 mL de azul de lactofenol para la tinción, seguido se colocó en el cubreobjeto y se procedió a observar en el microscopio óptico con los objetivos 4, 10 y 40X. Para identificar los hongos se utilizó las claves de Finch y Finch (1974) complementado con la IA (ChatGPT) donde se compararon las características morfológicas de los hongos encontrados en las muestras aisladas y fotografiadas. Las imágenes obtenidas del microscopio fueron procesadas digitalmente para realzar las características nítidas que muestren las estructuras claras de cada hongo aislado. Luego fueron introducidas en el programa de inteligencia artificial ChatGPT (<https://chatgpt.com/>) para la comparación de imágenes.

### **2.5.11 Purificación de las cepas de hongos aisladas**

Se empleó Sabouraud Dextrose Agar (SDA) como medio para la purificación, con ayuda de un asa de platino se tomaron las puntas del micelio del hongo aislado para obtener una cepa pura de la misma; SDA es un medio ampliamente utilizado en la purificaciones tal como lo menciona el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2020)

### **2.5.12 Presencia de hongos**

La presencia de hongos en las muestras de tejido vegetal y suelo se determinó mediante las técnicas de aislamiento e identificación. Para ello se tomaron muestras representativas de cada finca de muestreo, las cuales fueron procesadas mediante protocolos descritos (Espinoza *et al.*, 2023).

## **2.6 Parámetros evaluados**

### **2.6.1 Aislamiento de las cepas de hongos**

El aislamiento de hongos se realizó a partir de las muestras recolectadas en las diferentes fincas de muestreo. Las muestras fueron tomadas en condiciones estériles y transportadas al laboratorio en bolsas o frascos herméticamente cerrados para evitar contaminación.

### **2.6.2 Conteo de colonias**

Para contar el número de colonias formadas por hongos fitopatógenos, se utilizó el contador de colonia, un método muy utilizado por autores como Sanchez *et al.* (2017).

### **2.6.3 Color de colonia en las cajas Petri**

La observación del color de las colonias formadas en las cajas Petri, provenientes de los aislamientos de muestras de tejido vegetal y suelo, constituye una característica distintiva de cada género fúngico, ya que representa un indicador morfológico macroscópico.

### **2.6.4 Presencia de hongos**

Para calcular la presencia de hongos totales en las fincas muestreadas, se realizó una adición, en la cual se obtuvo el porcentaje de presencia. Para este cálculo se utilizó la fórmula utilizada por García *et al.* (2013):

$$\text{Porcentaje} = \left( \frac{\text{Número de colonias aisladas}}{\text{Número de un hongo aislados}} \right) \times 100$$

### **2.7 Mapa con la distribución de hongos**

Para la elaboración del mapa se usó el programa Qgis (3.34.14) en el que se registró la presencia de hongos aislados en las fincas muestreados en la provincia de Santa Elena.

### **2.8 Análisis estadístico de los resultados**

Los resultados de los conteos de las Unidades Formadoras de Colonia (UFC), obtenidas fueron tabulados en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft) y acorde de los datos se obtuvieron medias y gráficos; tablas de frecuencias para calcular los promedios de las unidades formadoras de colonias por cada finca monitoreada.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 Aislamiento de cepas de hongos

Los resultados obtenidos mediante el aislamiento en medio PDA permitieron recuperar una diversidad considerable de hongos y oomicetos presentes tanto en suelo como en tejido vegetal de las cuatro fincas de tomate (*Solanum lycopersicum* L) evaluadas. La Figura 4 muestra la morfología inicial de los aislados provenientes de suelo, mientras que la Figura 5 evidencia los aislados obtenidos de tejido vegetal. La presencia simultánea de colonias de *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. y *Rhizopus* spp. confirma que el microbioma asociado al tomate en Santa Elena presenta una mezcla de fitopatógenos, oportunistas y saprofitos.

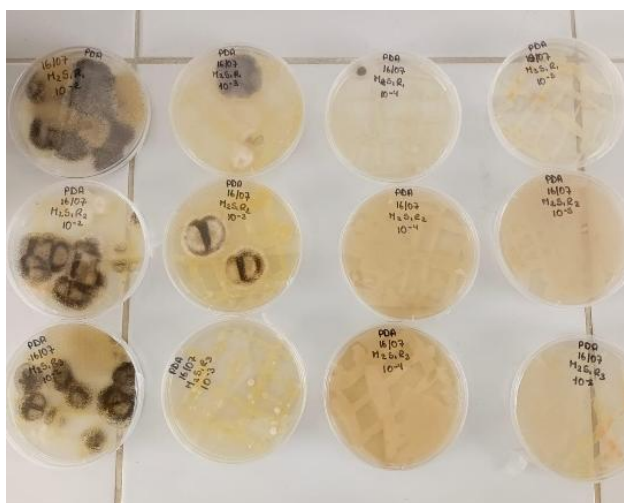


Figura 4. Aislados de muestras de suelos en medio PDA.

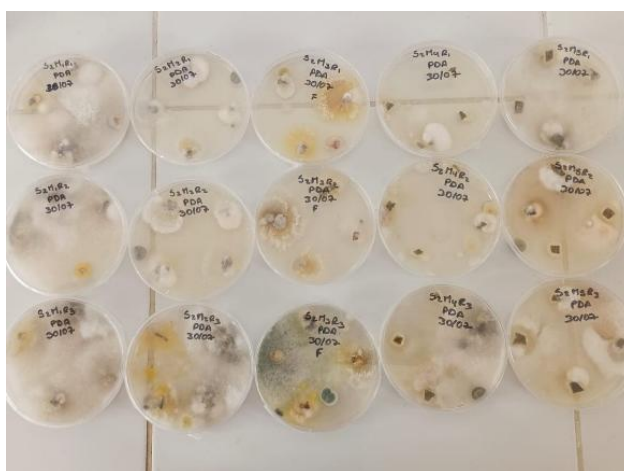


Figura 5. Aislados de muestras de tejido vegetal en medio PDA.

### 3.2 Cuantificación de hongos

La Figura 6 muestra el número de hongos contabilizados en cada finca; de las cuales la finca con mayor presencia de hongos recae en la finca número 3 con la cantidad de 431 UFC entre la suma de tejido vegetal y suelo. La mayor presencia de hongos se encontró en el suelo, contrario a las muestras de tejido vegetal.

La diferencia encontrada entre las muestras de tejido vegetal y suelo en el presente ensayo, puede ser explicada por Qian *et al.* (2019) quienes señalan que la disponibilidad de recursos en el suelo ayuda a atraer abundantes microorganismos incluyendo a los hongos, ya que hay mayor interacción entre materia orgánica, raíces, humedad y condiciones ambientales, las cuales favorecen un mayor crecimiento micelial, no así en el tejido vegetal, dado que la misma planta produce compuestos antimicrobianos que dificultan la presencia o el establecimiento de hongos.

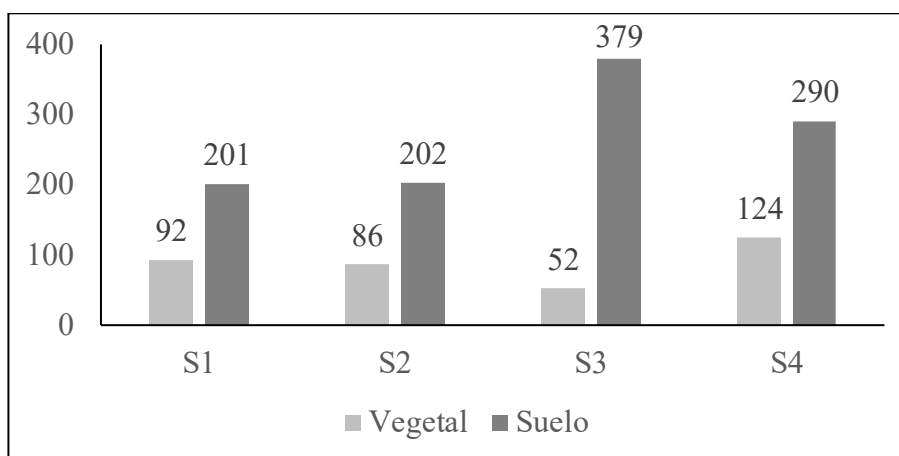
Los resultados muestran que la finca uno, sector de Olmedo, presentó una menor presencia de hongos, lo cual podría estar relacionado con la aplicación frecuente de fungicidas químicos, realizada hasta tres veces durante la semana de muestreo, por lo que este manejo fitosanitario reduciría significativamente la proliferación de microorganismos en el suelo, lo que se reflejó en un total de 293 UFC aisladas. En la finca dos, ubicada en el área de influencia del Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE), también se empleaban fungicidas químicos y orgánicos, registrándose una presencia intermedia de microorganismos con 288 UFC.

Por su parte, la finca tres, situada en la parroquia El Tambo, presentó la mayor cantidad de unidades formadoras de colonia (414 UFC), indicando más alta proliferación fúngica tanto en suelo como en tejido vegetal. Finalmente, en la finca cuatro, ubicado en la entrada de Chanduy, se detectó una presencia considerable de hongos, con valores elevados de UFC, lo que sugiere condiciones favorables para su desarrollo.

La explicación de estos resultados en cada una de las fincas, pueden ser explicados acorde a lo mencionado por Meyer *et al.* (2021), quienes señalan que los fungicidas aplicados en altas concentraciones, alteran la microbiota del suelo, incluso inhibe el crecimiento de hongos y otros microbios responsable de la descomposición de la materia orgánica lo que ralentiza la degradación de residuos vegetales.

Adicional a ello, al ser el cultivo de tomate altamente sensible, tanto a plagas como a enfermedades, la presencia de microorganismos se ve controlada por la aplicación de pesticidas. Esto coincide con lo reportado por Zhang *et al.* (2024), quienes demuestran una

disminución notable de microorganismo edáficos asociada a la aplicación intensiva de fungicidas.



**Figura 6.** Cuantificación de colonias de hongos muestreados o identificados en la provincia de Santa Elena 2025.

En la Tabla 4 se presenta el nombre de las fincas, con la suma total de UFC entre tejido vegetal y suelo, y los géneros de hongos aislados en cada finca.

**Tabla 4.** Hongos aislados en tejidos vegetales y suelo de las fincas en estudio, en la provincia de Santa Elena.

Códigos	Fincas	Conteo de hongos con la cámara de colonias	Hongos aislados
S1-Olmedo	Hermanos Lindao	293	<i>Fusarium</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp., y <i>Alternaria</i> spp.
S2-Manglaralto	Centro de Apoyo Manglaralto	288	<i>Rhizoctonia</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp., <i>Alternaria</i> spp y <i>Rhizopus</i> spp.
S3-El Tambo	Don Cacao	431	<i>Phytophthora</i> spp., <i>Aspergillus</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Rhizopus</i> spp y <i>Rhizoctonia</i> spp.
S4-Chanduy	Jorge Sánchez	414	<i>Aspergillus</i> spp., <i>Penicillium</i> spp., <i>Rizhopus</i> spp., <i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp., y <i>Phytophthora</i> spp,

### 3.3 Purificación y caracterización de hongos aislados

La caracterización de los hongos se realizó mediante el color de la colonia, un indicativo morfológico, que es particular en ciertas especies, entre ellas se encuentran las siguientes:

#### ***Cepa 1. Alternaria spp.***

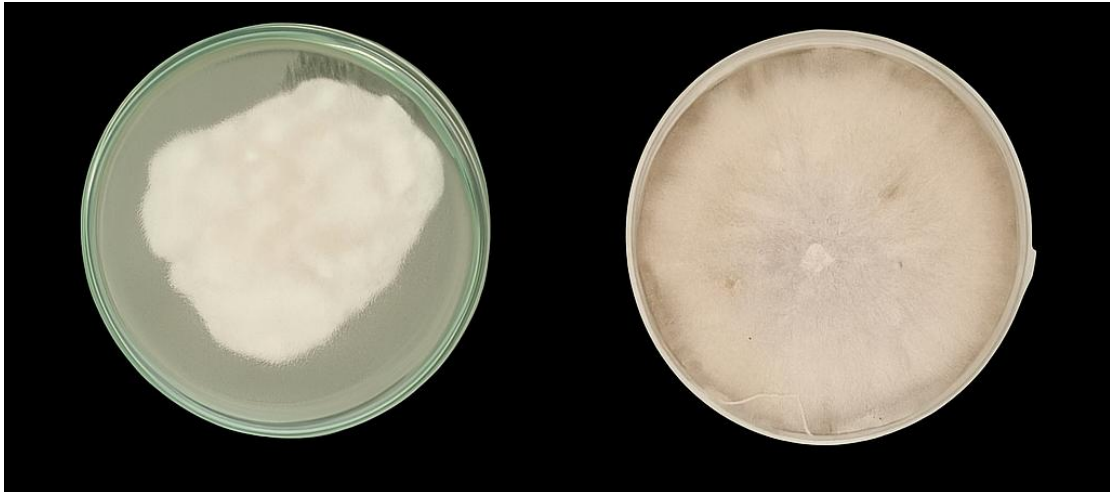
Al observar este hongo presentó a la colonia con textura algodonosa y rápido crecimiento (Figura 7). Su coloración varió entre tonos oscuros, grises y marrones, coincidiendo con lo descrito por Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2022), el cual señala, que este hongo microscópicamente produce conidios pardos, tabicados, en largas cadenas.



**Figura 7.** Colonia purificada de *Alternaria spp.*, aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

#### ***Cepa 2. Fusarium spp***

En este hongo se observó un crecimiento rápido con una textura algodonosa característica. Inicialmente, las colonias presentaron una coloración blanca, que posteriormente evolucionó hacia tonalidades púrpuras, rosadas o rojizas (Figura 8). Estas características coincidieron con lo descrito por Meneses *et al.* (2022), en su estudio de especies de *Fusarium* en Costa Rica los cuales obtuvieron colonias con tonalidades púrpuras luego de 5 días de incubación en medio PDA.



**Figura 8.** Colonia purificada de *Fusarium* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

### ***Cepa 3. Aspergillus spp***

Se observó una colonia con aspecto polvoriento o ligeramente granuloso, cuya coloración varió según la especie, mostrando tonalidades verdes azuladas, amarillas o la presencia de micelio acompañado de puntos negros (Figura 9). Estas características concuerdan con lo señalado por Micheli (2020) quienes en su estudio observaron tonalidades verde azuladas, colonias características de *Aspergillus*.



**Figura 9.** Colonia purificada de *Aspergillus* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

### ***Cepa 4. Penicillium spp.***

Se distingue por su crecimiento rápido y textura algodonosa. Las colonias de este hongo muestran coloraciones verdes o verde azuladas (Figura 10). Estas características del

género coinciden con lo observado y descrito macroscópicamente, por Ellis (2024) quienes en su estudio observaron colonias de color verde.



**Figura 10.** Colonia purificada de *Penicilium* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

#### ***Cepa 5. Phytophthora spp***

Aunque no corresponde a un hongo verdadero, sino a un oomiceto, *Phytophthora* spp., este oomiceto desarrolla colonias con características morfológicas semejantes a las de los hongos filamentosos (Figura 11). Presenta una textura algodonosa y densa, con coloraciones que varían entre blanco, rosado y crema, tal como señalan Palacios *et al.* (2021) quienes en su estudio observaron las colonias luego de cinco días y obtuvieron colonias blancas.



**Figura 11.** Colonia purificada de *Phytophthora* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

**Cepa 6. *Rhizopus* spp**

Se observó un crecimiento acelerado con colonias densas y de textura algodonosa, que cubren rápidamente la superficie del medio de cultivo (Figura 12). En las etapas iniciales presentan una coloración blanca, que con el tiempo se torna grisácea o amarillenta debido a la maduración de las estructuras reproductivas, coincidiendo con lo descrito por Petruzzello (2025) quienes en su estudio obtuvieron colonias de coloración grisácea.



**Figura 12.** Colonia purificada de *Rhizopus* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

**Cepa 7. *Rhizoctonia* spp**

Este hongo muestra un crecimiento rápido con colonias compactas y algodonosas. Su color varía del blanco al crema y grisáceo (Figura 13), observándose la formación de esclerocios de distintos tamaños y tonalidades, desde blanco hasta marrón oscuro, como indican Moliszewska *et al.* (2023) quienes en su estudio obtuvieron colonias de color grisáceo.



**Figura 13.** Colonia purificada de *Rhizocotonia* spp., aisladas en muestras de suelo y tejido vegetal en la provincia de Santa Elena.

La Tabla 5 presenta una clasificación taxonómica y un resumen del rol funcional de diversos géneros relevantes de hongos y oomicetos. En ello se incluye fitopatógenos, que causen enfermedades en plantas; saprofitos que se desarrollan sobre materia orgánica muerta y organismo oportunista, capaces de infectar plantas o animales en condiciones favorables.

**Tabla 5.** Clasificación taxonómica y modos de vida de géneros fúngicos y oomicetos relevantes en fitopatología (Jiménez, 2023).

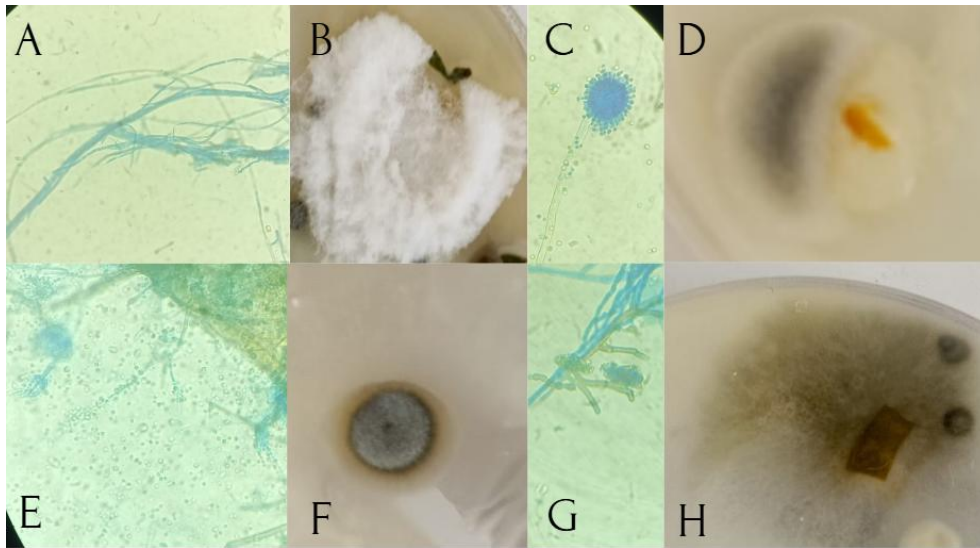
Cepa	Género	División	Rol funcional	Observaciones
1	<i>Alternaria</i> spp.	Ascomycota	Fitopatógeno y ocasional saprófito	Ataca principalmente plantas; puede situarse en material seco.
2	<i>Fusarium</i> spp.	Ascomycota	Fitopatógeno, ocasional oportunista	Ataca raíz y base del tallo también puede afectar a humanos inmunocomprometidos.

3	<i>Penicillium</i> spp.	Ascomycota	Principalmente saprófito	Descompone materia orgánica, patógenos oportunistas o producen micotoxinas.
4	<i>Aspergillus</i> spp.	Ascomycota	Saprófito, oportunista, algunas especies fitopatógenas	Amplia distribución, puede desarrollarse en alimentos y material descompuesto; algunos producen toxinas y ciertas especies son oportunistas en humanos y ocasionalmente en plantas.
5	<i>Rhizopus</i> spp.	Mucoromycota	Saprófito, oportunista	Se encuentra en descomposición de alimentos, rara vez puede oportunista en humanos.
6	<i>Phytophthora</i> spp.	Oomycota	Fitopatógeno	Engloba importantes agentes de enfermedades de plantas (oomiceto)
	<i>Rhizoctonia</i> spp.	Basidiomycota	Fitopatógeno, algunas cepas saprófitas o micorrícicas	Principalmente fitopatógeno en cultivos, algunas cepas saprófitas y otras desarrollan relaciones simbióticas.

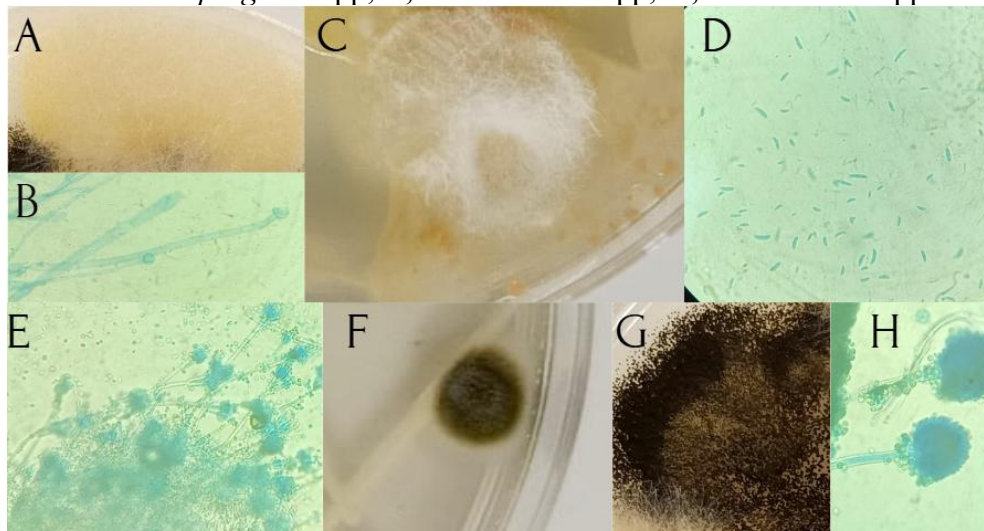
### 3.4 Identificación de diferentes géneros de hongos

En cada finca muestreada se identificaron hongos tanto en las muestras de suelo como de tejido vegetal.

En la finca 1, se aislaron cuatro géneros en tejido vegetal las cuales fueron *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., y *Alternaria* spp.; mientras que, en las muestras de suelo se identificaron los géneros *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., y *Rhizopus* spp., en la rizosfera (Figuras 14 y 15). Lo cual es similar a lo reportado por Martínez *et al.* (2016), quienes, identificaron los géneros *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., asociados al cultivo de tomate en la zona árida del noroeste de México.

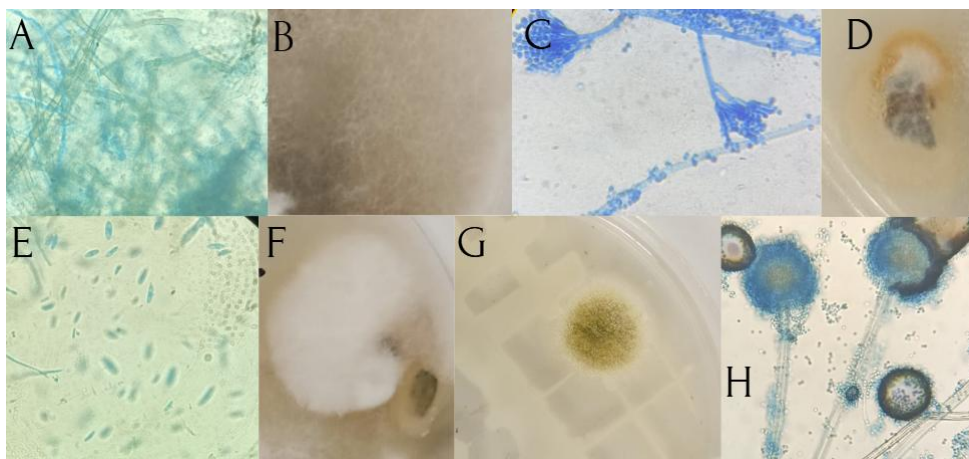


**Figura 14.** Hongos aislados en tejido vegetal S1 **A, B** *Fusarium* spp; **C, D** *Aspergillus* spp; **E, F** *Penicillium* spp; **G, H** *Alternaria* spp.

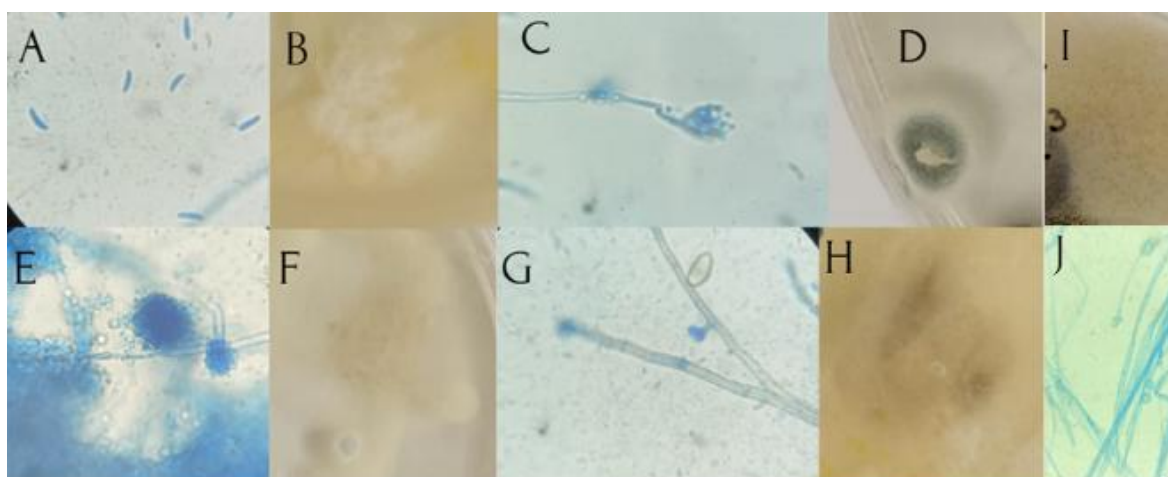


**Figura 15.** Hongos aislados en diluciones de suelo S1 **A, B** *Rhizopus* spp; **C, D** *Fusarium* spp; **E, F** *Penicillium* spp; **G, H** *Aspergillus* spp.

Mientras que, en la finca 2 se identificaron 4 géneros de hongos en las muestras de tejido vegetal, las cuales fueron, *Rhizoctonia* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., y *Aspergillus* spp. En muestras de suelo se encontraron también 4 géneros *Fusarium* spp, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., y *Alternaria* spp. (Figuras 16 y 17). Coincidiendo con Carmona *et al*, (2022) quienes reportaron los géneros fitopatógenos *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia* spp., asociados al tomate, en Colombia.

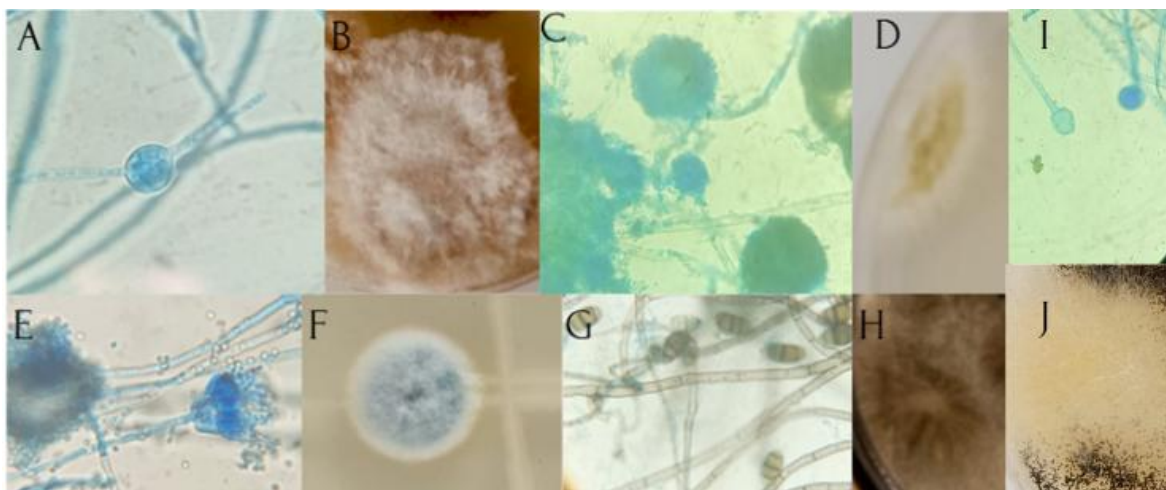


**Figura 16.** Hongos aislados en tejido vegetal S2: **A, B** *Rhizoctonia* spp; **C, D** *Penicillium* spp; **E, F** *Fusarium* spp; **G, H** *Aspergillus* spp.

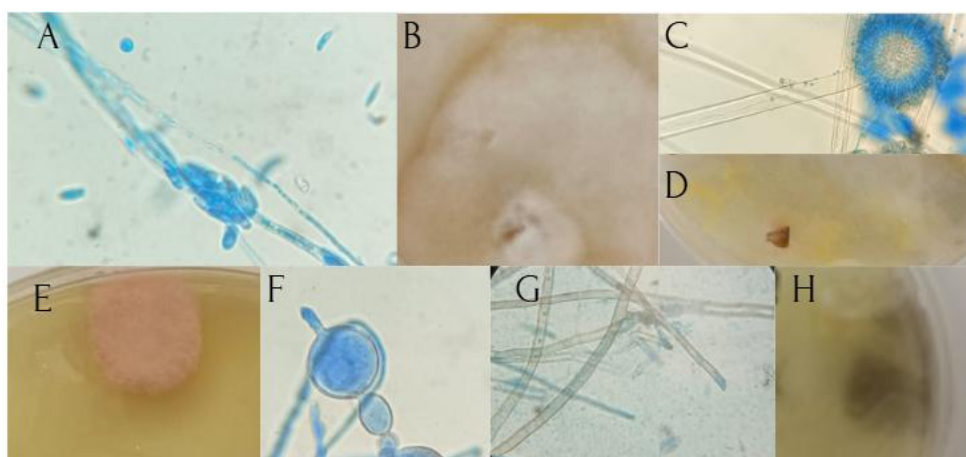


**Figura 17.** Hongos aislados en muestras de suelo S2 **A, B** *Fusarium* spp; **C, D** *Penicillium* spp; **E, F** *Aspergillus* spp; **G, H** *Rhizoctonia* spp; **I, J** *Rhizopus* spp.

En la tercera zona de muestreo se aislaron 4 géneros en el tejido vegetal, con presencia de *Phytophthora* spp., *Aspergillus* spp., *Alternaria* spp., y *Penicillium* spp. Por parte de las muestras de suelo se encontraron *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., y *Phytophthora* spp. (Figura 18 y 19). Coincidiendo con García *et al.* (2021), quienes en su investigación aislaron los géneros fitopatógenos *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Phytophthora* spp., en diferente sitios de Republica Dominicana.

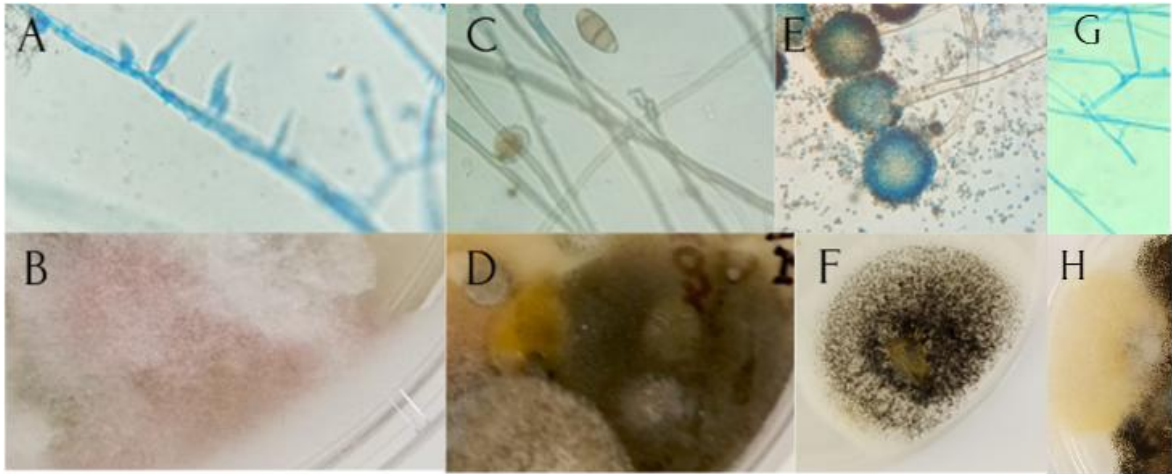


**Figura 18.** Hongos aislados en tejido vegetal S3 **A, B** *Phytophthora* spp; **C, D** *Aspergillus* spp; **E, F** *Alternaria* spp; **G, H** *Penicillium* spp; **I, J** *Rhizopus* spp.

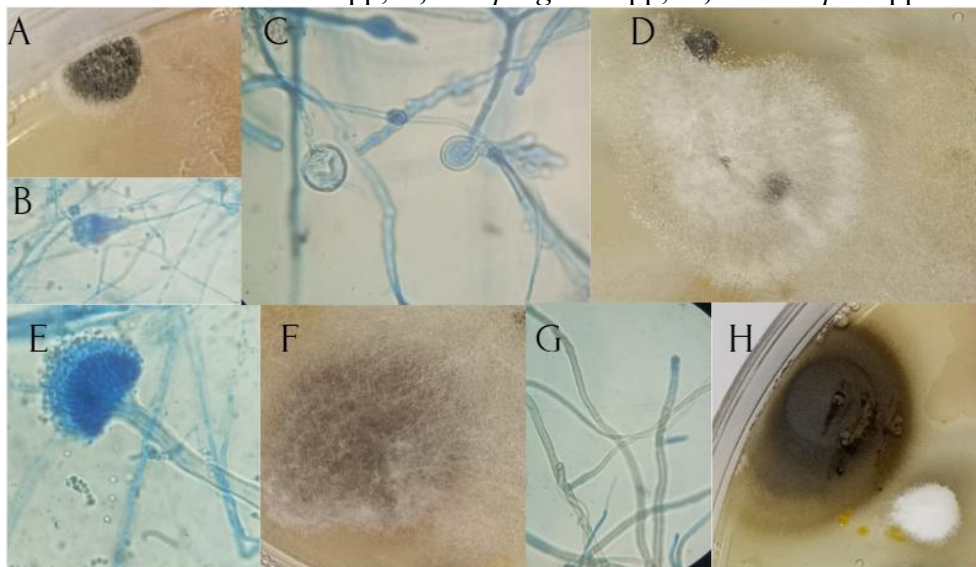


**Figura 19.** Hongos aislados en muestras de suelo S3 **A, B** *Fusarium* spp; **C, D** *Aspergillus* spp; **E, F** *Phytophthora* spp; **G, H** *Alternaria* spp.

Para el último punto de muestreo situado en Chanduy, en las muestras de tejido vegetal se identificaron 4 géneros de hongos como *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., y *Aspergillus* spp. Mientras que, en las muestras de suelo se identificaron 3 géneros de hongos, *Penicillium* spp., *Phytophthora* spp., y *Aspergillus* spp. (Figura 20 y 21). Coincidiendo con Fernando *et al.* (2017) que reportaron *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Rhizoctonia* spp., y *Fusarium* spp, también aislados en este trabajo.



**Figura 20.** Hongos aislados en muestras de suelo S4 **A, B** *Fusarium* spp; **C, D** *Alternaria* spp; **E, F** *Aspergillus* spp; **G, H** *Rhizopus* spp.



**Figura 21.** Hongos aislados en muestras de suelo S4 **A, B** *Penicillium* spp; **C, D** *Phytophthora* spp; **E, F** *Aspergillus* spp; **G, H** *Rhizoctonia* spp.

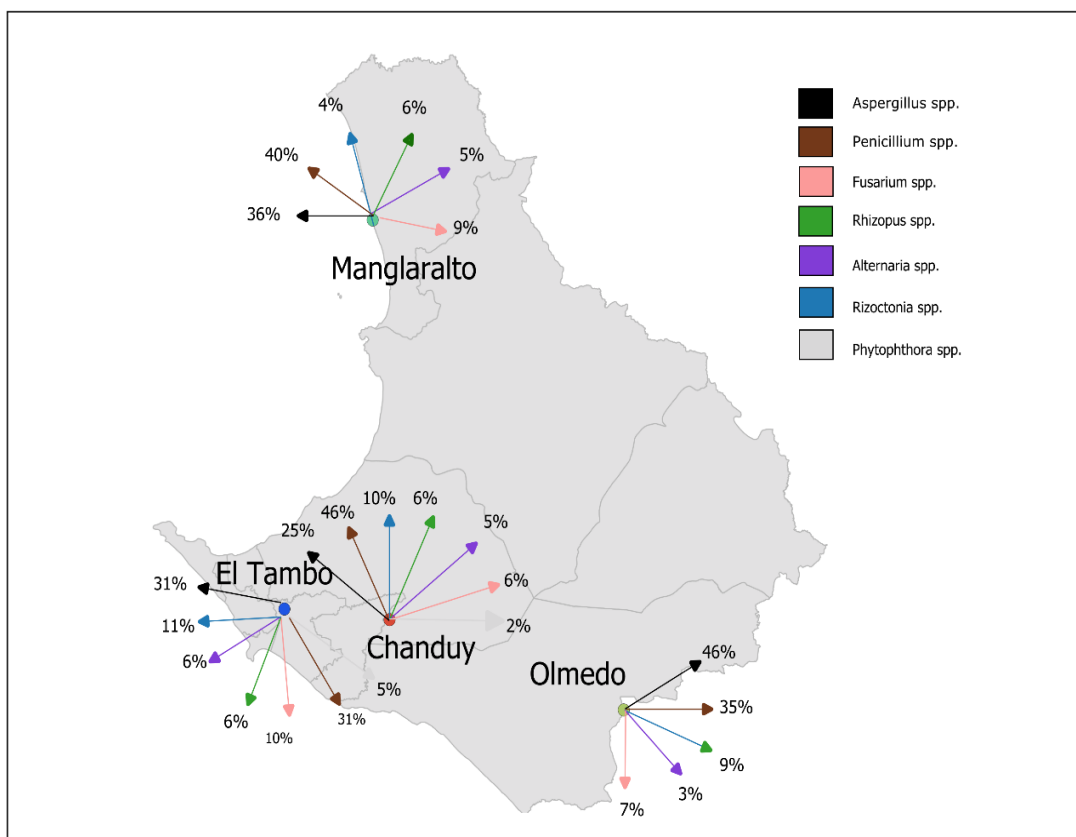
### 3.5 *Distribución de la presencia de hongos fitopatógenos en las fincas muestreadas y características del manejo de los cultivos*

En los análisis realizados en las fincas: Olmedo, Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE), El Tambo y Chanduy presentaron en las muestras de tejido vegetal y de suelo diferentes géneros de hongos. Se observó que todas las fincas presentaron algún grado de presencia fúngica, lo que se demuestra que estos organismos están distribuidos en las zonas de producción de tomate en la provincia de Santa Elena.

El mayor porcentaje de presencia de hongos recae en los géneros *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp. fueron los de mayor presencia, aunque no son considerados patógenos del

tomate, prevalecen por su método de propagación por esporas es muy rápida coincidiendo con Herrera *et al.* (2022), contrario a los géneros *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.* y *Phytophthora spp.* que pueden afectar cultivos de tomate si no se controlan a tiempo, causando grandes pérdidas.

Lo anterior mencionado concuerda con lo señalado por García *et al.* (2021), donde identificaron hongos fitopatógenos en cultivo de tomate en República Dominicana, al encontrar presencia de los géneros *Fusarium spp.*, *Rhizoctonia spp.* y *Phytophthora spp.*



**Figura 22.** Porcentaje de presencia de hongos identificadas en la provincia de Santa Elena 2025.

El manejo del cultivo de tomate podría ser de gran importancia para entender la distribución y presencia/ausencia de los hongos, en los sitios de muestreo. En la Tabla 6 se describen las principales características del manejo del cultivo de tomate realizadas por cada productor en las cuatro fincas monitoreadas en la provincia de Santa Elena, en la que se detallan las practicas implementadas, acorde al estado fenológico del cultivo y el destino de la producción.

**Tabla 6.** Características del manejo del cultivo, fenología y comercialización del tomate en las diferentes fincas de muestreo

<b>Fincas</b>	<b>Características del manejo del cultivo realizadas por el productor</b>	<b>Fenología del cultivo</b>	<b>Comercialización</b>
Olmedo (S1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Semilla adquirida por recomendaciones</li> <li>-Siembra por chupones, uso de tutorados</li> <li>-Ataque de Fusarium y Mildiu</li> <li>-Aplicación de fungicidas 3 veces por semana, -Presencia de daño por insectos</li> <li>-Áreas con suelos severamente compactados y encharcados.</li> </ul>	Floración	Mercado local
Manglaralto (S2)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Empleo de rotación de cultivo</li> <li>-Arado manual</li> <li>-El suelo severamente compactado</li> <li>-Aplicación de fungicidas orgánicos y químicos</li> <li>-Presentaba malezas y descuido.</li> <li>-Plantas enfermas y frutos dañados.</li> </ul>	Cosecha	Consumo propio
El tambo (S3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-No remueven el suelo</li> <li>-Implementan la rotación del cultivo</li> <li>-Usan semillas de tomate certificadas</li> <li>-Optaron por realizar una siembra sin tutorados para minimizar costos</li> <li>-Suelo es suelto y aplican el riego necesario para que el suelo no se encharque</li> <li>-Daños en ciertas plantas y frutos</li> <li>-La aplicación de fungicidas la realizan una vez por semana</li> </ul>	Maduración del fruto	Mercado local
Chanduy (S4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El productor siembra tomate toda su vida</li> <li>-Solo siembra una vez al año</li> <li>-Emplea la rotación de cultivo</li> <li>-Combinan el control químico con trampas cromática</li> <li>-Presentan problemas por virus.</li> </ul>	Desarrollo	Mercado local

La aplicación de fungicidas en las distintas áreas muestreadas está influenciada por el uso de insumos químicos, los cuales reducen significativamente la diversidad de hongos del suelo. De acuerdo con lo mencionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2023), estos insumos también afectan la estructura y composición de la comunidad fúngica.

Estos resultados concuerda con la investigación de Zhang *et al.* (2024) quienes afirma una reducción significativa de la diversidad microbiana, se da tras las aplicación de

fungicidas. Por lo cual, en las fincas muestreada, Olmedo (S1) y Centro de Apoyo Manglaralto (UPSE) (S2) hubo poca presencia de microorganismos, lo que podría estar relacionada con la aplicación constante de estos insumos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### *Conclusiones*

Diferentes géneros de hongos fitopatógenos fueron aislados a partir de muestras de suelos y tejido vegetal, recolectadas en cuatro fincas productoras de tomate en Santa Elena, demostrando la presencia de una comunidad microbiana fúngica en las fincas muestreadas. Esto confirma que los agentes causales de enfermedades se encuentran de manera natural en las parcelas y pueden permanecer durante mucho tiempo siendo un riesgo para los productores.

Los géneros de hongos identificados correspondieron principalmente a *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizopus* spp., *Rhizoctonia* spp y *Phytophthora* spp., lo que indica que son géneros de importancia para la sanidad del cultivo de tomate y que las enfermedades fúngicas probablemente no son ocasionadas por un solo hongo sino por la interacción entre diferentes géneros.

Los hongos identificados se encuentran distribuidos en todas las zonas muestreadas, lo que evidencia su amplia presencia en la península y sugiere que, de no aplicarse medidas oportunas de manejo, su reproducción podría comprometer de manera generalizada la producción tomatera y de otros cultivos de importancia en la región.

Los resultados encontrados permiten aceptar la hipótesis planteada en este ensayo.

### *Recomendaciones*

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se recomienda lo siguiente, para futuras investigaciones:

- Realizar estudios moleculares (PCR) que complementen la identificación morfológica.
- Realizar ensayos de patogenicidad entre los géneros aislados, evaluando la incidencia y severidad en distintas variedades de tomate.
- Profundizar ensayos de antagonista en los hongos encontrados en el cultivo de tomate.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulkadir, E.E. & Vi, G., 2023. Pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) isolates in causing tomato wilt disease on two tomato (*Solanum lycopersicum* L) varieties. *International Journal of Horticulture and Food Science*, 5(2), pp.23–29. Available at: <https://doi.org/10.33545/26631067.2023.v5.i2a.174>
- Agencia de Regulación y control Fito y Zoonosanitario de Ecuador (Agrocalidad), 2018. Laboratorio de suelos, foliares y aguas. Available at: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf>
- Alghuthaymi, M.A., 2021. Isolation and identification of *Fusarium* species from different types of soils at Basra Governorate and their pathogenicity testing. *ResearchGate*. Available at: <https://doi.org/10.18081/MJAS/2019-7/83-91>
- Al-Rammahi, G. & Alshimaysawe, U.A.A., 2025. Diagnosis and pathogenesis of fungi *F. oxysporum* and *R. solani* associated with tomato seed rot and seedlings death in Najaf. *Natural and Engineering Sciences*, 10(1), pp.176–187. Available at: <https://doi.org/10.28978/nesciences.1643488>
- Amaechi, G., 2024. Fungi associated with the spoilage of post-harvest tomato fruits sold in major markets in Port Harcourt, Nigeria. *Microbiol. Res.* Available at: <https://dx.doi.org/10.22271/micro>
- Amaro, T.M.M.M., Cope, J. & Franco-Orozco, B., 2021. Estado actual de fitopatógenos de importancia agrícola para Colombia. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(2). Available at: <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i2.12425>
- Amaya-Márquez, D.J., Peñaherrera-Morales, A.L. & Asang, S.E.F., 2025. Virulencia de *Phytophthora* sp. en brotes de cacao (*Theobroma cacao* L.) a nivel in vitro. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 37(1), pp.310–320. Available at: <https://doi.org/10.37815/rte.v37n1.1218>
- Barrios, 2011. Caracterización funcional de la comunidad bacteriana cultivable aislada del suelo de la zona de descarga de la fosa petrolera Bare-9, San Tomé, Edo. Anzoátegui. *ResearchGate*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/280927666\\_Caracterizacion\\_funcional\\_d](https://www.researchgate.net/publication/280927666_Caracterizacion_funcional_d)

e la comunidad bacteriana cultivable aislada del suelo de la zona de descarg  
a de la fosa petrolera Bare-9 San Tome Edo Anzoategui

Behiry, S. et al., 2023. *Trichoderma pubescens* elicit induced systemic resistance in tomato challenged by *Rhizoctonia solani*. *Journal of Fungi*, 9(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/jof9020167>

Blancard, D., 2011. *Enfermedades del tomate: Identificar, conocer, controlar*. Mundi-Prensa. Available at: <https://0410n2rnh-y-https-elibro-net.dossierp.museknowledge.com/es/ereader/upse/101975?page=416>

Carmona, Clavijo & Luque, 2022. Registros de hongos fitopatógenos y hongos no patogénicos aislados de tomate en Colombia. Available at: [https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=agrosavia\\_coleccion\\_hongos-tomate](https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=agrosavia_coleccion_hongos-tomate)

Carmona Gutiérrez, S.L., 2019. Identificación de un aislamiento de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* y respuesta fisiológica en tomate durante la infección frente a dos elicitores fúngicos. Available at: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/69660>

Castillo-Arévalo, T. & Jiménez-Martínez, E., 2020. Incidencia y severidad de enfermedades asociadas al cultivo de plátano (*Musa paradisiaca* L.) en Rivas, Nicaragua. *La Calera*, 20(35), pp.132–139. Available at: <https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10319>

Cepero, M.C., 2012. *Biología de hongos*. Universidad de los Andes. Available at: <https://0410n2n2w-y-https-elibro-net.dossierp.museknowledge.com/es/ereader/upse/69414?page=443>

Chat GPT, 2025. *ChatGPT*. Available at: <https://chatgpt.com/?locale=es-ES>

Cherlinka, V., 2023. Cómo cultivar tomate: condiciones y técnicas de protección. Available at: <https://eos.com/es/blog/como-cultivar-tomate/>

ChileBIO, 2020. Revelan la evolución del tomate domesticado en Latinoamérica. Available at: <https://chilebio.cl/2020/01/09/revelan-la-evolucion-del-tomate-domesticado-en-latinoamerica/>

- Corona Ramirez, A. et al., 2023. Assessment of fungal spores and spore-like diversity in environmental samples by targeted lysis. *BMC Microbiology*, 23(1), 68. Available at: <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02809-w>
- Crous, P.W. et al., 2021. *Fusarium: More than a node or a foot-shaped basal cell*. *Studies in Mycology*, 98(1), pp.1–184. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2021.100116>
- Laboratorio para el muestreo de plantas, (CSR) 2020. Available at: <https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/suelos-agricolas/muestreo-de-suelos-para-nuevos-cultivos/>
- Dayarathne, M.C., Mridha, A.U. & Wang, Y., 2020. Diagnosis of fungal plant pathogens using conventional and molecular approaches. In: *Diagnostics of Plant Diseases*. IntechOpen. Available at: <https://doi.org/10.5772/intechopen.94980>
- Delgado-Morato, L.D. & Bermúdez-Cardona, M.B., 2021. Inducción de resistencia en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y antagonismo de *Trichoderma viride* contra *Fusarium oxysporum*. *Acta Agronómica*, 70(1), pp.101–106. Available at: [https://www.redalyc.org/journal/1699/169971425012/movil/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.redalyc.org/journal/1699/169971425012/movil/?utm_source=chatgpt.com)
- Domínguez Romero, D. et al., 2013. Isolation and purification of ectomycorrhizal fungus *Helvella lacunosa* in different culture media. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 16(1). Available at: <https://doi.org/10.56369/tsaes.979>
- Ellis, 2024. *Penicillium*. Mycology | University of Adelaide. Available at: <https://www.adelaide.edu.au/mycology/fungal-descriptions-and-antifungal-susceptibility/hyphomycetes-conidial-moulds/penicillium>
- Espinoza, J.E.C. et al., 2023. Aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos en dátiles en poscosecha en Valle de Mexicali, México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 27(Especial), pp.22–24. Available at: <https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.18>

- Espinoza, Leiva, Rivera & Figueroa, 2023. Identificación y caracterización morfológica de hongos asociados a daños en tuna (*Opuntia ficus-indica*), en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Available at: <https://revistabionatura.org/vol-8-no-3-2023-14/>
- Fernando, P.-Q. et al., 2017. Comunidad de hongos filamentosos en suelos del agroecosistema de K'iphak'iphani, comunidad Choquenaira-Viacha.
- Figueroa, C.M., 2025. Medios de cultivo empleados en micología. *Edulabc*. Available at: <https://edulabc.com/medios-de-cultivo-empleados-en-micologia/>
- Finch, H.C., 1974. *Los hongos comunes que atacan cultivos en América Latina*. Trillas. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UCR.000286394>
- Flores, S.S. et al., 2024. The tomato's tale: exploring taxonomy, biogeography, domestication, and microbiome for enhanced resilience. *Phytobiomes Journal*, 8(1), pp.5–20. Available at: <https://doi.org/10.1094/PBIOMES-09-23-0091-MF>
- Gabriel-Ortega, J. et al., 2022. Evaluación y selección de híbridos de tomate *Solanum lycopersicum* L. (Mill.) en Puerto la Boca, Ecuador. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 10(1), pp.21–31. Available at: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/71/713303003/html/>
- GAD, 2020. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial El Tambo. Available at: <https://eltambo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/pdot2020-2023-1.pdf>
- GAD, 2022. GAD | GADPR Chanduy. Available at: <https://gadchanduy.gob.ec/page/clima/>
- García, S., Reyes, M. M., Moya, J. de D., Quezada, E. A., Nuñez, P. A., & Casado, L. M. (2021). Aislamiento de hongos fitopatógenos de las principales zonas de producción de vegetales bajo ambiente protegido en República Dominicana. *APF*, 10(1), 1-10. <https://sodiaf.org.do/apf/index.php/apf/article/view/125>
- García-León, E. et al., 2013. Identificación e incidencia de tres hongos fitopatógenos, de reporte nuevo, en avena (*Avena sativa* L.) en la meseta central de México. *Agrociencia*, 47(8), pp.815–827. Available at: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1405-31952013000800006&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952013000800006&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

- Goyes, P.A., 2021. Propuesta de ordenamiento agroecológico del Centro de Apoyo Manglaralto de la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Available at: <https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/813626ba-b888-431c-b319-d4e5c06539d7/content>
- Guía técnica para muestreo de suelos, (CSR)2017. Available at: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Herrera, R., Chong, M. de V., Bethancourt, A., Mejía, F., Hernández, R. & Carrasco, I., 2022. Aislamiento e identificación de hongos con capacidad entomopatógena en el cultivo de yuca contra el chinche *Cyrtomenus bergi* (Froeschner) (Cydnidae) en las provincias de Coclé y Herrera. *Revista Científica Semilla del Este*, 3(1), pp.127–143. Available at: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/343/3433504012/>
- Ibarra, Simbaña, Beltran & Tafur, 2024. Aislamiento y caracterización de hongos filamentosos beneficiosos de tres sistemas de manejo del suelo del Cantón Cayambe – Fase I. *Universidad Politécnica Salesiana*. Available at: <https://pure.ups.edu.ec/es/projects/isolation-and-characterization-of-beneficial-filamentous-fungi-fr/>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 2025. INAMHI. Available at: <https://servicios.inamhi.gob.ec/clima/>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), 2022. *Alternaria spp.* - Hongos—Agentes biológicos. Available at: <https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/hongos/alternaria-spp>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, 2020. Aislamiento de microorganismos fitopatógenos. Available at: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/bb0c044e-0437-41f3-8016-0af9d6ff19b6/content>
- Instituto Nacional de & Tecnología Agropecuaria, 2012. Guía de consulta Enfermedades de Tomate. Available at: <https://www.manualfitosanitario.com/InfoNews/GuiaConsultaEnfermedadesTomateWeb.pdf>

- Jehani, Mohamed, Chemala & Nath, 2025. From pathogen to protection: integrated disease management strategies for tomato late blight. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. Available at: <https://microbiologyjournal.org/from-pathogen-to-protection-integrated-disease-management-strategies-for-tomato-late-blight/>
- Jiménez & Soledad, 2023. Fitopatología. Available at: <https://sef.es/sites/default/files/publications/Fitopatolog%C3%ADa%20N%C2%BA-9-2023.pdf>
- Julcapoma Polo, K.J. & Mendoza Campos, H.L., 2020. Biofungicida a base de extractos vegetales y aceite residual doméstico para control de *Botrytis cinerea* y *Fusarium oxysporum*, bajo condiciones controladas. *Repositorio Institucional - UCV*. Available at: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59346>
- Kheseli, O.P., Susan, I.S., Sheila, O., Otipa, M. & Wafula, W.V., 2021. Prevalence and phylogenetic diversity of pathogenic *Fusarium* species in genotypes of wheat seeds in three Rift Valley regions, Kenya. *Advances in Agriculture*, 2021(1), 8839147. Available at: <https://doi.org/10.1155/2021/8839147>
- López-Courrau, K., Rivera-Méndez, W., Brenes-Madriz, J. & Zúñiga-Vega, C., 2018. Establecimiento de un protocolo para el crecimiento y multiplicación de *Setophoma terrestris* y *Fusarium* spp. provenientes de un cultivo de cebolla (*Allium cepa* L). *Revista Tecnología en Marcha*, 31(4), pp.37–48. Available at: <https://doi.org/10.18845/tm.v31i4.3958>
- Martínez Bautista, A., Osorio Hernández, E., Patishtan, J., De Los Santos Villalobos, S. & Barrios Gómez, E.J., 2023. Incidencia y severidad del daño por hongos en líneas de arroz sometidas a dosis de fertilización. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(3). Available at: <https://doi.org/10.56369/tsaes.4842>
- Martínez-Ruiz, F.E., Cervantes-Díaz, L., Aíl-Catzím, C.E., Hernández-Montiel, L.G., Sánchez, C.L.D.T. & Rueda-Puente, E.O., 2016. Hongos fitopatógenos asociados al tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en la zona árida del noroeste de México: la importancia de su diagnóstico. *European Scientific Journal*, 12(18), pp.232. Available at: <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n18p232>

- Matthew, 2022. 7.1: Tipos de investigación. *LibreTexts Español*. Available at: [https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Ciencias\\_Sociales/Trabajo\\_Social\\_y\\_Servicios\\_Humanos/Investigacion\\_Cientifica\\_en\\_Trabajo\\_Social\\_\(DeCarlo\)/07%3ADise%C3%B1o\\_y\\_causalidad/7.01%3ATipos\\_de\\_investigaci%C3%B3n](https://espanol.libretexts.org/Bookshelves/Ciencias_Sociales/Trabajo_Social_y_Servicios_Humanos/Investigacion_Cientifica_en_Trabajo_Social_(DeCarlo)/07%3ADise%C3%B1o_y_causalidad/7.01%3ATipos_de_investigaci%C3%B3n)
- Mayens, R. & Costaño, 2017. Manejo integrado de la marchitez vascular del tomate [*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen]: una revisión. Available at: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262017000200014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262017000200014)
- Meneses, Castro & Rojas, 2022. Estudio preliminar de especies de *Fusarium* presentes en piña (*Ananas comosus*) en Costa Rica. *Engormix*. Available at: [https://www.engormix.com/agricultura/plagas-enfermedades-cultivos-tropicales/estudio-preliminar-especies-fusarium\\_a49097/](https://www.engormix.com/agricultura/plagas-enfermedades-cultivos-tropicales/estudio-preliminar-especies-fusarium_a49097/)
- Meyer, Diehl & Ellen, 2021. Agricultural mulching and fungicides—Impacts on fungal biomass, mycotoxin occurrence, and soil organic matter decomposition. Available at: [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8277611/?utm\\_source=chatgpt.com](https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8277611/?utm_source=chatgpt.com)
- Micheli, 2020. *Aspergillus*—Mold, species, taxonomy and toxins. *Mold Library*. Available at: <https://library.bustmold.com/aspergillus/>
- Miller, 2025. Fungal isolation and identification in agriculture: a research-critical tool for plant health. *MolecularCloud*. Available at: [https://www.molecularcloud.org/p/fungal-isolation-and-identification-in-agriculture-a-research-critical-tool-for-plant-health?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.molecularcloud.org/p/fungal-isolation-and-identification-in-agriculture-a-research-critical-tool-for-plant-health?utm_source=chatgpt.com)
- Moliszewska, E., Maculewicz, D. & Stępniewska, H., 2023. Characterization of three-nucleate *Rhizoctonia* AG-E based on their morphology and phylogeny. *Scientific Reports*, 13(1), 17328. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44448-1>
- Mortimer, P.E., Yasanthinka, E. & Monkai, J., 2025. The importance of culture-based techniques in the genomic era for assessing the taxonomy and diversity of soil fungi. *ResearchGate*. Available at: <https://doi.org/10.5943/mycosphere/13/1/8>

- Naranjo-Ortiz, M.A. & Gabaldón, T., 2020. Fungal evolution: cellular, genomic and metabolic complexity. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 95(5), pp.1198–1232. Available at: <https://doi.org/10.1111/brv.12605>
- Palacios Bejarano, C.A., Afanador Kafuri, L. & Pardo García, J.M., 2021. Identificación de aislados de *Phytophthora* spp. obtenidos de cultivos de cacao en Antioquia, Colombia. *Acta Agronómica*, 70(1), pp.17–26. Available at: <https://doi.org/10.15446/acag.v70n1.70619>
- Pavlovska, M., Prekrasna, I., Parnikoza, I. & Dykyi, E., 2021. Soil sample preservation strategy affects the microbial community structure. *Microbes and Environments*, 36(1), ME20134. Available at: <https://doi.org/10.1264/jsme2.ME20134>
- Petruzzello, 2025. *Rhizopus* | Characteristics, species & uses. *Britannica*. Available at: <https://www.britannica.com/science/Rhizopus>
- Prado Vargas, 2022. Principales enfermedades en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) en el Ecuador. *Universidad Técnica de Babahoyo*, p.38.
- Qian, X., Li, H., Wang, Y., Wu, B., Wu, M., Chen, L., Li, X., Zhang, Y., Wang, X., Shi, M., Zheng, Y., Guo, L. & Zhang, D., 2019. Leaf and root endospheres harbor lower fungal diversity and less complex fungal co-occurrence patterns than rhizosphere. *Frontiers in Microbiology*, 10. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01015>
- Rudy Gabriel Barzola. (2017). *Estudio agrosocioeconómico de la producción de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en la zona norte de la provincia de santa elena*.
- Sánchez, R., L., H., & M., 2017. Simulación y conteo de unidades formadoras de colonias. *ReCIBE. Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 6(1), pp.97–111. Available at: <https://www.redalyc.org/journal/5122/512253717006/html/>
- Santamaría, L., Escobar, M.L., Moncada, L.H., Guzmán, G. & Montoya, F.F.M., 1986. Evaluación de cuatro medios selectivos para aislamiento de hongos patógenos. *Acta*

- Médica Colombiana*, 11(4), pp.225–229. Available at: <https://www.actamedicacolombiana.com/ojs/index.php/actamed/article/view/3657>
- Santonocito, R., Parlascino, R., Cavallaro, A., Puglisi, R., Pappalardo, A., Aloï, F., Licciardello, A., Tuccitto, N., Cacciola, S.O. & Trusso Sfrassetto, G., 2023. Detection of plant pathogenic fungi by a fluorescent sensor array. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 393, 134305. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.snb.2023.134305>
- Son, Y.-E., Yu, J.-H. & Park, H.-S., 2023. Regulators of the asexual life cycle of *Aspergillus nidulans*. *Cells*, 12(11), 1544. Available at: <https://doi.org/10.3390/cells12111544>
- Summerbell, B.A. & Leslie, J.F., 2020. *The Fusarium Laboratory Manual*. Wiley. Available at: <https://www.wiley.com/en-us/The+Fusarium+Laboratory+Manual-p-9780813819198>
- Telleria, M.T., 2011. Los hongos. Available at: <https://0410n2v69-y-https-elibro-net.dossierp.museknowledge.com/es/ereader/upse/238488?page=5>
- Toledo-Perdomo, C., 2024. Enfermedades fitopatógenas en plantas ornamentales de importancia para la exportación en Guatemala. *Revista Ciencia Agraria*, 3(1), pp.16–35. Available at: <https://doi.org/10.35622/j.rca.2024.01.002>
- Verdenelli, R.A., Dominchin, M.F., Barbero, F.M., Pérez Brandán, J.M., Aoki, A.M. & Meriles, J.M., 2023. Effect of two broad-spectrum fungicides on the microbial communities of a soil subjected to different degrees of water erosion. Available at: [https://agris.fao.org/search/en/providers/124846/records/67050669b1dfe472e144a3b3?utm\\_source=chatgpt.com](https://agris.fao.org/search/en/providers/124846/records/67050669b1dfe472e144a3b3?utm_source=chatgpt.com)
- Villajos, S.O., 2024. Hongos fitopatógenos. Available at: <https://oa.upm.es/82782/1/HongosFitopatogenos.pdf>
- Yang, J., Han, J., Jing, Y., Li, S., Lan, B., Zhang, Q. & Yin, K., 2024. Virulent *Fusarium* isolates with diverse morphologies show similar invasion and colonization strategies in alfalfa. *Frontiers in Plant Science*, 15. Available at: <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1390069>

- Yao, X., Guo, H., Zhang, K., Zhao, M., Ruan, J. & Chen, J., 2023. *Trichoderma* and its role in biological control of plant fungal and nematode disease. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1160551. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1160551>
- Yara, 2018. Producción mundial de tomates | Yara Ecuador. Yara. Available at: <https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/tomate/produccion-mundial-de-tomates/>
- Zhang, L., Zuo, Q., Cai, H., Li, S., Shen, Z. & Song, T., 2024. Fungicides reduce soil microbial diversity, network stability and complexity in wheat fields with different disease resistance. *Applied Soil Ecology*, 201, 105513. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105513> .

ANEXOS



**UPSE**  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Información de la finca	
Nombre de la finca	Hermanos Lindao "S1"
Ubicación de la finca Propietario	Comuna Olmedo .
Responsable del muestreo	
Fecha del muestreo	14 / 07 / 2025
Características del suelo	
Tipo de suelo	Arcilloso
Textura del suelo	Arcilla
Profundidad del muestreo	20 cm
Método de muestreo	
Método de extracción	Pala
Número de muestras	10
Distribución de las muestras	Tejido vegetal y suelo
Observaciones	
Suelo saturado, compactado	
Aplicación de fungicidas	
Con tutor	

Figura 1A. Ficha de muestreo en Olmedo.



**UPSE**  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

Información de la finca	
Nombre de la finca	Centro de Apoyo Manglaralto "UPSE" "S2"
Ubicación de la finca	Manglaralto
Propietario	
Responsable del muestreo	
Fecha del muestreo	28 /07/2025
Características del suelo	
Tipo de suelo	francoarenoso
Textura del suelo	Arenoso
Profundidad del muestreo	20 cm
Método de muestreo	
Método de extracción	Pala
Número de muestras	10
Distribución de las muestras	Tejido vegetal y suelo
Observaciones	
Suelo pobre	
Plantas enfermas	
Presencia de arvenses	
Aplicación de fungicidas	
Con tutor	

Figura 2A. Ficha de muestreo en el centro de apoyo Manglaralto (UPSE).



**UPSE**  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

<b>Información de la finca</b>	
Nombre de la finca	Finca Jorge Sánchez "54"
Ubicación de la finca	Entrada de Chanduy
Propietario	
Responsable del muestreo	
Fecha del muestreo	16 / 09 / 2025

<b>Características del suelo</b>	
Tipo de suelo	franco arcilloso
Textura del suelo	Arcilla
Profundidad del muestreo	20 cm

<b>Método de muestreo</b>	
Método de extracción	Pala
Número de muestras	10
Distribución de las muestras	Tejido vegetal y suelo

<b>Observaciones</b>	
	Con tutor
	Aplicación de fungicidas.
	Presencia de virus.

Figura 3A. Ficha de muestreo en El Tambo.



**UPSE**  
UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA

<b>Información de la finca</b>	
Nombre de la finca	Finca Don Cacao "53"
Ubicación de la finca	El Tambo
Propietario	
Responsable del muestreo	
Fecha del muestreo	23 / 08 / 2025

<b>Características del suelo</b>	
Tipo de suelo	Franco arenoso
Textura del suelo	Arenoso
Profundidad del muestreo	20 cm

<b>Método de muestreo</b>	
Método de extracción	Pala
Número de muestras	10
Distribución de las muestras	Tejido vegetal y suelo

<b>Observaciones</b>	
	Rotación de cultivo
	Aplicación de fungicida semanal
	Sin tutor

Figura 4A. Ficha de muestreo en Chanduy.



**Figura 5A.** Visita y recolección en Olmedo.



**Figura 6A.** Recolección de muestras de suelo.



**Figura 7A.** Recolección de muestras de Tejido vegetal.



**Figura 8A.** Rotulación de muestras



**Figura 9A.** Recolección de muestras en el centro de apoyo Manglaralto (UPSE).



**Figura 10A.** Visita y recolección de muestras El Tambo.



**Figura 11A.** Visita y recolección de muestras en Chanduy



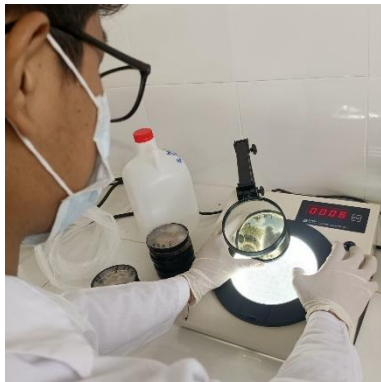
**Figura 12A.** Medio utilizado en la siembra de las muestras PDA.



**Figura 13A.** Siembra de tejido Vegetal de las muestras recolectadas.



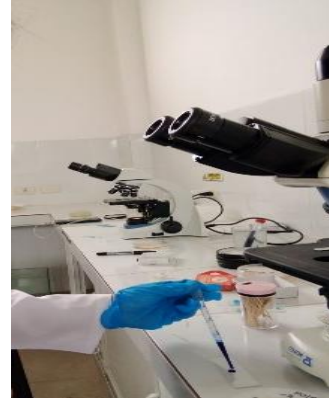
**Figura 14A.** Siembra de las diluciones de suelo.



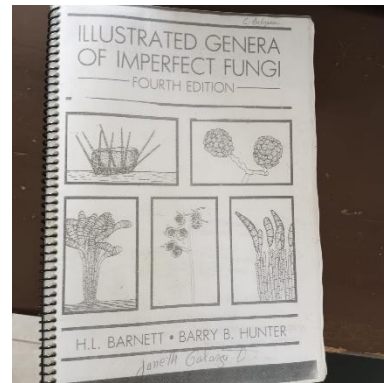
**Figura 15A.** Conteo de números de colonias.



**Figura 16A.** Reactivo utilizado para la identificación de hongos.



**Figura 17A.** Identificación de los aislados.



**Figura 18A.** Libro de las claves taxonómicas



**Figura 19A.** Medio utilizado para la purificación de los aislados SDA.



**Figura 20A.** Purificación de los hongos aislado.