



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## DIRECCIÓN DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

### MODALIDAD: PROYECTO DE DESARROLLO

**Título:**

---

**“CARACTERIZACIÓN GEOGRAFICA DE CEPAS DE  
*Fusarium*. QUE AFECTA AL CULTIVO DE CLAVEL  
(*Dianthus caryophyllus*) EN EL CANTÓN LATACUNGA.**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de magister en Sanidad  
Vegetal

**Autora:**

Salas Tigrero Liseth Jessabeth

**Tutor:**

Ing. MSc. David Santiago Carrera Molina

**LATACUNGA –ECUADOR**

**2022**

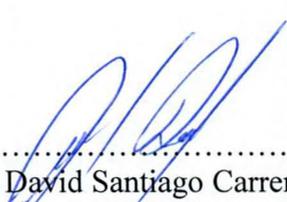
## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “Caracterización Geográfica de cepas de *Fusarium* en el cultivo de Clavel (*Dianthus caryophyllus*) en el cantón Latacunga.” presentado por Liseth Jessabeth Salas Tigrero, para optar por el título magíster en Sanidad Vegetal

### CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y se considera que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación para la valoración por parte del Tribunal de Lectores que se designe y su exposición y defensa pública.

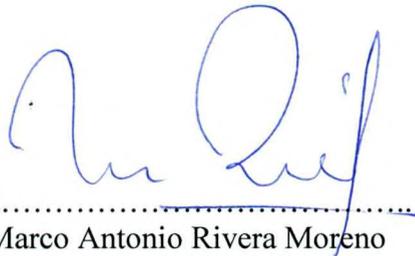
Latacunga, abril 04, 2022

  
.....  
Ing. MSc David Santiago Carrera Molina  
0502663180

## APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación: “Caracterización Geográfica de cepas de fusarium que afecta al cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus*) en el cantón Latacunga”, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, previo a la obtención del título de Magíster en Sanidad Vegetal; el presente trabajo reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la exposición y defensa.

Latacunga, mayo 09, 2022



.....  
Ing. MSc. Marco Antonio Rivera Moreno  
0501518955  
Presidente del tribunal



.....  
PhD. Jorge Fabián Troya Sarzosa  
0501645568  
Lector 2



.....  
Ing. MSc. Clever Gilberto Castillo De La Guerra  
0501715494  
Lector 3

## **DEDICATORIA**

Mi inspiración para cada triunfo personal y profesional es mi hija, Amelia, para ella va dedicado este triunfo, inspiración de mi vida.

A mis padres Gloria y Jorge pilares fundamentales en cada paso, a ellos mi respeto y cariño infinitos, gestores de cada logro personal y profesional, a quienes siempre honrare y ofrendare cada meta alcanzada.

A mi esposo José Luis, por su apoyo y amor.

*Liseth Salas Tigrero*

## **AGRADECIMIENTO**

La gratitud engrandece el espíritu del ser humano y hace as noble el vivir diario.

Quiero agradecer a Dios, por guiarme en esta etapa de mi vida, a mi familia por su infinito amor y paciencia.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas en este proceso académico, que me ayudara a crecer profesionalmente.

A AGROCALIDAD, departamento de Sanidad Vegetal, por todas las facilidades otorgadas para la culminación de esta etapa, mi imperecedera gratitud.

*Liseth Salas Tigrero*

## RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Quien suscribe, declara que asume la autoría de los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación.

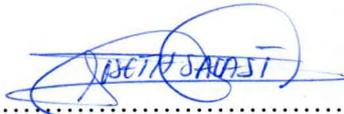
Latacunga, mayo 09, 2022

  
.....  
Ing. Liseth Jessabeth Salas Tigreiro  
0503852519

## RENUNCIA DE DERECHOS

Quien suscribe, cede los derechos de autoría intelectual total y/o parcial del presente trabajo de titulación a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

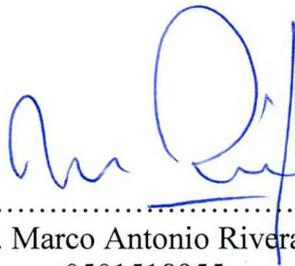
Latacunga, mayo 09, 2022



.....  
Ing. Liseth Jessabeth Salas Tigrero  
050385251-9

## AVAL DEL VEEDOR

Quien suscribe, declara que el presente Trabajo de Titulación: “Caracterización Geográfica de cepas de fusarium que afecta al cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus*) en el cantón Latacunga”, contiene las correcciones a las observaciones realizadas por los lectores en sesión científica del tribunal.



Latacunga, mayo 06, 2022

.....  
Ing. MSc. Marco Antonio Rivera Moreno  
0501518955

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL**

**Título:** CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE CEPAS DE *Fusarium* EN EL CULTIVO DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*) EN EL CANTÓN LATACUNGA.

**Autor:** Salas Tigrero Liseth Jessabeth

**Tutor:** Carrera Molina David Santiago Msc

**RESUMEN**

La investigación de “CARACTERIZACIÓN GEOGRÁFICA DE CEPAS DE *Fusarium* EN EL CULTIVO DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*) EN EL CANTÓN LATACUNGA.”, se evaluó las cepas recolectadas del cultivo de clavel. Se recolectaron muestras de clavel con síntomas de la enfermedad para su identificación.

El presente trabajo investigativo se realizó en el cantón Latacunga en las parroquias: Eloy Alfaro, Tanicuchi, Alaquez, Guaytacama, Poalo, Toacaso y Belisario Quevedo.

La toma de muestras se realizó desde 2020 hasta 2021 La investigación se la realizo en dos fases: una de campo y la otra en laboratorio. El trabajo de campo se realizó en recolectar muestras de clavel con síntomas de la enfermedad para su identificación.

Una vez obtenida las muestras con sintomatología se procedió de la siguiente manera en la identificación en el laboratorio: **Aislamiento de hongos Aislamiento de cultivos puros, Identificación morfológica.** En el cantón Latacunga se identificaron 3 cepas del género *Fusarium* las cuales son: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Fusarium sp.* En las parroquias Tanicuchi, Joseguango, Belisario Quevedo, Guaytacama, Toacaso y Poalo se identificaron dos cepas las cuales son: *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*: y en las parroquias Eloy Alfaro, Alaquez y Guaytacama se identificaron tres cepas: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Fusarium sp.* *Fusarium oxysporum* se adapta en los tres pisos climáticos como son: baja, medias y alta: *Fusarium solani* se adapta en dos pisos climáticos como son: media y alta: *Fusarium sp.*, tenemos que se adapta solo en un piso climático que es media.

Los valores promedios de incidencia de *Fusarium* varían entre: *F. oxysporum* con una incidencia del 67 % que es mayor probabilidad por problemas de la composición del medio o hábitat, pH y temperatura; por tanto *F. solani* está con una incidencia del 26 % y *F. sp* con una incidencia del 7 %.

**Palabras claves:** Recolectar, cepas, *Fusarium*.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL**

**Theme: Geographical Characterization of *Fusarium* Strains in carnation cultivation (*Dianthus caryophyllus*) in Latacunga Canton.**

**Author:** Salas Tigrero Liseth Jessabeth

**Tutor:** Carrera Molina David Santiago Msc

**ABSTRACT**

The research "Geographical Characterization of *Fusarium* Strains in the cultivation of clavel (*Dianthus caryophyllus*) in Latacunga Canton", the strains collected from the carnation crop were evaluated. Samples of carnation with symptoms of the disease were collected for identification. This research work was conducted in the Latacunga canton in the parishes: Eloy Alfaro, Tanicuchi, Alaquez, Guaytacama, Poalo, Toacaso and Belisario Quevedo. Sampling was carried out from 2020 to 2021. The research was conducted in two phases: one in the field and the other in the laboratory. The field work consisted of collecting carnation samples with symptoms of the disease for identification. Once the samples with symptoms were obtained, the identification in the laboratory was carried out as follows: Fungal isolation, Isolation of pure cultures, Morphological identification. In the Latacunga canton 3 strains of the genus *Fusarium* were identified which are: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* and *Fusarium sp.* In the parishes of Tanicuchi, Joseguango, Belisario Quevedo, Guaytacama, Toacaso and Poalo, two strains were identified which are: *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*; and in the parishes Eloy Alfaro, Alaquez and Guaytacama three strains were identified: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* and *Fusarium sp.* *Fusarium oxysporum* adapts to the three climatic zones: low, medium and high; *Fusarium solani* adapts to two climatic zones: medium and high; *Fusarium sp.* adapts only to one climatic zone, which is medium. The average values of *Fusarium* incidence vary between: **F. oxysporum** with an incidence of 67 % which is higher probability due to problems of the composition of the medium or habitat, pH and temperature; therefore **F. solani** is with an incidence of 26 % and **F. sp** with an incidence of 7 %.

**Keywords:** Collect, strains, Fusarium.

MSc. Estuardo Vladimir Sandoval Vizuete con cédula de identidad número: 050210421-9 Licenciado en: Ciencias De la Educación especialidad Inglés con número de registro de la SENESCYT:1010-04-477716; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma inglés del resumen del trabajo de investigación con el título: "CARACTERIZACIÓN GEOGRAFICA DE CEPAS DE *Fusarium* EN EL CULTIVO DE CLAVEL (*Dianthus caryophyllus*) EN EL CANTÓN LATACUNGA." de Salas Tigrero Liseth Jessabeth, aspirante a Magíster en Sanidad Vegetal.

  
-----  
Estuardo Vladimir Sandoval Vizuete  
050210421-9

Latacunga, mayo 2022

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	<b>i</b>
<b>APROBACIÓN TRIBUNAL</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA</b> .....	<b>v</b>
<b>RENUNCIA DE DERECHOS</b> .....	<b>vi</b>
<b>AVAL DEL VEEDOR</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS</b> .....	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE IMÁGENES</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE MAPAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	<b>xvi</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1    PERTINENCIA ACADÉMICO-CIENTÍFICA Y SOCIAL.....	2
1.2    JUSTIFICACIÓN .....	3
1.3    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	4
1.4    HIPÓTESIS.....	5
1.5    OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.5.1 <i>Objetivo General</i> .....	5
1.5.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
<b>CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b> .....	<b>6</b>
2.1    ORIGEN .....	6
2.1.1 <i>Clasificación Taxonómica</i> .....	7
2.1.3 <i>Distribución</i> .....	7
2.1.4 <i>Variedades de Clavel (Dianthus caryophyllus)</i> .....	8
2.2    GÉNERO <i>FUSARIUM</i> .....	9
2.3 <i>FUSARIUM SP.</i> .....	10
2.3.1 <i>Ciclo de vida de Fusarium sp.</i> .....	11
2.3.2 <i>Clasificación taxonómica</i> .....	12

2.3.3	<i>Especies del género Fusarium sp</i> .....	12
2.3.4	<i>Fusarium oxysporum</i> .....	15
2.3.5	<i>Descripción</i> .....	15
2.3.6	<i>Clasificación taxonómica</i> .....	16
2.3.7	<i>Distribución geográfica Fusarium oxysporum</i> .....	17
2.3.8	<i>Ciclo de vida de Fusarium oxysporum</i> .....	17
2.3.9	<i>Descripción Fusarium oxysporum</i> .....	18
2.3.10	<i>Fusarium Solani</i> .....	19
2.3.10.1	<i>Descripción</i> .....	19
2.3.10.2	<i>clasificación taxonómica</i> .....	20
2.3.10.3	<i>Distribución de Fusarium solani</i> .....	21
<b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA</b> .....		<b>22</b>
3.1	<b>DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN</b> .....	22
3.2	<b>TIEMPO DE ESTUDIO</b> .....	22
3.3	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	22
3.3.1	<i>Trabajo de campo</i> .....	22
3.3.1.1	<i>Recolección de muestra de plantas o partes de plantas</i> .....	22
3.3.1.2	<i>Conservación de la muestra</i> .....	23
3.3.2	<i>Trabajo de laboratorio</i> .....	24
3.3.2.1	<i>Aislamiento de hongos.</i> .....	24
3.3.2.2	<i>Aislamiento de cultivos puros</i> .....	24
3.3.2.3	<i>Identificación morfológica</i> .....	25
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....		<b>26</b>
4.1	<b>ESPECIES DE <i>FUSARIUM</i> ENCONTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.</b> .....	26
4.2	<b>PRESENCIA GEOGRÁFICA DEL GÉNERO <i>FUSARIUM</i> EN LA ZONA ESTUDIADA.</b> .....	28
4.3	<b>INCIDENCIA</b> .....	32
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		<b>34</b>
5.1	<b>CONCLUSIONES</b> .....	34
5.2	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	35
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		<b>36</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS</b> .....		<b>40</b>

## ÍNDICE DE GRAFICOS

<i>Grafico 1. Porcentaje de población de especies de Fusarium.....</i>	<i>27</i>
<i>Grafico 2. Porcentaje de Incidencia de Fusarium.....</i>	<i>32</i>
<i>Grafico 3. Porcentaje de población de especies de Fusarium.....</i>	<i>32</i>

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. A, B y C Género Fusarium.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 2. Características morfológicas microscópicas del género Fusarium .....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 3. Ciclo de vida de Fusarium sp. ....</i>	<i>11</i>
<i>Imagen 4. Estructuras de Fusarium.....</i>	<i>14</i>
<i>Imagen 5. Fusarium oxysporum .....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 6. Características microscópicas de fusarium oxysporum .....</i>	<i>15</i>
<i>Imagen 7. Fusarium oxysporum .....</i>	<i>17</i>
<i>Imagen 8. Fusarium Solani.....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 9. Características microscópicas de fusarium solani .....</i>	<i>19</i>
<i>Imagen 10. Ciclo de vida de Fusarium solani .....</i>	<i>21</i>

## ÍNDICE DE MAPAS

<i>Mapa 1. Distribución de Clavel (Dianthus caryophyllus).....</i>	<i>7</i>
<i>Mapa 2. Distribución geográfica de Fusarium oxysporum.....</i>	<i>17</i>
<i>Mapa 3. Distribución de Fusarium solani.....</i>	<i>21</i>
<i>Mapa 4. Presencia geográfica de Fusarium oxysporum.....</i>	<i>28</i>
<i>Mapa 5. Presencia geográfica de Fusarium solani.....</i>	<i>29</i>
<i>Mapa 6. Presencia geográfica de Fusarium sp.....</i>	<i>30</i>
<i>Mapa 7. Presencia geográfica de cepas de Fusarium en 3D.....</i>	<i>31</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Variedades de Clavel (Dianthus caryophyllus).....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2: Cantidad de muestras de plantas o partes de plantas a recolectar.</i>	
<i>Laboratorio de Fitopatología .....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Muestras de Fusarium en Clavel. ....</i>	<i>26</i>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Fotografía 1. Materiales utilizados para la toma de muestra. ....</i>	<i>40</i>
<i>Fotografía 2. Recolección de muestras de Clavel con sintomatología de fusarium .....</i>	<i>41</i>
<i>Fotografía 3. Toma de datos de la muestra para envío al laboratorio .....</i>	<i>42</i>
<i>Fotografía 4. Etiquetado de la muestra. ....</i>	<i>43</i>

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Hace aproximadamente dos décadas, Ecuador descubrió su potencial para cultivar y exportar flores, y ahora posee una porción importante del mercado internacional. La biodiversidad geográfica del Ecuador y el clima, favorece el crecimiento de muchas especies de flores, incluidos los claveles, uno de los motores del comercio exterior de Ecuador con características especiales en sus diferentes variedades, colores, tallos verticales y el mayor número de días de vida en florero. (Poveda Burgos et al. 2016). Siendo atractivo para pequeños productores que ven con sustento para su economía, por tal motivo se propone la presente investigación que busca caracterizar las diferentes cepas presentes de *fusarium* en el Cantón Latacunga.

Se identifica la problemática en la zona de estudio por la baja producción del clavel por motivo de la presencia de cepas de *fusarium*, siendo que los productores usan en producción comercial es por esquejes, que se obtienen de la planta madre especialmente manejadas para este fin, este método de propagación es más rápido logrando obtener cantidades de plantas para producción, los pequeños productores no se rigen a obtener esquejes de buena calidad es por ello la presencia del hongo en el sector, el comportamiento y tendencias del consumo a nivel general las preferencias de flores en el mundo pueden variar de un país a otro, pero es posible señalar las características comunes que los consumidores buscan en ellas: calidad, innovación, precio, presentación, y la importancia para los floricultores del cantón es la posibilidad real de exportar el clavel de manera directa hacia el mercado ruso.

Se estructuró una metodología de recolección de muestras y datos de acuerdo a estándares establecidos por AGROCALIDAD que consistió en dar a conocer el problema desde este punto de vista, el atractivo que el pequeño floricultor tiene para mejorar ostensiblemente su economía y la de su núcleo familiar, valoriza el esfuerzo del productor para obtener una flor de calidad que sea apreciada por consumidores exigentes.

Los resultados son expuestos en tablas, mapas y más que reflejan la presencia de las cepas de *fusarium* y saber las parroquias que están más afectadas siendo un hongo filamentoso ampliamente distribuidos en el suelo y las plantas. Debido a su capacidad de crecer a 37° C, consideradas oportunistas.(Tapia y Amaro 2014). Además, poseen un micelio bien desarrollado, septado y conidióforos característicos, aunque algunas especies tienen talo unicelular. Sobreviven largos periodos en el suelo, debido a sus estructuras de resistencia denominadas clamidosporas, considerado un hongo de campo con capacidad de sobrevivir en materia orgánica en descomposición y de manera saprofita. Tiene la capacidad de infectar especies vegetales cuando sufren algún tipo de desbalance, colonizan las partes aéreas y subterráneas de las plantas. (Quisphe 2018).

### **1.1 Pertinencia académico-científica y social**

El presente trabajo Científico está articulado a la línea de investigación de la Universidad Técnica de Cotopaxi denominada: Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local, así mismo, a la sublínea del programa de Maestría de Sanidad Vegetal Sensores Remotos y teledetección aplicados al estudio de los sistemas Agrícolas y Naturales (plagas, enfermedades y malezas).

El trabajo científico es novedoso ya que presenta la identificación y la caracterización geográfica de cepas de *Fusarium*, en el cultivo de clavel, existentes en el cantón Latacunga de la provincia de Cotopaxi el cual está basado en la caracterización de las cepas de *Fusarium* , y su distribución a través de la elaboración de mapas que fueron elaborados con la ayuda del programa ArcGIS,

que servirán de mucha utilidad para el sector Académico del sector y el país para diferentes estudios y buscar alternativas para el control de la enfermedad para el floricultor.

El estudio de la caracterización geográfica del género *Fusarium*, en el sector, es muy importante ya que con ello ayuda a determinar las cepas y los sitios con más afectación de dichas cepas existente en el cultivo de clavel y que están causando muchos daños a los floricultores.

Los beneficiarios de este proyecto de investigación son principalmente los Floricultores del cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, las instituciones de control y las Universidades para futuras investigaciones referentes a la enfermedad que causa pérdidas económicas altas y la muerte del cultivo.

## **1.2 Justificación**

*Fusarium*, es uno de los problemas más grandes para los floricultores, ya que es un hongo cosmopolita que existe en muchas formas patogénicas con una amplia distribución y baja producción siendo plantas de exportación de importancia económica, en el País y en el cantón Latacunga; donde se puede observar sitios de producción de clavel afectadas por el hongo, por la sintomatología que presenta *Fusarium*. (Forero-Reyes et al. 2018)

El estudio del género *fusarium* tiene distribución mundial varias de sus cepas son Fito patógenas e infectan a una amplia gama de cultivos en especial el clavel. Debido a esta condición que muestra el hongo, se realiza la presente investigación que tiene como prioridad generar la información básica la cual servirá como una herramienta útil para todos los floricultores con la actividad de ornamentales de exportación específicamente clavel podrán reconocer con facilidad las causas y diseñar programas o alternativas para un manejo integrado sostenible y sustentable para dicha enfermedad.

El estudio de identificación de cepas de *Fusarium*, y su caracterización geográfica es fundamental para conocer las cepas y los sitios en los que se encuentran distribuidos el hongo y el problema que causa pérdidas a los floricultores, en especial de aquellas de importancia económica para nuestro cantón y la provincia de Cotopaxi.

Por otra parte, uno de los problemas que se presentan en las zonas floricultoras y en especial en el cantón Latacunga, que no se cuenta con la identificación y la caracterización geográfica del hongo, por lo cual la siguiente investigación permitirá identificar las cepas presentes que están causando problemas a los floricultores de Clavel y ubicar los sitios en las que se encuentran las diferentes cepas de *Fusarium*.

### **1.3 Planteamiento del problema**

*Fusarium*, es uno de los problemas fitopatológicos más limitantes de los cultivos de exportación, representa la principal amenaza del cultivo de clavel, convirtiéndose en un verdadero problema para la sanidad vegetal. La presencia de esta enfermedad marca límites que amenazan la sostenibilidad del cultivo a lo largo del tiempo. Los productores buscan estrategias para el control de dicha enfermedad, convirtiéndose en una necesidad para optimizar los recursos y generar una mayor utilidad.

El cultivo de Clavel se ha visto afectado por dicho hongo provocando pérdidas que superan el 70% a los floricultores (AGROCALIDAD 2022), El clavel es una de las principales flores de exportación en el país, su cultivo se extiende en diversos puntos de la región interandina generando fuentes de trabajo directo e indirecto. Por esta razón resulta importante la investigación de la distribución geográfica en el sector, para alargar la vida productiva de esta flor, generando así mejores oportunidades para los floricultores que se dedican a la producción de ornamentales de exportación, permitiendo mejorar día a día su producción y calidad y así tener

una herramienta aplicable que sirva de guía para el correcto manejo de producción de clavel.

AGROCALIDAD a través del Área de Sanidad Vegetal, intenta mejorar el status fitosanitario del país mediante el control de la diseminación del hongo a otros lugares y cultivos de la zona, un cultivo que lleva problemas fitosanitarios a causa de plagas no puede ser exportado.

#### **1.4 Hipótesis**

**Ho:** *Fusarium*, está distribuida en el cantón Latacunga y afecta al cultivo de clavel.

**Ha:** *Fusarium*, no está distribuido en el cantón Latacunga y no afecta al cultivo de clavel.

#### **1.5 Objetivos de la Investigación**

##### **1.5.1 Objetivo General**

- ✓ Caracterización morfológica y presencia geográfica de cepas de *Fusarium* en los cultivos del clavel (*Dianthus caryophyllus*) en el Cantón Latacunga.

##### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar las especies presentes de *Fusarium* en el cultivo de clavel en el Cantón Latacunga.
- ✓ Determinar la presencia geográfica de cepas de *Fusarium*, en el cultivo de clavel en el cantón Latacunga.
- ✓ Conocer la incidencia de *Fusarium*, en el cultivo de clavel en el cantón Latacunga.

## CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1 Origen

Según J. Gutiérrez, el clavel es un tipo de planta que el hombre transforma y programa de acuerdo a sus conveniencias y necesidades, sin embargo, muchas especies de *Dianthus* que se han encontrado creciendo silvestres a lo largo y ancho de Europa y en algunos lugares de Asia y Japón. Su principal ancestro, *Dianthus caryophyllus*, crecía libre y silvestre a lo largo del Mediterráneo desde Francia hasta Grecia. (Tandalla s. f.)

El clavel silvestre es una planta perenne corta / mediana (30-100 cm), sin pelo, con hojas cerosas, lisas, lineales, planas, glaucas en varios tallos verticales con brotes laterales cortos y estériles. Las flores miden 35-40 mm de ancho, nacen en grupos sueltos de hasta cinco, muy fragantes, con cuatro pétalos de color rosa púrpura (a veces blancos) que están finamente dentados. Epicalyx con dos a cuatro segmentos cortos, puntiagudos, un cuarto del largo del cáliz.

Hoy en día, se cultivan cientos de variedades, tanto como 'estándares' como 'aerosoles'; estos últimos a menudo se denominan "miniaturas". En los estándares, los botones florales laterales se eliminan para dejar una sola flor terminal, de 5-7,5 cm de ancho, que es doble, generalmente roja, rosada o blanca (o incluso de dos tonos) y, a veces, muy fragante. (CABI 2021)

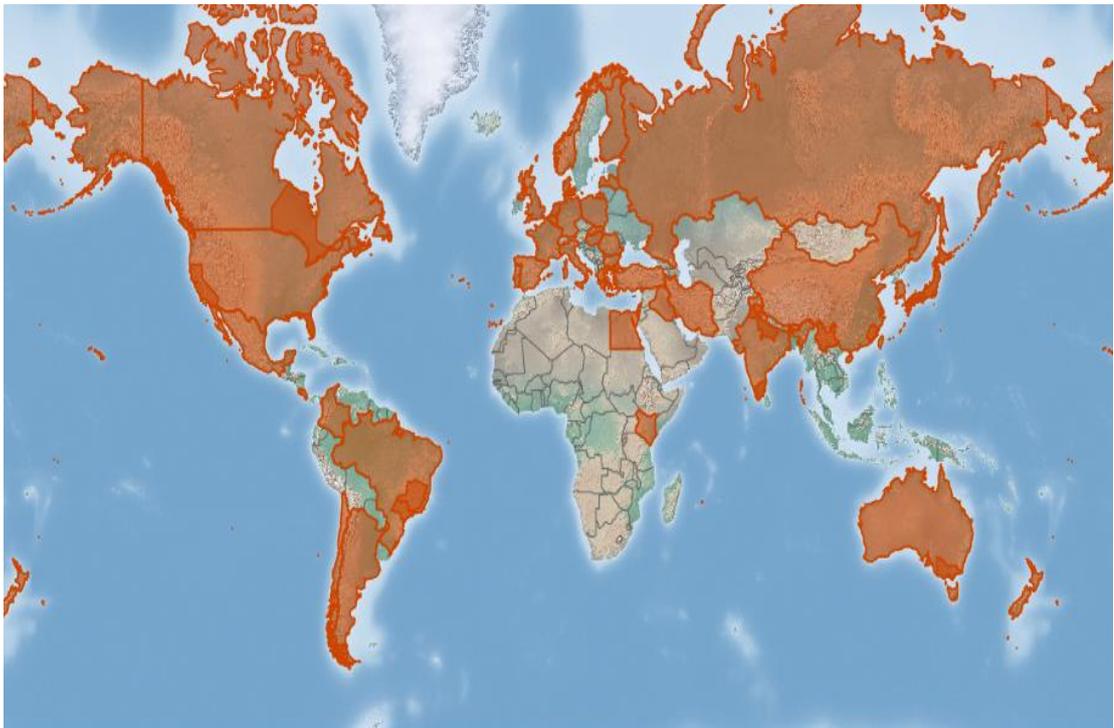
### 2.1.1 Clasificación Taxonómica

<b>Dominio</b>	Eukaryota
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>Phylum:</b>	espermatophyta
<b>Subfilo:</b>	Angiospermas
<b>Clase:</b>	Dicotyledonae
<b>Orden:</b>	Caryophyllales
<b>Familia:</b>	Caryophyllaceae
<b>Género:</b>	<i>Dianthus</i>

Fuente:(CABI 2006)

### 2.1.3 Distribución

Mapa 1. Distribución de Clavel (*Dianthus caryophyllus*)



CABI, 2022. *Dianthus caryophyllus*. In: Crop Protection Compendium (CPC). Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/cpc>

● CABI Summary Data

Fuente: (CABI 2021)

### 2.1.4 Variedades de Clavel (*Dianthus caryophyllus*)

Tabla 1: Variedades de Clavel (*Dianthus caryophyllus*)

Fotografía	Título	Subtítulo
	Flores	Cuatro variedades de cabezas de flores de <i>D. caryophyllus</i> : 'claveles de tallo'.
	Flor	Variedad abigarrada de <i>D. caryophyllus</i> - 'claveles en aerosol'.
	Flor	Variedad abigarrada de <i>D. caryophyllus</i> - 'clavel de tallo'.
	Flor	Variedad roja de <i>D. caryophyllus</i> - 'clavel de tallo'.
	Flor	Variedad amarilla de <i>D. caryophyllus</i> - 'clavel de tallo'.
	Flor	Variedad rosada de <i>D. caryophyllus</i> - 'clavel de tallo'.

Fotografía	Título	Subtítulo
	Flor	Variedad naranja de <i>D. caryophyllus</i> - 'clavel de tallo'.

Fuente: (CABI 2021)

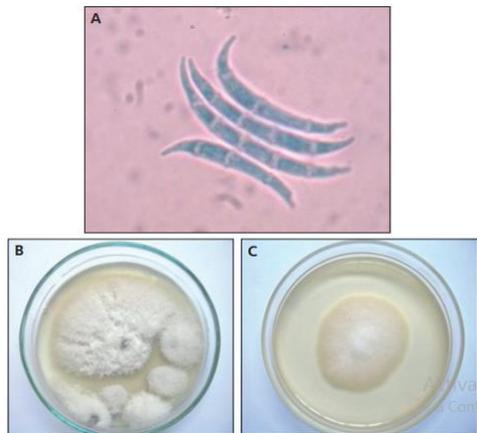
## 2.2 Género *Fusarium*

El género *Fusarium* fue descrito por primera vez en 1809 por Link, distinguiendo como carácter primario la forma de “canao” o “media luna”(Camacho López 2012). Las especies de *fusarium* causantes de marchitez siguen un patrón similar de infección; penetran por la raíz y colonización en el tallo de las plantas el sistema vascular. Sin embargo, la colonización se restringe en cultivares tanto resistentes con susceptibles, a la región de entrada inicial del patógeno, debido a la oclusión de los vasos por geles, disposición de calosa y tilosa. En los cultivos susceptibles la colonización continúa en una distribución secundaria cuando los geles y calosas son degradados por el efecto de enzimas pectolíticas del patógeno y el crecimiento de las tilosas son inhibidos. En los cultivares resistentes, flavonoides del tipo de las catequinas y sus productos de oxidación inactivan las enzimas, y la distribución secundaria es confinada a los puntos de infección inicial.(Villa-Martínez et al. 2014)

### Síntomas

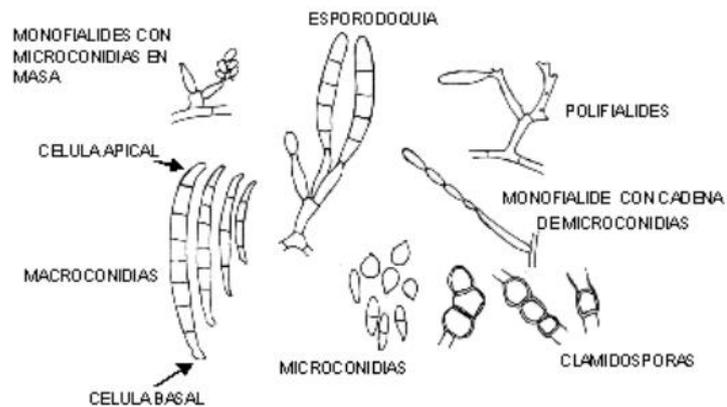
Este fitopatógeno son marchitamiento debido al debilitamiento de los peciolos, retardo en el crecimiento, podredumbre radicular, observándose en la parte basal del tallo se puede apreciar a través de un corte transversal un anillo con coloración café y rojiza. Mayormente el hongo se disemina por agua de riego, siendo el de mayor consideración el riego por gravedad lo que puede permitir que este fitopatógeno termine afectando todo el terreno de cultivo. (Hernández Amasifuen et al. 2019)

Imagen 1. A, B y C Género *Fusarium*



Fuente:(Tapia y Amaro 2014)

Imagen 2. Características morfológicas microscópicas del género *Fusarium*



Fuente: (Monzón y Rodríguez Tudela 2022)

### 2.3 *Fusarium sp.*

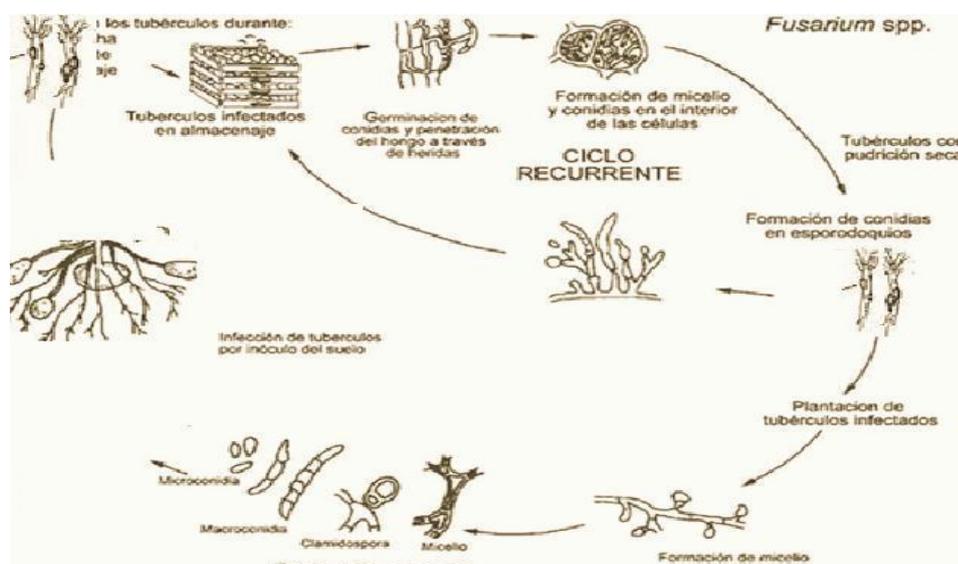
Son Hongos filamentosos ampliamente distribuidos en el suelo y plantas. Preciso a su capacidad de crecer a 37°C, son considerados oportunistas. Pueden causar infecciones con una alta mortalidad. De las más de 100 especies de *Fusarium sp.*, descritas, solo 12 de ellas pueden considerarse patógenas; entre ellas se destacan; *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum* y *Fusarium verticilloides*. (Tapia y Amaro 2014)

El marchitamiento vascular por *Fusarium sp.*, es una enfermedad de clima cálido, más frecuente en suelos ácidos y arenosos, y que se puede propagar fácilmente en cultivos de clavel debido a que muchos de estos se realizan en invernaderos. El patógeno es transmitido principalmente por el suelo infectado y puede permanecer en él hasta diez años. La temperatura de 28 ° C es óptima para el desarrollo del patógeno, aunque puede crecer a una temperatura máxima de 34 ° C y una mínima de 17-20 ° C. Si las temperaturas del suelo son óptimas, pero la temperatura aérea está por debajo de la óptima, el patógeno se extiende por la parte inferior del tallo, pero las plantas no presentarán síntomas externos. En general, los factores que favorecen el desarrollo del marchitamiento son: suelo y aire a temperaturas de 28 ° C, humedad óptima del suelo para el crecimiento, plantas previamente acondicionadas con bajo contenido de nitrógeno y fósforo y alto en potasio, bajo pH del suelo, días cortos y baja intensidad de luz.

Es un hongo Deuteromicete (imperfecto) causante del marchitamiento vascular principalmente en vegetales y flores; Los casos del marchitamiento vascular debidos a este género, son producidos por especies de *fusarium oxysporum*; diferentes huéspedes son atacados por diferentes formas especiales y/o especies de este hongo. *Fusarium oxysporum*, *Fusarium sp*, *Fusarium dianthi* es el agente etiológico que produce la enfermedad conocida como marchitamiento del clavel ((Macías Moncayo 2019)

### 2.3.1 Ciclo de vida de *Fusarium sp.*

Imagen 3. Ciclo de vida de *Fusarium sp.*



Fuente: (Jácome 2014)

### 2.3.2 Clasificación taxonómica

<b>Súper Reino:</b>	Eucaryonta
<b>Reino:</b>	Mycetae
<b>División:</b>	Eumycota
<b>Sub división:</b>	Deuteromycotina
<b>Clase:</b>	Hyphomycetes
<b>Orden:</b>	Moniliales
<b>Familia:</b>	Tuberculariceae
<b>Género:</b>	<i>Fusarium</i>

Fuente:(CABI 2006)

### 2.3.3 Especies del género *Fusarium sp*

Dentro del género *Fusarium* existen especies que presentan formas con reproducción sexual conocida, como *F. solani*, y otras, como *F. oxysporum*, en las que no se conoce fase sexual. Este hecho dificulta la clasificación, ya que, tradicionalmente las formas sexuales de una especie se han incluido en un grupo diferente y con un nombre distinto de las que presentan las formas sin reproducción sexual. Diferentes teleomorfos se han asociado con las especies de *Fusarium*, la mayoría de los teleomorfos son miembros de los Hypocreales, ubicados en la clase Ascomycetes. Tres teleomorfos se relacionan con los anamorfos del género *Fusarium*: *Gibberella*, *Haematonectria* y *Albonectria*. *Gibberella* es el género más comúnmente asociado a la mayoría de las especies de *Fusarium* e incluye a los patógenos de plantas como *Gibberella zeae* (*F. graminearum*), *G. moniliformis* (*F. verticillioides*) y otras especies incluidas en el complejo *G. fujikuroi*. El género *Haematonectria* incluye *H. haematococca* (*F. solani*), de distribución cosmopolita, patógeno de plantas de importancia económica tales como porotos, cítricos, soja, maní, pimienta, papa, calabaza, clavel, etc. (Leslie y Summerell 2006)

Las características morfológicas son el criterio más comúnmente utilizado para la identificación de las especies de *Fusarium*. El crecimiento de cultivos monospóricos

en medios apropiados permite la observación de tres tipos de esporas llamadas macroconidios, microconidios y clamidosporas. Algunas especies producen los tres tipos de esporas, mientras que otras especies no lo hacen.

**Macroconidios:** Es el órgano principal para la caracterización no sólo de la especie, sino también del género *Fusarium*; su forma y tamaño varía según la especie. Este se puede formar en una estructura especializada llamada esporodoquio, como también en monofiálides, polifiálides y en el micelio aéreo. Para algunas especies es una característica relativamente constante y estable, pero se debe usar cautelosamente como criterio taxonómico. La presencia de una célula basal con forma de pie en los macroconidios se considera característica del género *Fusarium*, pero varios géneros de Coelomycetes también la tienen.

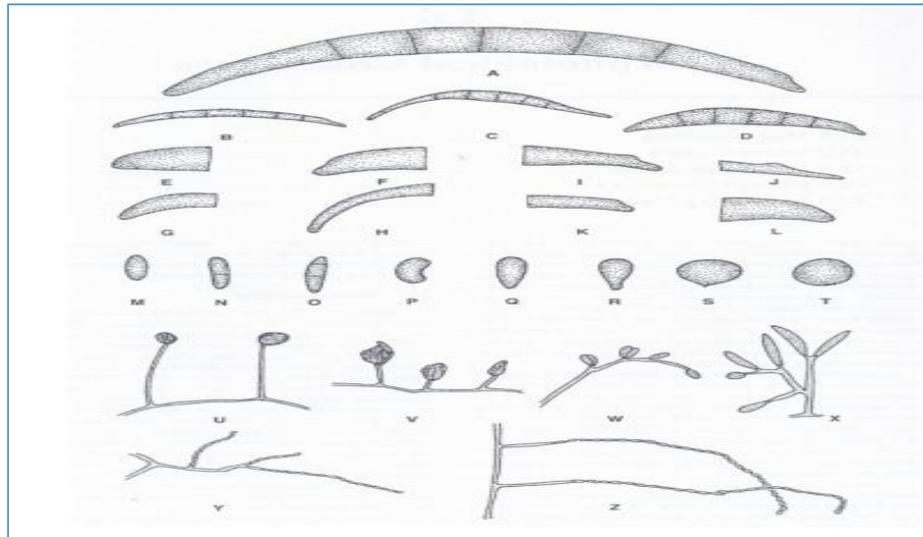
**Microconidios:** La presencia o ausencia de los microconidios es una característica principal en la taxonomía de *Fusarium* spp. Si el microconidio está presente, las características consideradas son: forma, modo de formación, si está solo, en falsas cabezas, en cabezas o en cadenas. Estos se forman en el micelio aéreo a partir de monofiálides o polifiálides pero no en el esporodoquio. Se pueden ver aislados, en masas o en cadenas.

**Clamidosporas:** La presencia o ausencia de clamidosporas también es una característica principal en la taxonomía de *Fusarium* spp. Si están presentes, pueden estar solas, en pares, en grupos, o en cadenas. Su pared puede ser gruesa, rugosa o lisa. Son esporas de supervivencia ante ambientes adversos que garantizan la propagación y supervivencia del hongo.

**Conidióforos:** Contienen el microconidio. Son de carácter taxonómico primario y dependiendo de la especie, se pueden encontrar en monofiálides o contener monofiálides y polifiálides reduciendo microconidios.

**Esporodoquios:** Son masas de conidióforos cortos y estrechamente ramificados que nacen directamente de una maraña de hifas. Se producen más frecuentemente en la naturaleza que en los cultivos de laboratorio. (Leslie y Summerell 2006)

Imagen 4. Estructuras de *Fusarium*

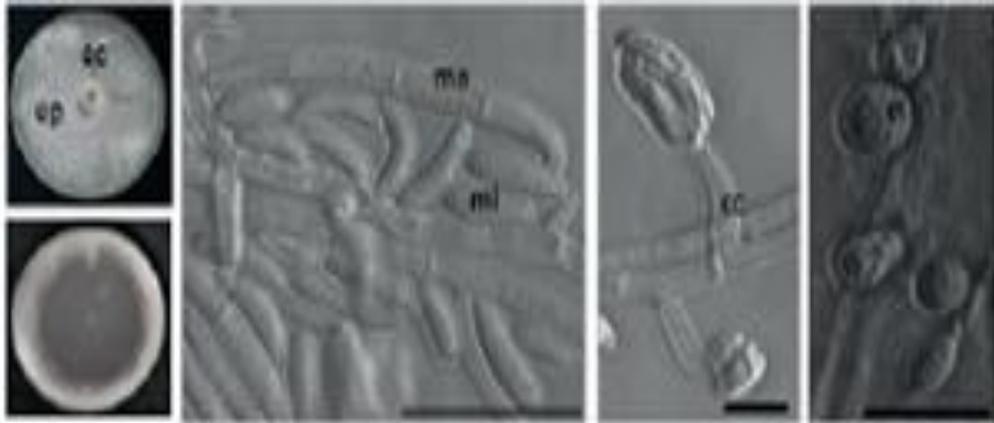


Fuente: (Leslie y Summerell 2006)

En la imagen puede observarse: Morfología de macroconidios (A-D): A: macroconidio típico, con célula apical a la izquierda y célula basal a la derecha. B: *F. avenaceum*; C: *F. equiseti* y D: *F. crookwellense*. Formas de la célula apical de los macroconidios (E-H): E: *F. culmorum*; F: *F. sambucinum*; G: *F. lateritium*; H: *F. equiseti*. Formas de la célula basal de los macroconidios (I-L): I: *F. crookwellense*; J: *F. longipes*; K: *F. avenaceum*; L: *F. solani*. Formas de los microconidios (M-T): M: Ovalado; N: Biseptado; O: con tres septos; P: Reniforme; Q: ovoide con base truncada; R: Piriforme; S: Napiforme; T: Globoso. Formas de la fiálide (U-X): Monofiálide de *F. solani* (U) y de *F. oxysporum* (V) y Polifiáldes de *F. polyphialidicum* (W) y de *F. semitectum* (X) que portan mesoconidios. Microconidios en cadenas cortas (Y) en *F. nygamai* y de cadenas largas (Z) en *F. verticillioides*. (Leslie y Summerell 2006)

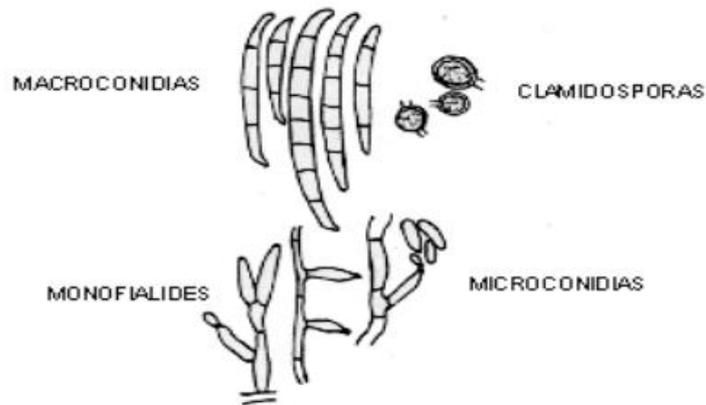
### 2.3.4 *Fusarium oxysporum*

Imagen 5. *Fusarium oxysporum*



Fuente: (Camacho López et al. 2014)

Imagen 6. Características microscópicas de *Fusarium oxysporum*



Fuente: (Monzón y Rodríguez Tudela 2022)

### 2.3.5 Descripción

*Fusarium oxysporum* es una de las especies de mayor importancia fitopatológica ocasionando marchitamientos vasculares seguidos de la muerte de la planta, caracterizándose por producir colonias de crecimiento rápido y tres tipos de esporas; microconidias, macroconidias y clamidospora. En los cultivos de clavel se han presentado epidemias bastantes severas con pérdidas económicas. (Arbeláez T 2000)

Forma parte de la comunidad de hongos que se encuentran en el suelo y se considera como un elemento natural de la rizósfera. Las cepas de esta especie son saprófitas y pueden llegar a vivir en la materia orgánica, aunque algunas como las fitopatógenas penetran las raíces de la planta. Actualmente, se conocen alrededor de 150 formas especiales de este hongo, junto a sus razas fisiológicas; además, de evidenciarse su rápida expansión en los diferentes cultivos del medio.(Barahona Manzaba 2021)

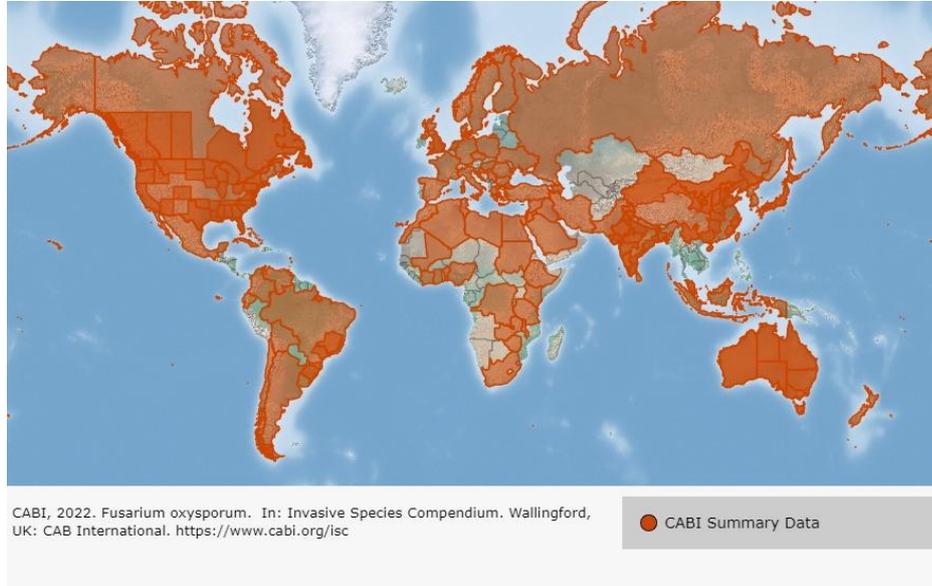
### 2.3.6 Clasificación taxonómica

<b>Dominio:</b>	Eukaryota
<b>Reino:</b>	Fungi
<b>Filo:</b>	Ascomycota
<b>Subfilo:</b>	Pezizomycotina
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Subclase:</b>	Hypocreomycetidae
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Nectriaceae
<b>Género:</b>	<i>Fusarium</i>
<b>Especie:</b>	<i>Fusarium oxysporum</i>

Fuente:(CABI 2006)

**2.3.7 Distribución geográfica *Fusarium oxysporum***  
*F. oxysporum* f.sp. *dianthi* está muy extendido donde se cultiva *Dianthus*.

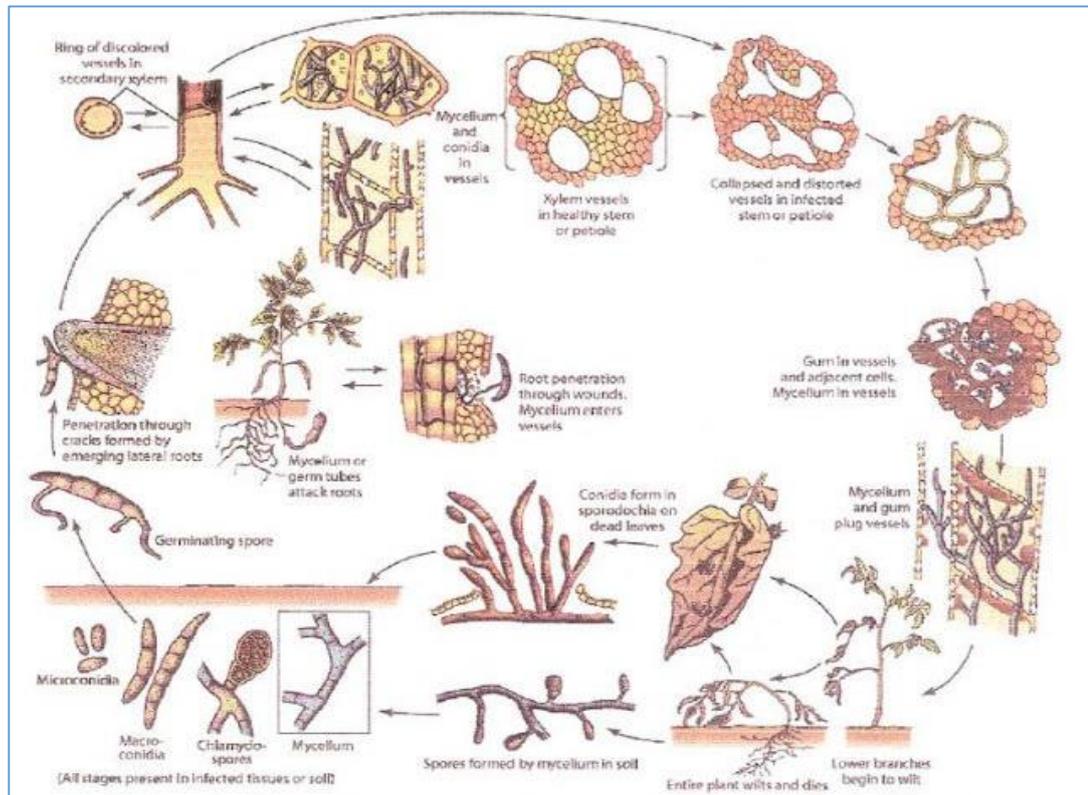
Mapa 2. Distribución geográfica de *Fusarium oxysporum*



Fuente: (CABI 2022)

**2.3.8 Ciclo de vida de *Fusarium oxysporum***

Imagen 7. *Fusarium oxysporum*



Fuente: (García 2021)

### 2.3.9 Descripción *Fusarium oxysporum*

Micelio floccoso (tomentoso) al principio, de apariencia de fieltro después, liso cuando joven a ondulado en los estados adultos, blanco a de color rosa o rosado-rojizo hacia el centro cuando adulto. Macha el medio de color anaranjado-rojizo. Microconidios de 5.2-14.2 (-17.2) x 2-3 /zm, no septadas o a veces con un septo, elíptico-ovaladas o subfusiformes, a veces alantoides, hialinas, abundantes. Se forman en fiálides simples del micelio o en fiálides en conidióforos ramificados.

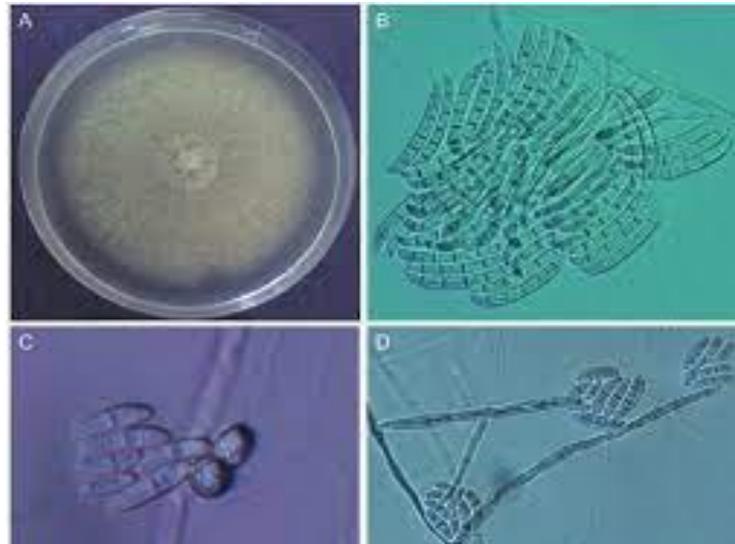
Macroconidios con 3, 4, 5 o 6-7 septos, los de 3 septos miden 27-42 x 4-4.5 um, los de 5 septos de 33-63 x 3-4.5 f<sub>z</sub>m y los de 6-7 septos de 63-67.5 (-84) x 3.5-4.5 fon.

Los más abundantes son los de 3 a 5 septos, todos son fusiforme-alantoides, con los extremos puntiagudos, a veces con una base pedunculada, reminiscencia de la huella de la unión con la fiálide. Son de paredes delgadas y hialinos. Crecen en conidióforos ramificados, aunque en ocasiones en fiálides simples. A veces se presentan agrupaciones de conidióforos semejantes a esporodoquios.

Las fiálides, tanto en los microconidios como de los macroconidios son hialinas, de 9.7-22.5 (-37) x 2.5-3 m, en forma ventricosa y capitadas. Clamidosporas abundantes en micelios viejos, son de 10-15 (-20) tan de diámetro, hialinas, lisas a rugosas, de pared medianamente gruesa, terminales o intercalares, solitarias o formando cadenas cortas. Las hifas del micelio son hialinas, de pared delgada, tabicadas. En ocasiones se fusionan entre sí. (Valenzuela y Guzmán 1980)

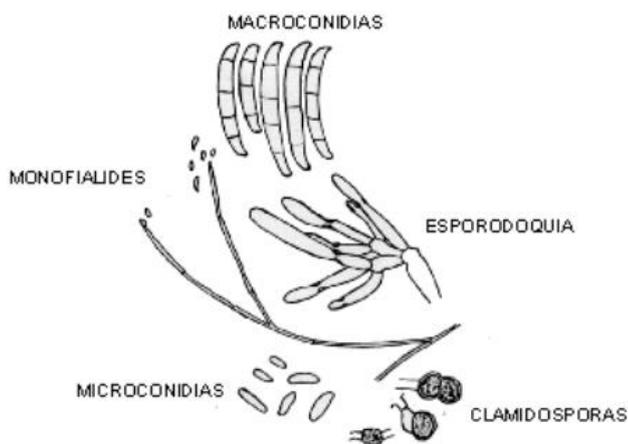
### 2.3.10 *Fusarium Solani*

Imagen 8. *Fusarium Solani*



Fuente: (Pastrana 2014)

Imagen 9. Características microscópicas de *Fusarium solani*



Fuente: (Monzón y Rodríguez Tudela 2022)

#### 2.3.10.1 Descripción

*Fusarium solani* ocasiona sólo esporas asexuales, aunque bajo ciertas condiciones se produce una fase peritecial identificada como nectria *Haematococca*. Las esporas asexuales se forman en esporodocioquios e incluyen microconidios formados por una o dos células, así como los macroconidios típicos de *Fusarium*, que consisten de 3 a 9 células (a menudo 4 ó 5), levemente encorvados y con extremos más o menos puntiagudos. *Fusarium*, también produce clamidosporas de pared gruesa y formadas

por una o dos células que soportan la sequía y las bajas temperaturas. El hongo vive en los tejidos vegetales muertos e inverna en forma de micelio o esporas en las semillas o en los tejidos muertos o infectados. Las esporas son fácilmente diseminadas por el viento, el equipo agrícola, el agua, por contacto, etc., de ahí que el hongo se encuentre ya en forma de micelio o esporas en muchos suelos.(. Agrios 2020)

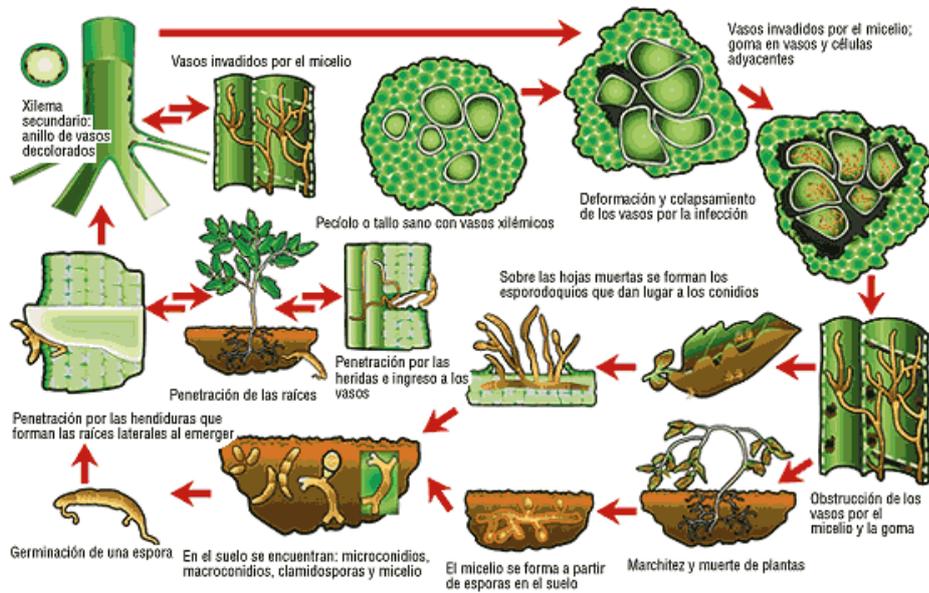
### 2.3.10.2 clasificación taxonómica

<b>Dominio:</b>	Eukaryota
<b>Reino:</b>	Hongos
<b>Filo:</b>	Ascomycota
<b>Subfilo:</b>	Pezizomycotina
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Subclase:</b>	Hypocreomycetidae
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Nectriaceae
<b>Género:</b>	Fusarium
<b>Especie:</b>	Fusarium solani

Fuente:(CABI 2006)

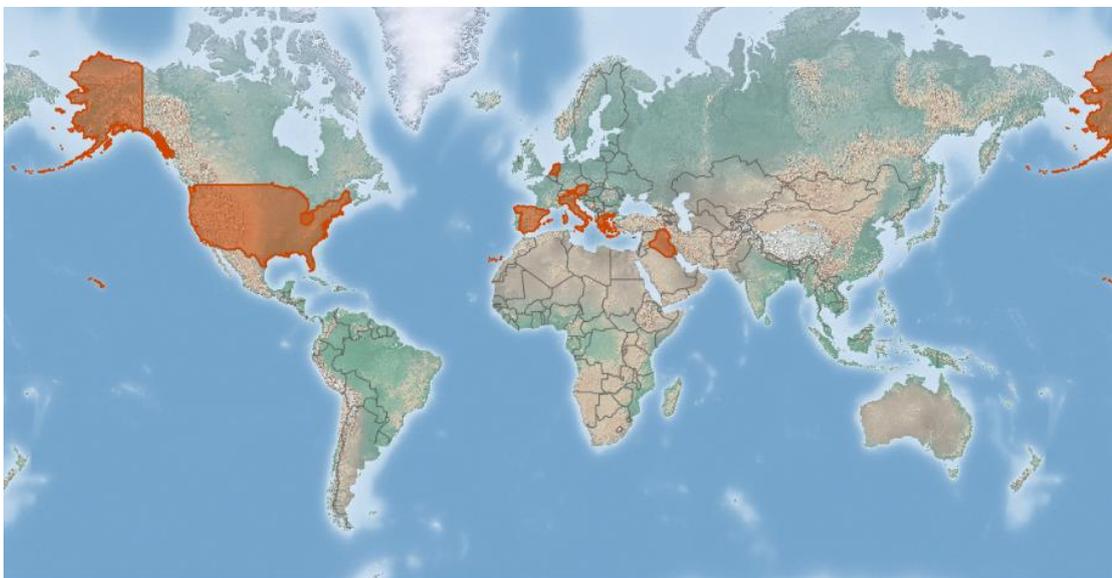
### 2.3.10.3 Distribución de *Fusarium solani*

Imagen 10. Ciclo de vida de *Fusarium solani*



Fuente: (Blogger 2014)

Mapa 3. Distribución de *Fusarium solani*



CABI, 2021. *Fusarium solani* f.sp. cucurbitae. In: Crop Protection Compendium (CPC). Wallingford, UK: CAB International. <https://www.cabi.org/cpc>

● CABI Summary Data

Fuente: CABI,2021

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Descripción del lugar de investigación**

El presente trabajo investigativo se realizó en el cantón Latacunga en las parroquias: Eloy Alfaro, Tanicuchi, Alaquez, Guaytacama, Poalo, Toacaso y Belisario Quevedo.

### **3.2 Tiempo de estudio**

La toma de muestras se realizó desde 2020 hasta 2021

### **3.3 Metodología de la investigación**

La investigación se la realizó en dos fases: una de campo y la otra en laboratorio.

#### **3.3.1 Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizó en recolectar muestras de clavel con síntomas de la enfermedad para su identificación.

##### **3.3.1.1 Recolección de muestra de plantas o partes de plantas**

Se trabajó con el protocolo de muestreo elaborado por AGROCALIDAD, que establece que el personal técnico de muestreo, deberá observar la sintomatología (signos y síntomas) de la planta(as) o partes de la planta(as), con la finalidad de dar un pre diagnóstico que se registrará en la Orden de Trabajo, PGC/LA/03-FO07 vigente.

El personal técnico responsable de muestreo, debe tomar la muestra de acuerdo a la

referencia que se cita en la Tabla.

Tabla 2: Cantidad de muestras de plantas o partes de plantas a recolectar. Laboratorio de Fitopatología

MUESTRA	PARTE AFECTADA	CANTIDAD	OBSERVACIONES
Planta de altura menor a 15 cm	Hoja Tallo Raiz	Min. 5 Min. 3 Min. 1	Es importante que se tomen muestras con características iniciales e intermedias de la enfermedad. Tallo: incluir muestras de la porción terminal del tallo con yemas laterales, hojas y flores en condición identificable. Raíces: es necesario considerar que debe recolectarse también con aprox. 500 g de suelo o sustrato y deberá enviarse al laboratorio como una sola muestra.
Planta mayor a 15 cm de altura	Hoja Tallo Raiz	Min. 5 Min. 1 Min. 200g	Es importante que se tomen muestras con características iniciales e intermedias de la enfermedad. Tallo: incluya muestras de la porción terminal del tallo con yemas laterales, hojas y flores en condición identificable. Raíces: es necesario considerar que debe recolectarse también con aprox. 500 g de suelo o sustrato y deberá enviarse al laboratorio como una sola muestra.
Plantas herbáceas	Planta completa	Min. 2	Estas plantas tendrán la tendencia a deshidratarse y secarse. Envíe la <b>planta completa</b> , y especímenes mostrando <b>síntomas iniciales</b> , con raíces y sustrato de crecimiento adyacente si está incluido en el envío.
Plantas leñosas o semi-leñosas con síntomas de marchitez	Ramas con marchitez activa	Min. 2	Se recolectan ramas con marchitez activa, pero <b>NO</b> totalmente muertas. Se envuelven en una funda de papel para regular la humedad, se recolectan de la misma forma raíces (por separado) y se colocan dentro de una en una bolsa plástica la misma que se cierra herméticamente con la finalidad de no dejar escapar la humedad del interior.
Árboles	Hojas Tallo Raiz	Min. 5 Min. 1 Min. 200g	Es importante que se tomen muestras con características iniciales e intermedias de la enfermedad.
Frutas	fruta	Min. 100 g	Considerar que estas deben ser colocadas en fundas de papel y luego dentro de una bolsa plástica la misma que se cierra herméticamente con la finalidad de no dejar escapar la humedad del interior.
Tubérculos	tubérculo	Min. 500 g	Es importante que se tomen muestras con características iniciales e intermedias de la enfermedad

### 3.3.1.2 Conservación de la muestra

Las muestras una vez recolectadas, deben ser envueltas en papel absorbente seco, funda de papel o papel periódico libre de tinta, posteriormente deben colocarse dentro de una funda plástica la misma que se cierra herméticamente con la finalidad de mantener la humedad adecuada en la muestra, con esto se logra de que material vegetal altamente húmedo (como por ejemplo tallos de cucurbitáceas o frutos) disminuyan su humedad a niveles adecuados. Por otro lado hay que considerar de qué ramas y hojas de plantas con tendencia a desecarse deberán envolverse en papel absorbente ligeramente humedecido.

La muestra debe ser protegida de la humedad externa, por este motivo es importante colocar la funda de papel con la muestra en una funda plástica, y preservarla en cadena de frío a 4°C. Por ningún motivo de deberá agregar agua a la muestra, esto acelera el deterioro de la misma.

Para cliente o usuario interno, etiquetar la muestra con la ETIQUETA DE IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS – CLIENTES INTERNOS descrita en el PGT/LA/06:

Recepción, Ingreso y Entrega de Muestras, y para clientes o usuarios externos la etiqueta de la muestra deberá contener al menos la siguiente información:

Código de la muestra

Localización: Provincia, Cantón, Parroquia

Coordenadas

Cultivo

Tipo de análisis solicitado

Nombre del cliente y/o Recolector

Fecha de toma de muestra

### **Envío de la muestra al laboratorio**

La muestra recolectada, debidamente envuelta y conservada en cadena de frío deberá ser receptada por el Laboratorio de Fitopatología hasta 48 horas luego de la colección, en caso de llegar o no la muestra en el tiempo indicado, será el laboratorio de fitopatología quien dé el aval de muestra viable para ser legalizada e ingresada al laboratorio, caso contrario la muestra será rechazada.

### **3.3.2 Trabajo de laboratorio**

Una vez obtenida las muestras con sintomatología se procedió de la siguiente manera:

#### **3.3.2.1 Aislamiento de hongos.**

Las muestras fueron lavadas hasta eliminar restos de tierra, luego se realizaron cortes longitudinales de aproximadamente 1 cm de longitud de la base del tallo y de la raíz. Posteriormente, se desinfectaron superficialmente con etanol al 70% durante 1 minuto, luego con Hipoclorito de Sodio al 2% por 3 minutos, después se hicieron 3 lavados en agua destilada estéril y finalmente colocados en papel filtro estéril para absorber los restos de agua presentes en las muestras. Se sembraron en placas Petri con medio Agar Papa Dextrosa (PDA) y se incubaron a 25° C por 7 días.

#### **3.3.2.2 Aislamiento de cultivos puros**

Los micelios de los hongos aislados con aspecto algodonoso blanquecino y de pigmentación difusible roja, rosa o violeta son característicos del género *Fusarium* fueron aislados para su purificación en frascos con medio PDA

para obtener cultivos puros de cada uno, incubándose a 25° C por 7 días. Posteriormente, se observaron al microscopio óptico los micelios aislados para confirmar la presencia de *Fusarium*.

### **3.3.2.3 Identificación morfológica**

Los aislamientos puros obtenidos de *Fusarium* fueron transferidos a placas Petri con medio PDA para observar la pigmentación de la colonia y la velocidad de crecimiento; mientras que en medio Spezieller Nährstoffarmer Agar (SNA) y Carnation Leafpiece Agar (CLA) para observar microconidias, macroconidias, y clamidosporas. Colocándose un disco del cultivo puro en el centro de cada placa Petri conteniendo el medio e preparar a 27° C por 7 días.

Los resultados obtenidos se compararon de acuerdo con la clave de Nelson *et al.*, (1983) y el manual de laboratorio de Leslie & Summerell (2006).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez terminada la presente investigación y de acuerdo a los objetivos planteados se exponen los siguientes resultados obtenidos:

### 4.1 Especies de *Fusarium* encontradas en la zona de estudio.

Tabla 3. Muestras de *Fusarium* en Clavel.

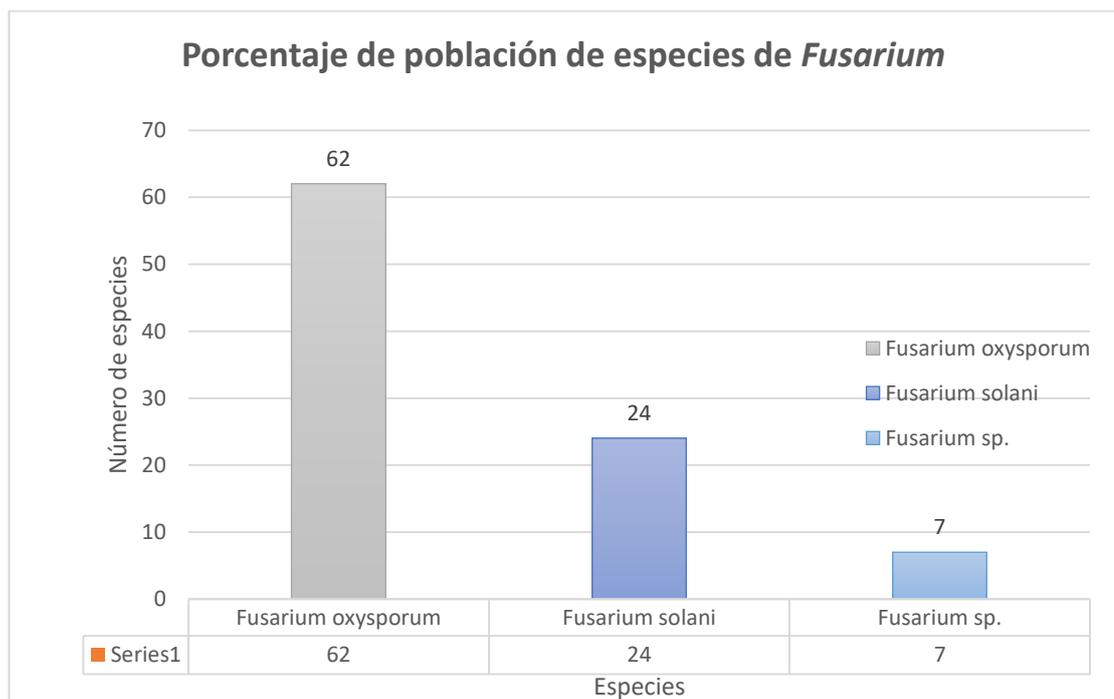
Cantón	Parroquia	Sector	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium sp.</i>	Total de cepas
LATACUNGA	Eloy alfaro	Patutan	18	8	1	3
		Cruz Loma	12	6	3	
	Tanicuchi	San Antonio de Luzun	2	0	0	1
		San Pedro	1	0	0	
		Centro	1	0	0	
		La floresta	1	0	0	
		San Andres	1	0	0	
		Alaquez	San Antonio	6	0	
	Alaquez	Centro	9	3	0	
		Belisario Quevedo	Illuchi	1	1	0
	Guaytacama	La libertad	1	0	0	3
		Santa Inés	1	0	0	
		Pupana	0	0	1	
		Cuicuno	2	2	0	
		Pupana Norte	1	0	1	
	Toacaso	Planchaloma	1	1	0	
		Pilacumbi	1	1	0	
	Poalo	Poalo	3	1	0	2
	Joseguango	Joseguando Bajo	0	1	0	1
	<b>Total</b>					

De las muestras recolectadas durante los años (2020 al 2021) y de acuerdo a la densidad poblacional en el cantón Latacunga se identificaron 3 cepas del género *Fusarium*:

- *Fusarium oxysporum*,
- *Fusarium solani*
- *Fusarium sp.*

En la tabla 3 se observa un total de 93 muestras recolectadas; En las parroquias Tanicuchi, Joseguango, Belisario Quevedo, Guaytacama, Toacaso y Poalo se identificó *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani*: y en las parroquias Eloy Alfaro, Alaquez y Guaytacama se identificó *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani* y *Fusarium sp.*

Grafico 1. Porcentaje de población de especies de *Fusarium*



Del total para cada especie registrada durante los años (2020 al 2021), se calculó su porcentaje en base a la densidad, dando los porcentajes de incidencia de cada especie.

En el gráfico 1 tenemos un total de 93 especies de *Fusarium* de los cuales 62 corresponde a *Fusarium oxysporum*, 24 especies corresponde a *Fusarium solani* y 7 corresponde a *Fusarium sp.*

*Fusarium oxysporum* se caracteriza por que sus colonias son de crecimiento rápido, el micelio aéreo va del color blanco a crema.

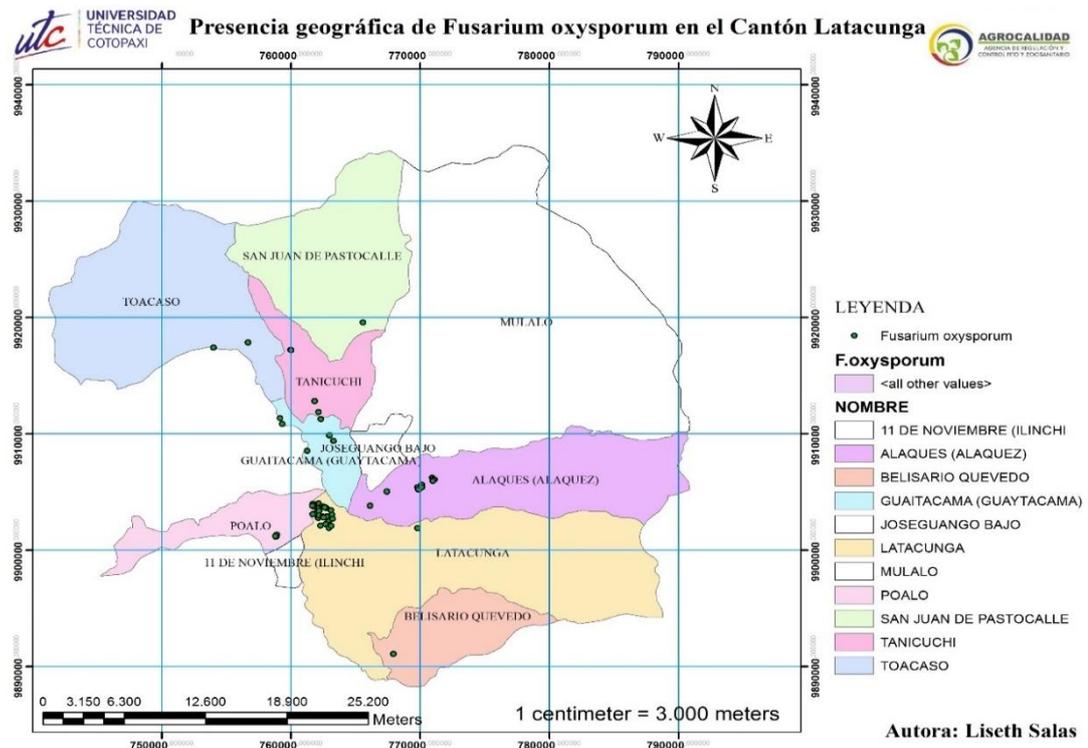
*Fusarium solani* se caracteriza por que sus colonias son de crecimiento rápido, el micelio aéreo va del color blanco que usualmente se vuelve purpura.

*Fusarium sp* se caracterizan por que sus micelios van de color café, rojo, violeta, naranja, gris, blanco, etc., los macroconidios son ausentes en algunas especies, poseen varias formas (fusiformes, ovals, clavadas, entre otras).

#### 4.2 Presencia geográfica del género *Fusarium* en la zona estudiada.

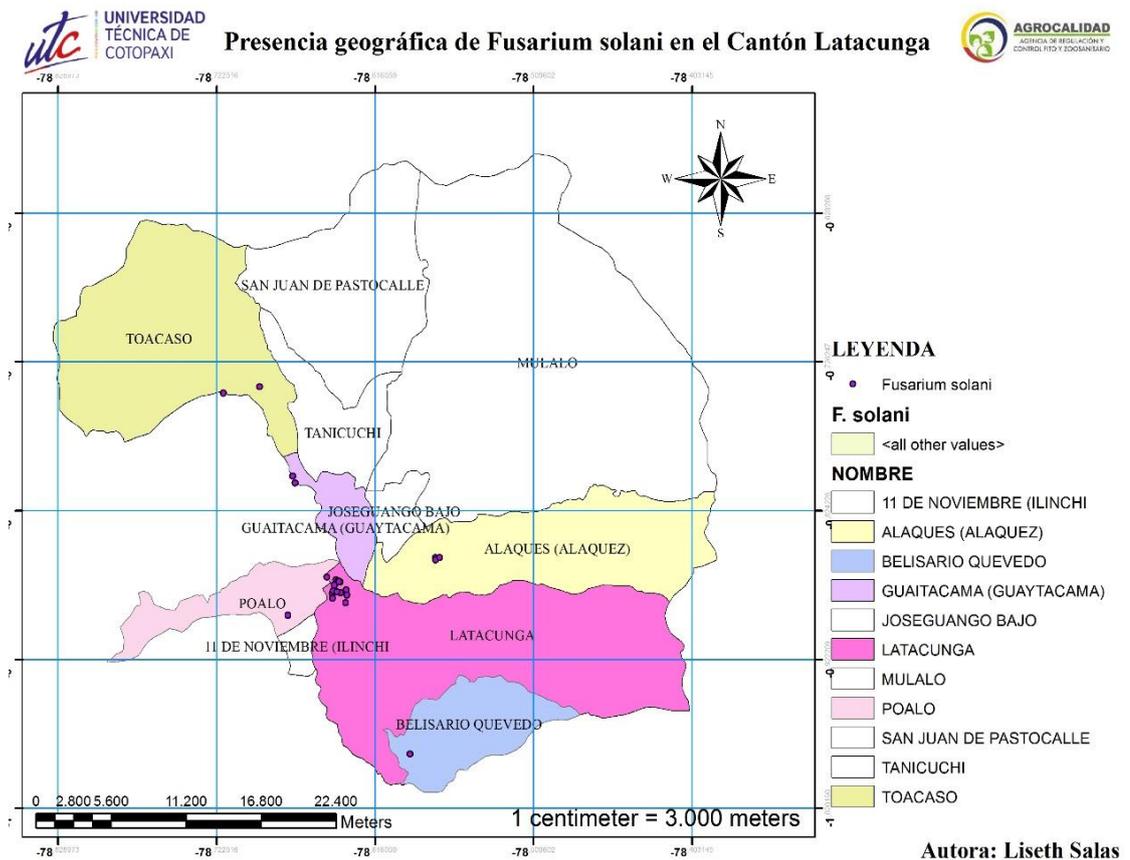
En el mapa observamos la presencia del género *Fusarium* en el Cantón Latacunga, lo cual nos ayuda a identificar las parroquias que se encuentran más afectadas por las especies de: *Fusarium Oxysporum*, *Fusarium Solani* y *Fusarium sp.*

Mapa 4. Presencia geográfica de *Fusarium oxysporum*.



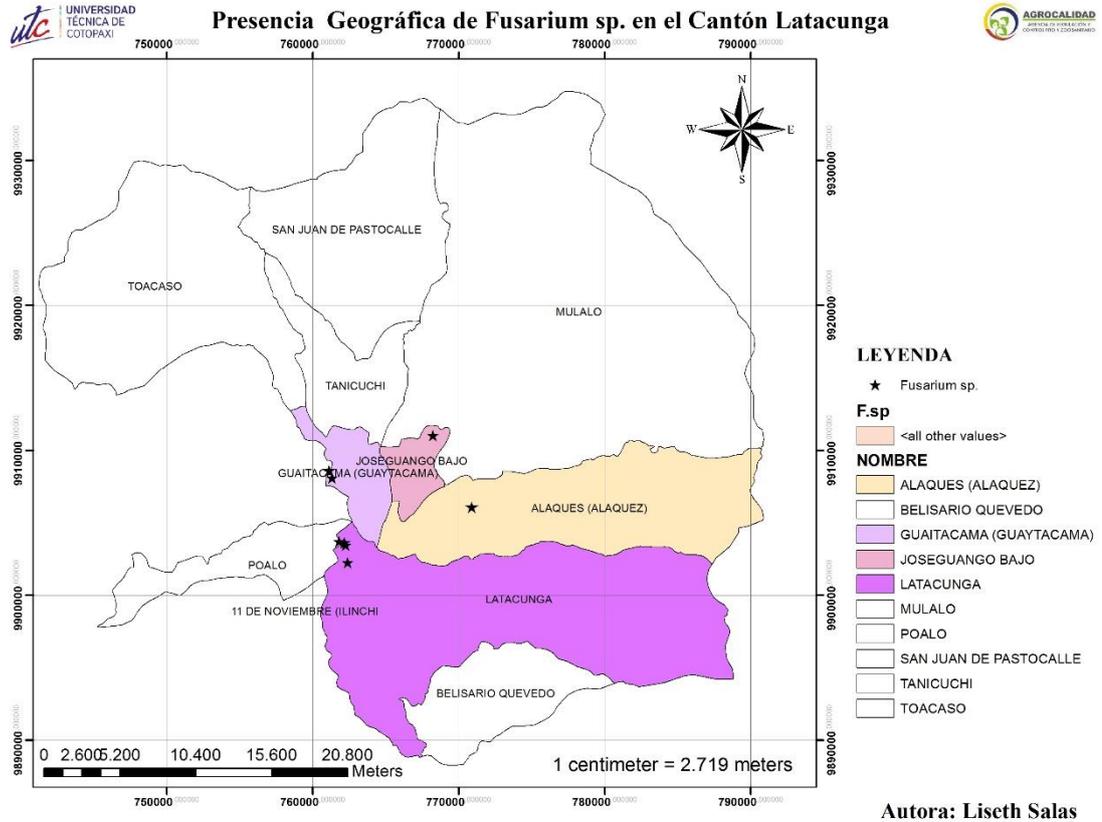
En el mapa 4 observamos que *Fusarium Oxysporum* está presente geográficamente en las diferentes parroquias que se encuentran marcadas con color como: Alaquez, Belisario Quevedo, Guaytacama, Latacunga, Poalo, San Juan de Pastocalle, Tanicuchi y Toacaso.

Mapa 5. Presencia geográfica de *Fusarium solani*



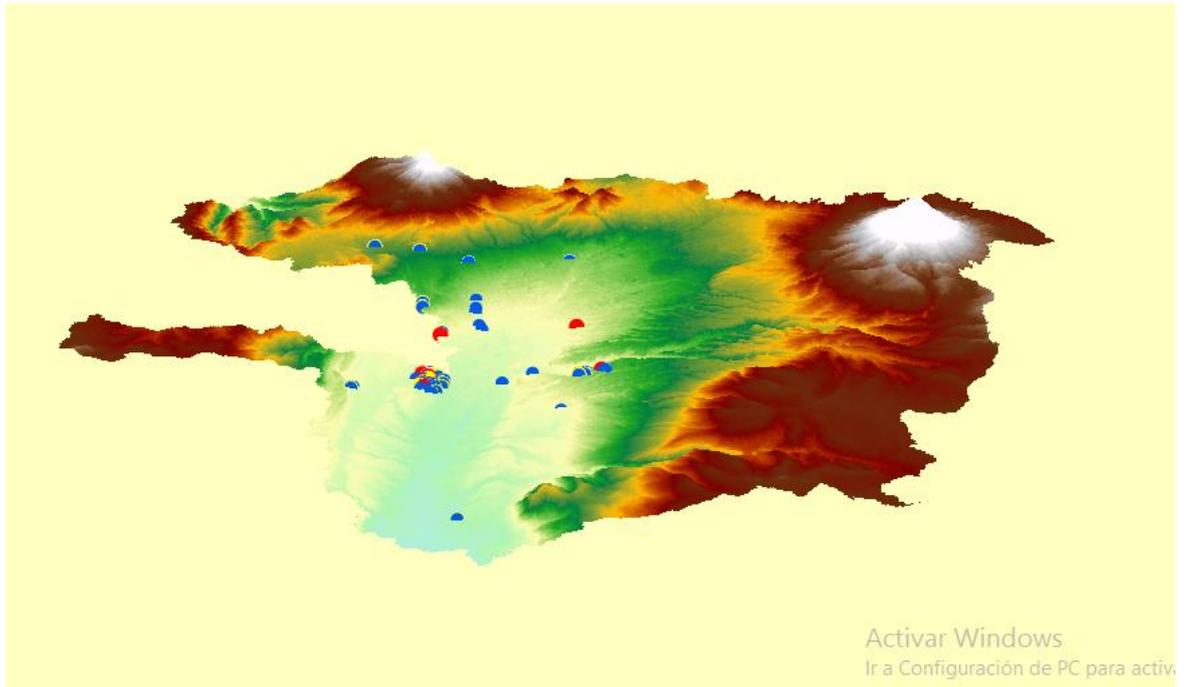
En el mapa observamos que *Fusarium Solani* está presente geográficamente en las diferentes parroquias que se encuentran marcadas con color como: Alaquez, Belisario Quevedo, Guaytacama, Latacunga, Poalo, Tanicuchi y Toacaso.

Mapa 6. Presencia geográfica de *Fusarium sp.*



En el mapa observamos que *Fusarium sp.* Está presente geográficamente en las diferentes parroquias que se encuentran marcadas con color como: Alaquez, Guaytacama, Joseguango y Latacunga.

Mapa 7. Presencia geográfica de cepas de *Fusarium* en 3D.



En el mapa en 3D podemos observar en qué pisos climáticos se adaptan las especies: *Fusarium oxysporum* se adapta en los tres pisos climáticos como son: baja, medias y alta: *Fusarium solani* se adapta en dos pisos climáticos como son: media y alta: *Fusarium sp.* tenemos que se adapta solo en un piso climático que es media.

### 4.3 Incidencia

En el cantón Latacunga se encuentran establecidos un total de 179 productores de Clavel en estos 3 años se ha visto una baja producción del cultivo por la presencia de *Fusarium*, los floricultores están realizando una rotación de cultivo y otros dejan de producir desgraciadamente el capital y la tecnología del conocimiento agro exportador hoy por hoy, están limitados a bajos ingresos para seguir produciendo clavel, por lo cual se obtuvo una Incidencia de afectación del 51,9 % de *Fusarium*.

Grafico 2. Porcentaje de Incidencia de Fusarium

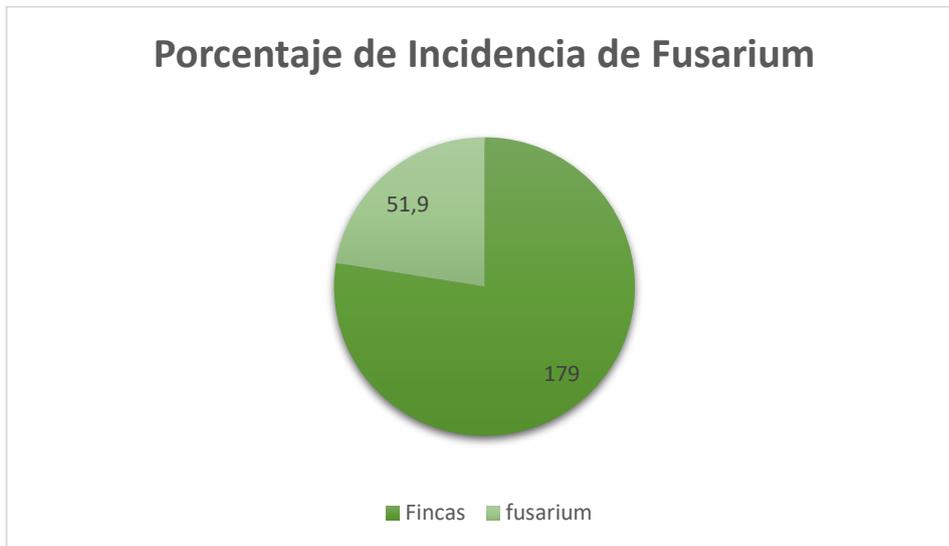
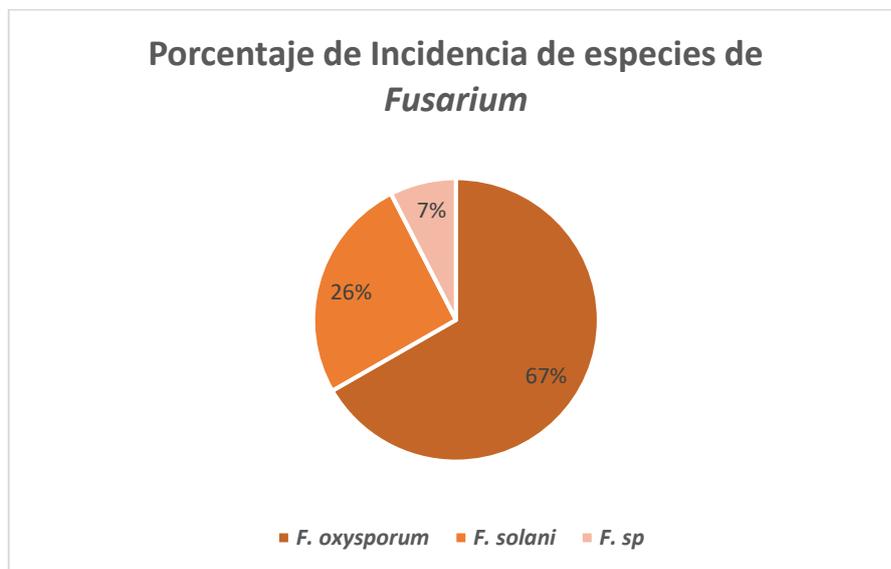


Grafico 3. Porcentaje de población de especies de Fusarium



Los valores promedios de incidencia de *Fusarium* varían entre: *F. oxysporum* con una incidencia del 67% que es mayor probabilidad por problemas de la composición del medio o hábitat, pH y temperatura; por tanto *F. solani* está con una incidencia del 26% y *F. sp* con una incidencia del 7%.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

De los resultados del presente estudio se concluye lo siguiente:

- ✓ En el Cantón Latacunga se identificaron 3 especies del Genero *Fusarium* recolectadas las cuales son: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium Solani* y *Fusarium sp.*
- ✓ La caracterización geográfica de las especies recolectadas tenemos que *Fusarium oxysporum* se encuentra distribuido en las parroquias de: Eloy Alfaro, Tanicuchi, Alaquez, Belisario Quevedo, Guaytacama, Toacaso y Poalo; *Fusarium solani* se encuentra en Eloy Alfaro, Alaquez, Belisario Quevedo, Toacaso y Poalo; *Fusarium sp* se encuentra en Eloy Alfaro, Alaquez y Guaytacama.
- ✓ Luego de la caracterización geográfica de las cepas de *Fusarium* se obtuvo que *Fusarium oxysporum* por sus condiciones de adaptabilidad se desarrolla en las altitudes altas, media y baja por lo que se considera la más agresiva además una alta infestación en la zona de estudio; *Fusarium solani* y *Fusarium sp* por sus características biológicas se encuentra en altitudes medias.
- ✓ En la zona de estudio se obtiene una incidencia de 51,9% de *Fusarium*, los valores obtenidos de incidencia de cepas de *Fusarium* en el cultivo de clavel son; *Fusarium oxysporum* con un 67%, *Fusarium solani* con el 26% y *Fusarium sp.* con el 7%.

## 5.2 Recomendaciones

- ✓ Continuar con los monitoreos y envíos de muestras para realizar la identificación en el caso de que exista más especies del género *Fusarium* en toda la Provincia de Cotopaxi, para actualizar el listado de especies presentes en la zona y el país.
- ✓ Capacitar a los floricultores con la finalidad de dar a conocer la sintomatología, las cepas y las zonas afectadas por las diferentes cepas de *Fusarium*.
- ✓ En vista que se ha estudiado muy poco referente a *Fusarium*, y en especial las cepas presentes en las zonas de producción florícola y otras zonas que son considerados como ecosistemas de adaptabilidad; por lo que se debe continuar con las investigaciones de nuevos hospedantes y nuevas cepas existentes en la Provincia.

## CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libro de Fitopatología de G. N. Agrios. 2020. (en línea, sitio web). Consultado 14 ago. 2021. Disponible en <https://guiaspdf.net/libro-fitopatologia-de-g-n-agrios/>.

AGRIOS. s. f. INTRODUCCIÓN A LA FITOPATOLOGÍA. s.l., s.e.

AGROCALIDAD. 2022. PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN FITOSANITARIA DE ORNAMENTALES DE EXPORTACIÓN. s.l., s.e.

Alulema, D; Viviana, E. 2016. Evaluación in vitro de la actividad de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium* spp. como alternativa al uso de fungicidas químicos que producen contaminación ambiental en la florícola Happines Flowers. (en línea) (En accepted: 2017-04-18t16:34:40z). . Consultado 1 ago. 2021. Disponible en <http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/6193>.

Alulema, EVD. s. f. INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL. :107.

Arbeláez T, G. 2000. ALGUNOS ASPECTOS DE LOS HONGOS DEL GENERO *Fusarium* Y DE LA ESPECIE *Fusarium oxysporum*. 17:1-6.

Ayukawa, Y; Asai, S; Gan, P; Tsushima, A; Ichihashi, Y; Shibata, A; Komatsu, K; Houterman, PM; Rep, M; Shirasu, K; Arie, T. 2021. A pair of effectors encoded on a conditionally dispensable chromosome of *Fusarium oxysporum* suppress host-specific immunity (En bandiera\_abtest: acc\_license\_type: cc\_bycg\_type: nature research journalsnumber: 1primary\_atype: researchpublisher: nature publishing groupssubject\_term: effectors in plant pathology;pathogenssubject\_term\_id: effectors-in-plant-pathology;pathogens). *Communications Biology* 4(1):1-12. DOI: <https://doi.org/10.1038/s42003-021-02245-4>.

Barahona Manzaba, DG. 2021. Análisis de riesgo de expansión de *Fusarium oxysporum* F.sp. cubense ante el cambio climático en Ecuador continental (en línea) (En accepted: 2021-07-28t15:11:19z). . Consultado 20 mar. 2022. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6211>.

Blogger. 2014. Podredumbre Seca (en línea, sitio web). Consultado 19 sep. 2021. Disponible en <https://enfermedadesdeltomate1.blogspot.com/2014/10/podredumbre-seca.html>.

CABI. 2006. Crop Protection Compendium. s.l., s.e.

. 2021. CLAVEL. EPPO Bulletin .

. 2021. *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* (clavel marchito) (en línea, sitio web). Consultado 28 sep. 2021. Disponible en <https://www.cabi.org/cpc/datasheet/24638>.

Camacho López, MD. 2012. Identificación y variabilidad genética de cepas de *Fusarium* spp. aisladas de clavel (*Dianthus caryophyllus*) en Baja California, México (en línea). Mexico, CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION SUPERIOR DE ENSENADA. 103 p. Disponible en <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/2498/1/192101.pdf>.

Camacho López, MD; Valenzuela Solano, C; Hernández Martínez, R; Camacho López, MD; Valenzuela Solano, C; Hernández Martínez, R. 2014. *Fusarium* spp. asociadas a clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en Baja California, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* 5(SPE8):1409-1415.

Forero-Reyes, CM; Alvarado-Fernández, AM; Ceballos-Rojas, AM; González-Carmona, LC; Linares-Linares, MY; Castañeda-Salazar, R; Pulido-Villamarín, A; Góngora-Medina, ME; Cortés-Vecino, JA; Rodríguez-Bocanegra, MX. 2018. Evaluación de la capacidad patogénica de *Fusarium* spp. en modelos vegetal y murino. *Revista Argentina de Microbiología* 50(1):90-96. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2016.11.009>.

García, L. 2021. Fitopatología (en línea, sitio web). Consultado 28 sep. 2021. Disponible en <https://www.pinterest.cl/lbarrera19/fitopatolog%C3%ADa/>.

Hernández Amasifuen, AD; Pineda Lázaro, AJ; Noriega-Córdova, HW. 2019. Aislamiento e identificación de *Fusarium oxysporum* obtenidos de zonas productoras de «ají paprika» *Capsicum annum* L. (Solanaceae) en el distrito de Barranca, Perú. *Arnaldoa* 26(2):689-698. DOI: <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.262.26211>.

Jácome, A. 2014. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS (en línea, sitio web). Consultado 1 ago. 2021. Disponible en <https://docplayer.es/85093731-Universidad-tecnica-de-cotopaxi-unidad-academica-de-ciencias-agropecuarias-y-recursos-naturales-carrera-de-ingenieria-agronomica-tesis-de-grado.html>.

Leslie, J; Summerell, B. 2006. El manual del laboratorio de *Fusarium* | Wiley (en línea, sitio web). Consultado 28 sep. 2021. Disponible en <https://www.wiley.com/en-us/The+Fusarium+Laboratory+Manual-p-9780813819198>.

Libro-de-Fitopatologia-de-G.-N.-Agrios-GuiasPDF.Net\_.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 14 ago. 2021. Disponible en [https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2020/08/Libro-de-Fitopatologia-de-G.-N.-Agrios-GuiasPDF.Net\\_.pdf](https://guiaspdf.net/wp-content/uploads/2020/08/Libro-de-Fitopatologia-de-G.-N.-Agrios-GuiasPDF.Net_.pdf).

Macías Moncayo, ML. 2019. Determinación del agente causal de la enfermedad de marchitez vascular y pudrición del fuste de *Gmelina arborea* Roxb. en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. (en línea) (En accepted: 2020-09-09t13:38:15z). . Consultado 14 ago. 2021. Disponible en <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/4080>.

Márquez, M; Martínez, MM; Franco, M. 2002. Aislamiento de *Trichoderma* sp. y actinomicetes a partir de suelos de clavel (*Dianthus caryophyllus*) y evaluación de su capacidad antagónica in vitro sobre *Fusarium oxysporum*. f. sp. *Dianthi*. *Agronomía Colombiana* 19(1-2):81-87.

Moncayo, MLM. 2019. Determinación del agente causal de la enfermedad de marchitez vascular y pudrición del fuste de *Gmelina arborea* Roxb. en el Trópico Húmedo Ecuatoriano. :62.

Monzón, A; Rodríguez Tudela, JL. 2022. Infecciones causadas por el género *Fusarium*. :6.

Osorio, B; Andrés, G. 2009. Estudio de *Fusarium foetens* asociado a la pudrición basal en clavel (*dianthus caryophyllus* l.) variedad Nelson (en línea) (En accepted: 2014-05-07t22:12:14z). . Consultado 31 jul. 2021. Disponible en <http://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8563>.

Pastrana, AM. 2014. *Fusarium solani*: un nuevo patógeno en el cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) en España. :5.

PD *F. oxysporum* Pub V1.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 15 ago. 2021. Disponible en <http://sinavef.senasica.gob.mx/CNRF/AreaDiagnostico/DocumentosReferencia/Documentos/ProtocolosFichas/Protocolos/HongosFitopatogenos/PD%20F.%20oxysporum%20Pub%20V1.pdf>.

Poveda Burgos, G; Martínez Llauca, J; Vera Vargas, G; Villamar Moncada, G. 2016. ANÁLISIS DE LAS EXPORTACIONES DE CLAVELES ECUATORIANOS CORTADOS EN MINIATURA HACIA EL MERCADO JAPONÉS. Volumen 8, N° 27.

Poveda, G; Martínez, J. 1997. Análisis técnico -económico del negocio de flores de exportación(Claveles) (en línea) (En accepted: 2020-12-29t03:06:38z). . Consultado 1 ago. 2021. Disponible en <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/38950>.

Quisphe, K. 2018. EFECTO ANTIMICOTICO DEL ACEITE ESENCIAL DE *Mintostachys mollis*( Muña) EN CEPAS DE *Fusarium* sp. PUNO-2017 (en línea). PERU, UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO. 119 p. Disponible en <https://library.co/document/zkwv64ez-efecto-antimicotico-aceite-esencial-mintostachys-mollis-muna-fusarium.html>.

Sango, C; Elizabeth, S. 2017. Evaluación in vitro de la capacidad antagónica de *Trichoderma* comercial (*Trichoderma harzianum*) y *Trichoderma* nativo (*Trichoderma* sp.) frente a los patógenos *Alternaria* sp., *Fusarium oxysporum* y *Heterosporium echinolatum* del cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus*) (en línea) (En accepted: 2017-07-27t22:40:44z). . Consultado 1 ago. 2021. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17534>.

Tandalla, FCO. s. f. PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO. :101.

Tapia, C; Amaro, J. 2014. Género *Fusarium*. Revista chilena de infectología 31(1):85-86. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0716-10182014000100012>.

Valenzuela, R; Guzmán, G. 1980. Descripción de *Fusarium oxysporum* en un nuevo habitat. Boletín de la Sociedad Mexicana de Micología 14:107-111.

Vásconez, A; Daniel, R. 2012. Técnicas de prevención y control de *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* en clavel *Dianthus caryophyllus* y su incidencia en la productividad (en línea) (En accepted: 2012-05-23t13:59:53z). . Consultado 9 ago. 2021. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/1868>.

Villa-Martínez, A; Pérez-Leal, R; Morales-Morales, HA; Basurto-Sotelo, M; Soto-Parra, JM. 2014. Situación actual en el control de *Fusarium* spp. y evaluación de la actividad antifúngica de extractos vegetales. :13.

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

Fotografía 1. Materiales utilizados para la toma de muestra.



*Fotografía 2. Recolección de muestras de Clavel con sintomatología de fusarium*



Fotografía 3. Toma de datos de la muestra para envío al laboratorio



*Fotografía 4. Etiquetado de la muestra.*

