

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**FUNGOSIS DE LA GUABA (*Inga edulis* L.) EN EL VALLE CONDEBAMBA -  
CAJABAMBA - CAJAMARCA**

# **T E S I S**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentada por el Bachiller:**

**MARVIN JOEL ALVAREZ AMADOR**

**Asesor:**

**Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"  
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
Secretaría Académica



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Cajamarca, a los veintitrés días del mes de setiembre del año dos mil veintidós, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 150-2022-FCA-UNC, de fecha 13 de mayo del 2022**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la TESIS titulada: "**FUNGOSIS DE LA GUABA (*Inga edulis*) EN EL VALLE CONDEBAMBA**", realizada por el Bachiller **MARVIN JOEL ALVAREZ AMADOR** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las once horas y dos minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de diecisiete (17); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las doce horas y treinta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Dr. Edin Edgardo Alva Plasencia  
PRESIDENTE

Ing. M. Cs. John Víctor López Orbegoso  
SECRETARIO

Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado  
VOCAL

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por ser mi guía en cada paso que doy y hacer evidente su amor a través de cada uno de los que nos rodean.*

*A mi madre Teresa y a mi abuelita Elisa a quienes les debo todo lo que tengo en esta vida, con su amor incondicional me apoyan en todo momento, en mis fortalezas y debilidades, siendo mi motivo para salir adelante*

## **EL AUTOR**

## **AGRADECIMIENTO**

*Al Dr. Manuel Salomón Roncal Ordoñez por su amistad, orientación, tiempo y conocimientos durante la elaboración de este trabajo de investigación.*

*A mi madre y a mi abuelita por el apoyo constante que hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.*

*A mis hermanos Junior y Cristina, compañeros y a todas aquellas personas de la Escuela Académico Profesional de Agronomía que me brindaron su apoyo desinteresadamente en el desarrollo de ésta tesis.*

**EL AUTOR**

## ÍNDICE

Contenidos	Página
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenidos .....	v
Índice de figuras .....	viii
Índice de tablas.....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xi
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo .....	2
<b>CAPÍTULO II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes de la investigación.....	3
2.2 Origen de la guaba .....	4
2.3 Descripción botánica .....	4
2.4 Nombres comunes en América .....	4
2.5 Taxonomía .....	5
2.6 Propagación .....	5
2.7 Variedades .....	5
2.8 Producción.....	5
2.9 Composición bromatológica .....	6
2.10 Hongos fitopatógenos.....	6
2.10.1 Características morfológicas .....	6
2.11 Patógenos fungosos de la guaba .....	7
2.11.1 <i>Fusarium</i> spp.....	7
2.11.2 <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn .....	8
2.11.3 <i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands.....	9
2.11.4 <i>Alternaria</i> spp .....	10
2.11.5 <i>Cladosporium</i> spp.....	11

2.11.6 <i>Botrytis cinérea</i> .....	12
2.11.7 <i>Colletotrichum</i> spp.....	13
2.12 Terminología básica .....	14
<b>CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1. Ubicación.....	16
3.2. Materiales .....	19
3.2.1. Material biológico.....	19
3.3 Material de laboratorio .....	19
3.3.1. Material de protección .....	19
3.3.2. Material de vidrio .....	19
3.3.3. Equipo óptico.....	19
3.3.4. Equipo de esterilización y asepsia.....	19
3.3.5. Desinfectante .....	19
3.3.6. Medio de cultivo.....	19
3.3.7. Otros materiales .....	19
3.3.8. Material de campo .....	20
3.4 Metodología.....	20
3.4.1 Trabajo de campo .....	20
a) Colección y transporte de muestras .....	20
3.4.2 Trabajo en laboratorio .....	21
a) Identificación de casos de hongos en <i>Inga edulis</i> L .....	21
b) Aislamiento de fitopatógenos fúngicos de guaba .....	21
c) Purificación y multiplicación de hongos .....	22
d) Siembra del patógeno en una gota de PDA .....	23
e) Identificación del género.....	23
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>24</b>
4.1. Etiología fúngica de la necrosis radicular de la guaba .....	24
4.1.1 Aislamiento 01 .....	24
a) Morfología .....	24
b) Nombre de la fitoenfermedad .....	25
c) Patogénesis de <i>Verticillium</i> sp.....	25
4.1.2 Aislamiento 02 .....	26

a) Morfología .....	26
b) Nombre de la fitoenfermedad.....	27
c) Patogénesis de <i>Rhizoctonia solani</i> Kuhn .....	27
4.2. Etiología fungosa de las necrosis de hojas en guaba.....	29
4.2.1. Aislamiento 01 .....	29
a) Morfología .....	29
b) Nombre de la fitoenfermedad.....	30
c) Patogénesis de <i>Alternaria alternata</i> .....	30
4.3. Etiología fungosa de la necrosis de flores en guaba .....	32
4.3.1. Aislamiento 01 .....	32
a) Morfología .....	32
b) Nombre de la infección.....	33
c) Patogénesis de <i>Cladosporium</i> sp.....	33
4.4. Etiología fungosa de la necrosis de frutos en guaba .....	34
4.4.1. Aislamiento 01 .....	34
a) Morfología .....	34
b) Nombre de la fitoenfermedad.....	36
c) Patogénesis de <i>Fusarium</i> sp .....	36
4.4.2. Aislamiento 02 .....	37
a) Morfología .....	37
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>49</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Página
Fig 1. Mapa de la región Cajamarca indicando la provincia de Cajabamba .....	16
Fig.2. Mapa de Ubicación distrito de Condebamba .....	17
Fig.3. Esquema del procedimiento para obtener un aislamiento a partir de hojas enfermas (Sempertegui 2019) .....	22
Fig.4. Micelio de <i>Verticillium</i> sp. en medio de cultivo PDA .....	24
Fig. 5. Hifa somática, conidióforos mostrando verticilos, en cuyo ápice se diferencian crecen y desarrollan conidios unicelulares .....	25
Fig. 6. Raíz del tercer orden mostrando el lugar de infección de <i>Verticillium</i> sp., de color oscuro y desarrollo del micelio respectivo .....	26
Fig. 7. Hifas de <i>Rhizoctonia solani</i> Kunh, con ramificaciones en ángulo recto .....	27
Fig. 8. Raíz de segundo orden de guaba ( <i>Inga edulis</i> L.), mostrando infección del tejido cortical y raicillas necrosadas de color marrón claro, causado por <i>Rhizoctonia solani</i> .....	28
Fig. 9. Micelio de <i>Alternaria alternata</i> en PDA .....	29
Fig. 10. Hifa, conidióforos y conidios en cadena de <i>Alternaria alternata</i> .....	30
Fig. 11. Mancha foliar mostrando en área holonecrotica y la placionecrotica como halo amarillo causado por <i>Alternaria alternata</i> .....	31
Fig. 12. Micelio en medio PDA de <i>Cladosporium</i> sp. ....	32
Fig. 13. Hifas, conidióforo y conidios de <i>Cladosporium</i> sp. ....	33

Fig. 14.	Micelio de color rojo vinoso de <i>Fusarium</i> sp., en medio PDA .....	34
Fig. 15.	Hifa, conidióforo y macroconidios de <i>Fusarium</i> sp.; en medio PDA	35
Fig. 16.	Macroconidios de <i>Fusarium</i> sp., en medio PDA .....	36
Fig. 17.	Fruto de guaba ( <i>Inga edulis</i> L.) afectado por <i>Fusarium</i> sp.....	37
Fig. 18.	Micelio de <i>Trichotecium</i> sp., en medio PDA.....	38
Fig. 19.	Hifas y conídios bicelulares de <i>Trichotecium</i> sp.....	39
Fig. 20.	Pulpa de vaina de guaba ( <i>Inga edulis</i> L.) afectado por <i>Fusarium</i> sp., acompañado por <i>Trichotecium</i> sp.....	39
Fig. 21.	Planta joven con inicios de síntomas de clorosis foliar.....	54
Fig. 22.	Planta adulta con pie resquebrajado .....	54
Fig. 23.	Frutos de planta joven de guaba infectada con <i>Fusarium</i> sp. ....	55
Fig. 24.	Proceso de purificación monospórica del hongo .....	55
Fig. 25.	Incubación de los medios de cultivo PDA .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

**Número**

**Página**

Tabla 1. Centros poblados de Condebamba donde se colectaron las Muestras.....	18
--	----

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo, determinar las fungosis de guaba (*Inga edulis* L.) en el Valle Condebamba-Cajabamba-Cajamarca. Colectados los órganos con síntomas de fungosis de 60 plantas jóvenes y en producción (raíces, hojas, flores y frutos), de cinco centros poblados y luego de realizada la diagnosis fitopatológica se determinó; **a)** que las necrosis radiculares son causadas por *Verticillium* sp. (Verticilosis); **b)** la pudrición del tejido cortical del cuello, comprometiendo raíces lo causa *Rhizoctonia solani* (Rhizoctoniasis); **c)** las manchas foliares es causado por *Alternaria alternata* (Alternariosis); **d)** las necrosis de flores de color pardo, es por *Cladosporium* sp.; **e)** las necrosis parciales de vainas, comprometiendo a la pulpa, es causado por *Fusarium* sp. (Fusariosis); acompañando a este patógeno se aisló *Trichotesium* sp.

**Palabras clave:** *Inga edulis*, fungosis, etiología

## ABSTRACT

The objective of this investigation was to determine guava fungus (*Inga edulis* L.) in the Condebamba-Cajabamba-Cajamarca Valley. Organs with symptoms of fungus from 60 young plants and in production (roots, leaves, flowers and fruits) were collected from five populated centers and after the phytopathological diagnosis was made; **a)** that root necrosis is caused by *Verticillium* sp. (Verticillium wilt); **b)** rotting of the cortical tissue of the neck, compromising roots, is caused by *Rhizoctonia solani* (Rhizoctoniasis); **c)** leaf spots are caused by *Alternaria alternata* (Alternariosis); **d)** necrosis of brown flowers is due to *Cladosporium* sp.; **e)** partial pod necrosis, compromising the pulp, is caused by *Fusarium* sp. (Fusarium wilt); accompanying this pathogen, *Trichotesium* sp.

**Key words:** *Inga edulis*, fungosis, etiology

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El género *Inga*, con sus diferentes especies; se conocen desde antes de la llegada de los españoles; la población pre inca e incas lo utilizaron como alimento, y la madera en construcciones de sus viviendas; en la actualidad los frutos se consumen como golosina que comercializándose contribuyen con la economía de los pobladores, principalmente de los valles interandinos del norte del Perú.

En las zonas productoras de café (*Coffea arabica* L.), esta planta, es de importancia por la sombra que produce en beneficio del crecimiento y desarrollo del cafeto.

En el valle Condebamba, este frutal crece espontáneamente y se utiliza como lindero, cerco vivo, combustible y tutor de algunas passifloraceas; los frutos se comercializan de junio - octubre - en el mercado local, a intermediarios, los que lo hacen llegar a los mercados de Cajamarca, Trujillo y Chiclayo.

Como todo vegetal durante su periodo vegetativo, es atacado por enemigos naturales, destacando fitoenfermedades como una bacteriosis foliar en Brasil causado por *Erwinia psidii* y la roya cuyo patógeno es *Puccinia psidii* (Ploetz, 2003) y plagas, cuya etiología por el momento están siendo desconocidas; es por eso que organizamos desarrollar la presente investigación con el propósito de identificar las enfermedades y así haya referencias de las enfermedades que atacan a este frutal, de modo que se pueda dar a conocer a los pobladores de la zona como es que estos hongos afectan a sus frutales, además, con esto se pretende que se sigan desarrollando investigaciones de este frutal para ver cómo se controla las enfermedades halladas en la presente investigación.

## **1.1. Objetivos**

### **General**

Determinar las fungosis de guaba (*Inga edulis* L.) en el Valle Condebamba-Cajabamba-Cajamarca.

### **Específico**

Identificar cuáles son los hongos que producen las diferentes enfermedades en el género *Inga*.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

La principal enfermedad foliar de guaba en el Brasil es una roya comúnmente conocido como oxido, fitoenfermedad destructiva, principalmente de las especies del género *Inga* y a otros miembros de la familia *Myrtaceae*, como el pimiento (*Pimenta officinalis*), *Eugenia* spp., *Eucalyptus* spp. y *Melaleuca* spp. Esta roya se registró por primera vez en la guaba en Brasil en 1884, causando pústulas de color naranja a rojizo (Ploetz 2003).

En la ciudad de Cuenca - Ecuador se han reportado enfermedades fungosas en plantas de guaba destacando chancros producidos por *Cytospora* sp. y necrosis ocasionada por *Botryosphaeria* sp. (Saldaña y Vera 2019).

Las diferentes especies de *Inga*, cultivadas en vivero son susceptibles a infecciones radicales y del follaje; cuando existen excesos de humedad, por lo que se recomienda realizar riegos moderados (Vargas S, G y Pire, R. 2016.), para evitar el efecto de las diferentes especies de los géneros *Fusarium*, *Verticillium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Pythium* (Roncal 2004).

En Ecuador se reporta que las guabas son hospederos de la fanerógama semiparasita denominada científicamente como *Viscum* sp. (Vargas y Pire 2016.).

Los frutos de esta leguminosa, en Colombia y Venezuela; son atacados por *Ceratocystis pluriannulata* (Hedge) Cmoreau.= plurianulatum (Hedge) H.P.Sydow; causando necrosis de la vaina y en ataques severos causa la desnaturalización, de la pulpa, tornándose pajizo. Este patógeno se caracteriza por presentar peritesios globosos de 80 a 250  $\mu\text{m}$  de cuya base se desprenden

hifas oscuras. También se reporta manchas anulares en hojas, principalmente de la especie *Inga spectabilis* (Vahan) Will. El departamento de Caldas-Colombia, las manchas foliares de color pajizo claro o amarillo cenizo, son causadas por *Mycena citricolor*. En Puerto Rico a este tipo de lesiones se lo reporta como *Mycosphaerella ingae* Stivenson. (Stevenson); hongo semejante a la especie *M. maculiformis*. Finalmente, la muerte regresiva de los árboles de la especie *Inga edulis* es causado por *Ganoderma lucidum* (Leys ex fr.) karst. E *Hypoxylon mediterranium* (De Not.) J. H. Miller; ambas especies se caracterizan por degradar celulosa a través de enzimas (Montagnini, *et.al.* 2015).

## **2.2 Origen de la guaba**

El centro génico de este frutal se ha determinado que son las zonas boscosas de los valles interandinos de la amazonia en sur América, Centroamérica y El Caribe, desarrollándose a temperaturas que van desde los 15 °C a los 22 °C (Silva, *et.al* 2013).

## **2.3 Descripción botánica**

Árbol de hasta 15 m de altura, presenta tallo marrón-grisáceo y verde oscuro en las partes jóvenes, hojas compuestas de color verde oscuro, con folíolos elípticos, lanceoladas. Inflorescencias terminales o subterminales agrupadas en las axilas. Flores con cáliz verdoso y corola blanquecina, perfumadas, sésiles, agrupadas en el ápice del raquis. Fruto de color verde, multisurcado longitudinalmente y de largo variable. Semillas negras de 3 cm de longitud, aunque los hay desde 1,4 y 4,5 cm, cubiertas de pulpa (arilo) blanca, suave y dulce (Sinti y Torres 2017).

## **2.4 Nombres comunes en América**

A la guaba en costa rica se lo conoce como guabo caite y paterno; en Ecuador guabillo, en Nicaragua guabillo, guabo negro y caite; en Guatemala, El Salvador y Honduras se lo conoce como guaba extranjero y paterno; específicamente en una zona de Guatemala los lugareños lo conocen como cushín, en México en Veracruz y Michuacam se lo conoce como ginicuil,

cuajinicuil, cojinicuil, paterno y vaina, en algunos lugares de Puebla y Veracruz se le denomina chalahuite, en Tabasco se lo conoce como cuijinicuil, cuinicuil, jinicuil y quinicuil; en Oaxaca de acuerdo a la zona se comercializa como bitzé y ta"chki, yag-tul, cuajinicuilillo, guajinicuil; en Chiapas se conoce como talax, paterno y cuilmacheton (Vargas y Pire 2016).

## **2.5. Taxonomía**

Reino, Plantae; división, Magnoliophyta; clase, Magnoliopsida; orden, Fabales; familia, Fabaceae; subfamilia, Mimosoideae; tribu, Ingeae; genero, *Inga*; especie, *Inga edulis* (Rueda 2014).

## **2.6. Propagación.**

Se propaga por semilla botánica, crece y desarrolla en diferentes tipos de suelo (arcillosos, areno-arcilloso, limo-arcilloso, franco areno-arcilloso) (Mostacero 2005).

## **2.7 Variedades**

El género *Inga* comprende alrededor de 300 especies, y distribuidos preferentemente en la Amazonía destacan las especies: *Inga edulis*, *I. feuillei*, *I. mil.* En las flores de la mayoría de especies se observa la relación ecológica de mutualismo; con insectos, hormigas (genero *Formicidae*) y avispas parasitoides (*Vespula vulgaris*) que visitan los nectarios extra florales (Marín *et.al* 2012).

## **2.8. Producción**

Plantas con nueve años de edad, producen alrededor de 45 kg/árbol, se cosecha cuando las vainas de los frutos han alcanzado el pleno desarrollo, estos se manifiestan mostrándose frutos de mayor volumen y otros con el viraje del color verde a verde amarillento; aún no se conoce la fisiología de la planta, los frutos con madurez fisiológica no se desprenden voluntariamente la cosecha es manual se recolectan frutos bajos y los frutos elevados, trepando al árbol y con ayuda de varas provistas de ganchos especialmente adaptados (Gutiérrez 2012).

## **2.9. Composición bromatológica**

Cada 10 gramos de pulpa contienen 84,9 mg de Agua, el Valor energético es de 53,0 Kcal; 1,0 g Proteínas; 0,1 g Aceite; 13,6 g Carbohidratos; 0,8 g Fibras; 24 mg Calcio (Ca); 18 mg Fósforo (P); 0,4 mg Hierro (Fe); 0,05 mg Tiamina; 0,10 mg Riboflavina; 0,50 mg Niacina; 1,40 mg Ac. (Gutiérrez 2012).

Debe consumirse frecuentemente pues posee un efecto desinfectante en el ser humano: Es un eficaz antiinflamatorio, antiséptico y cicatrizante, las hojas se cocinan y se utilizan para el lavado de heridas, ideal para úlceras diabéticas varicosas, baja en valor calórico, aportes mínimos de hidratos de carbono, proteínas y grasas, evita la coagulación de la sangre en las arterias (Quispe 2017).

## **2.10. Generalidades de hongos fitopatógenos.**

Las fitoenfermedades han aumentado a un ritmo alarmante en el mundo, constituyendo en amenaza en producción y productividad de las plantas. Estas se propagan rápidamente, bajo condiciones de humedad y temperatura que requiere el patógeno y la susceptibilidad del hospedero (Roncal 2004). Los daños mayormente se reflejan en pre cosecha, por lo que es necesario, realizar medidas preventivas (Medina 2017).

Existen factores como la humedad y el viento que favorecen su desarrollo y diseminación (Schollenberger *et.al.*,2004). Otros como el estrés por calor, los insectos y la sequía juegan un papel importante en la invasión fúngica de cultivos (Abbas *et.al.*, 2002).

### **2.10.1. Características morfológicas de hongos fitopatógenos comunes.**

Estos microorganismos se caracterizan por ser eucariontes, los hay desde unicelulares a multicelulares, fácilmente perceptibles, conformados por hifas, estructuras que se muestran como filamentos hialinos, que de acuerdo a la clase pueden o no tener septos; los aceptados pertenecen a las clases Oomycetes y Zygomycetes, en cambio los septados, están en las categorías Deutromycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes. Las dos primeras clases se

diseminan a través de esporas, las dos siguientes por conidios y los de la última clase por basidiosporas principalmente (Roncal 1993).

En la literatura universal hasta antes del 2015, se comenta de hongos de origen asexual y sexual, terminó que en la actualidad la sexualidad de estos microorganismos se difunde como intercambio genético (Roncal 2016).

Las células de estos organismos están constituidas por paredes celulares conformados por quitina, celulosa y sustancias orgánicas complejas; encerrando en su interior generalmente a un núcleo, pero también los hay clases con células con dos núcleos, cada uno de diferente polaridad (Agrios 2005).

## **2.11. Especies de fungosis comunes.**

### **2.11.1 *Fusarium* spp.**

Las diferentes especies de género *Fusarium* en medio de cultivo, desarrollan micelio abundante parecido a copos de algodón, de colores que varían desde el rosa hasta púrpura; conidióforos variables, delgados, simples, robustos, cortos y ramificados irregularmente; micro conidios unicelulares; macroconidios con varias células, ligeramente curvados, doblados, otros presentan células de los extremos puntiagudos, aunque en la mayoría de especies tienen la forma de canoa; en algunas especies los conidios solo tienen de 2 o 3 septos, oblongos o ligeramente curvos (Martínez, *et. al.* 2015).

Taxonómicamente se ubica en la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales, familia Tuberculariaceae (Roncal 2004).

### **Patogenicidad y patogénesis**

La infección ocurre cuando existe notable interacción entre hongo y planta; en este proceso intervienen un conjunto de genes, específicos, destacando los de señalización de los espacios vulnerables del hospedero, ocurriendo la adhesión en la superficie del órgano de la planta, seguido por procesos de actividad enzimática que se encarga de roturar las barreras físicas desactivándose las defensas del hospedero contra los compuestos fúngicos ocurriendo el daño con la consecuente muerte celular del hospedero por acción tóxica (Agrios 2005).

Las pudriciones radiculares tienen origen en lugares accesibles de ingreso del patógeno, que son las aperturas naturales, como pelos absorbentes, lenticelas y heridas artificiales, causadas durante las labores culturales, por ataque de insectos y nematodos. De esta manera el patógeno ingresa, a los diferentes tejidos del sistema radicular, necrosando células por acción de toxinas, metabolitos que forman la solución suelo en el xilema que son llevados a los órganos de la parte aérea de la planta, iniciando, la alteración fisiológica de células de los capilares en hojas y meristemos, impidiendo la réplica de ácidos nucleicos, cloroplastos, y otros orgánulos, cuyos síntomas iniciales corresponden a disminución en el proceso de respiración que se manifiesta como clorosis marchitamiento y necrosis en forma regresiva (Roncal 2004).

### **2.11.2 *Rhizoctonia solani* Kuhn**

El micelio en medio de cultivo PDA se aprecia algo algodonosa, conformado por hifas de color marrón claro a oscuro brillante, las células son multinucleadas. La base de la célula de la ramificación tiene un estrangulamiento; seguido por el septo. Esta nueva rama desarrolla verticalmente en población con la hifa somática formando la figura de T. Se reproduce vegetativamente por brotamiento de los esclerocios. En ocasiones produce basidiosporas dando origen al telemorfo llamado *Thanatephorus cucumeris* (Roncal 2004).

La patogenicidad es carácter intrínseco de los microorganismos, manifiesta en diferentes rangos de temperatura y humedad seguido de la susceptibilidad del hospedero (Parra 2022).

Taxonómicamente se ubica en la clase Hiphomycetes, orden Agonomycetales, familia Agomonycetaceae (Catálogo de la vida 2015).

### **Patogenicidad y patogénesis**

La capacidad de infección de *R. solani* está determinada por las condiciones de temperatura (20 °C hasta 30 °C) y humedad (78% H.R), infecta a diferentes especies de plantas, tanto espontáneos como de importancia económica en estas produce lesiones oscuras en raíces y semillas vegetativa, pudrición de tallos y de las partes de la planta que están en contacto con el suelo (Montero *et. al* 2013).

El síntoma característico a nivel de cuello, raíces de plántulas es chupadera fungosa, en plántulas y plantas adultas causa pudriciones al tejido cortical. Es común que, en condiciones de alta humedad relativa, inclusive nubosidad y temperatura en el rango de 15 a 22 °C, en el tercio inferior del tallo o base de la planta aflora el signo en forma de capas algodonosas de color blanco o crema (Roncal 2004).

Cuando afecta el tejido cortical, a partir del cuello centímetros a la parte superior se aprecia decoloración del tejido natural, dependiendo de la especie se aprecia resquebrajaduras o simplemente una pudrición seca (Núñez y Roncal 2008).

El hongo invade los tejidos corticales externos, desarrollando lesiones que van desde un color pardo hasta un color café, pueden aumentar hasta llegar a estrangular el tallo y posterior muerte de la planta (Pineda y Calderón 2020).

Cuando las infecciones causadas por el hongo alcanzan a los conductos del xilema, la planta se marchita, se necrosa y muere (Roncal 2004).

### **2.11.3 *Phytophthora cinnamomi* Rands.**

Fue descrito por primera vez en 1922 por Rands, en plantas de canela (*Cinnamomum verum*) y desde entonces ha sido encontrado en 70 países de las regiones tropicales y subtropicales, causando enfermedades en diferentes cultivos (Echemendia 2002).

En medio de cultivo el micelio está conformado por hifas de crecimiento desordenado formando abultamientos denominados micelio torulosos (Roncal 1993).

Presenta clamidosporas esféricas, en cadena como también en racimos, los esporangioforos son pequeños, algunos tienen crecimiento en zigzag; los esporangios son multiformes de diferentes tamaños y sin papila, los esféricos varían de 35 a 50µm de diámetro (Roncal 2004).

Taxonómicamente se ubica en la clase Oomycetes, orden Peronosporales, familia Peronosporaceae (Sánchez 2018).

## **Patogenicidad y patogénesis**

Este patógeno inicia la infección en el sistema radicular, las zoosporas ingresan a través de los pelos absorbentes de raicillas, necrosando progresivamente a las raíces coloreándose de negro; y esta es fácilmente desprendible, exhibiendo el duramen de color café oscuro (Roncal 2004).

Los síntomas iniciales en la parte aérea corresponden a clorosis de hojas, seguido de color rojizo generalizado, también ocurre necrosis en el borde las hojas, disminución de crecimiento foliar, falta generalizada de vigor y necrosis del follaje de color negro que termina defoliándose, los frutos se momifican y quedan adheridos a la rama que lo contiene. Las plantas enfermas tienen mayor aborto floral y producen fruta pequeña o no producen (Cisternas y France 2009).

Estos síntomas se incrementan en temperaturas bajas y deficiente humedad del suelo y atmosférica, de ahí que sean más comunes y más virulentas en áreas de poca altitud y con bajo drenaje. Para que ocurra las infecciones requiere de temperatura oscilante entre 15 y 23°C; temperaturas menores de 15 °C y mayores de 25 °C permiten que el hongo inverna formando oosporas, clamidosporas y micelio que permanece en el suelo o en las raíces que ha infectado (Agrios 2005).

### **2.11.4 *Alternaria* spp.**

En medio de cultivo PDA, se caracteriza por presentar micelio de coloración oscura, y de crecimiento rápido (Rivera y Roncal 2021), al inicio es de color gris, transcurrido las horas adquieren el color negro oliváceo en el centro de la placa Petri y al reverso rodeado de halo gris blanquecino. Conidióforos oscuros, simples; conidios oscuros, con septos transversales y longitudinales; de diversas formas destacando ovoides y elípticas (Barnett y Hunter 1998).

Se ubica en la clase forma Deuteromycete, orden forma Moniliales, familia forma Dematiaceae; género forma *Alternaria* (Roncal 2004).

## **Patogenicidad y patogénesis**

Es un hongo patógeno de vegetales y se encuentra principalmente en el suelo y en vegetales en descomposición. Para desarrollarse necesita una humedad relativa alrededor de 25%-30%, siendo mayor su proliferación a humedades relativas más altas (superiores al 90%). También puede crecer en un amplio rango de temperaturas de 2°C a 33°C, y amplio rango de pH entre 2-8 (Agrios 2005).

Los primeros síntomas en hojas se muestran como puntos cloróticos, los que se agrandan y se necrosan de color marrón a marrón oscuro y negro adquiriendo figuras amorfas. En algunos hospederos y dependiendo de las especies de hongo producen anillos concéntricos en la lesión (Roncal 2004).

También pueden ocasionar, chupadera fungosa o ahogamiento de plántulas conocidas como pudriciones del cuello; necrosan frutos; de diferentes especies especialmente cuando se acerca a la madurez las infecciones en tallos causan lesiones chancrosas que pueden extenderse hasta cubrir el tallo y matar a la planta, o si se forman cerca de la superficie del suelo pueden desarrollarse y originar una pudrición del cuello (Agrios 2005).

En productos post cosecha, es común observar los daños en forma de moho negro, sobre frutos suculentos, semillas, raíces tuberosas, bulbos u otros órganos vegetales (Roncal 2004).

### **2.11.5 *Cladosporium* spp.**

El micelio en medio de cultivo PDA es oscuro, tiene crecimiento lento; las hifas al microscopio se aprecian brillantes y segmentadas, cada segmento constituye una célula. Conidióforos simples filamentosos, con ramificación terminal, las primeras ramas son unicelulares y bicelulares alargadas cilíndricas con terminación recta, oblicuo y angular (Roncal 1993), las segundas y terceras ramificaciones son alargados, estos se siguen ramificando dando origen a conidios unicelulares cilindros, circulares, filiformes (Barnett y Hunter 1998); formando cadenas, presenta conidiogénesis holoblástica y un avanzado crecimiento “in vitro” en medios ricos de nutriente, en la naturaleza se diseminan a través del viento (Bardales 2019).

Este género está incluido en la clase forma Deuteromycetes; orden Moniliales; familia Dematiaceae; genero *Cladosporium* spp. (Roncal 2004).

### **Patogenicidad y patogénesis**

Estos hongos producen enzimas hidrolíticas, facilitando la degradación de tejidos de diferentes hospederos afectan a las plantas (Bardales 2019).; existen especies que tienen la particularidad de tener comportamiento antagónico, en forma de hiperparasitismo.

Cuando las esporas de *Cladosporium* spp., llegan a la superficie de frutos suculentos germinan el tubo de germinación, quien produce un complejo de enzimas pectinolíticas, las cuales liberan monómeros o polímeros de ácido galacturónico, que al ser absorbidos por el patógeno funcionan como inductores de la síntesis de enzimas poligalacturonasas, si su concentración de monómeros o polímeros de ácido galacturónico es significativa, esta inhibe la síntesis de enzimas en presencia de glucosa (Dopazo 2011).

Las enzimas que degradan las pectinas participan en el desarrollo de la fitoenfermedad, especialmente en las que se producen la podredumbre blanca produciendo maceración o ablandamiento de los tejidos (Bardales 2019).

#### **2.11.6 *Botrytis cinérea*.**

El hongo prospera en medio de cultivo PDA, en sustrato natural, hojas, flores, terminales y en frutos suculentos post cosecha. El micelio joven es blanco, luego se torna gris por efecto de la pigmentación de esporas que ocurre durante el proceso de crecimiento y desarrollo. Presenta conidióforos largos, con ramificaciones primarias y secundarias en el tercio superior (Roncal 2004).

Taxonómicamente se categoriza en la clase Deuteromycetes; orden Moniliales; familia Moniliaceae; genero forma *Botrytis*, especie; *cinerea* (ITIS 2021).

### **Patogenicidad y patogénesis**

Las infecciones en los diferentes órganos aparecen en forma de tizones a menudo en inflorescencias, otro síntoma son canchales y pudriciones acuosas del tallo, hojas, ahogamiento en plantas y manchas foliares acuosas. En ambiente con alta humedad relativa, el hongo produce una capa fructífera,

conocido como moho de color gris, desprendiendo numerosos conidios que ocasiona más infecciones, es así como invade inflorescencias, la cual se llena y cubre con un moho de color gris blanquizco o café claro, de esta manera el hongo avanza hacia el pedicelo, el cual se pudre y permite que las yemas y flores cuelguen. El ahogamiento de las plántulas producidas por *Botrytis* ocurre principalmente en lugares fríos donde la humedad supera el 80% (Orga 2021).

Algunas variantes de *Botrytis* produce manchas foliares; sin embargo, en la mayoría la infección es en las hojas donde se produce solo después de que el hongo ha progresado sobre los órganos agonizantes de las plantas o en material en descomposición que yace en el suelo y entra en contacto con hojas sanas (Agrios 1996).

Existen plantas que se caracterizan por poseer productos antagónicos a este patógeno, es el caso del tomate (*Solanum lycopersicum*) y la remolacha azucarera (*Beta vulgaris*) cuyos exudados fungotóxicos constituidos principalmente por compuestos fenólicos ácido protocatequico y catecol no permiten la germinación de inóculo de *Botrytis cinérea*

#### **2.11.7 *Colletotrichum* spp.**

En medio PDA, dependiendo de la especie, el micelio inicialmente es blanco algodonoso, posteriormente con las fructificaciones cambia de colores que varían de marrón claro, rosado a rosado oscuro (Roncal 1993); conidióforos son simples, alargados; conidios hialinos y unicelulares (Barnett y Hunter 1998).

En el hospedero es común encontrar el signo en forma de puntos negros denominados acérvulos (Roncal 1993); tapizado de conidióforos simples que en su porción terminal se diferencian, crecen conidios unicelulares (Roncal 2004).

Taxonómicamente es integrante de la clase Deuteromycetes; orden forma Melanconiales; familia forma melanconiaceae (Sermeño *et.al* 2005).

## **Patogenicidad y patogénesis**

Los conidióforos son el medio de propagación de la enfermedad (Pandey *et al.*,1997); antes que ocurra la infección este inoculo germina un tubo de germinación que en la parte terminal se diferencia el apresorio, estructura a través de la cual, se adhiere al tejido del hospedero (Cooke, Gareth Jones and Kaye 2006), inmediatamente después la hifa desarrolla entre célula y célula, formando haustorios que ingresan a las células para obtener alimento y de esta manera iniciar la infección (Roncal 2004), siguiendo este proceso las antracnosis se aprecian en todos los órganos de la parte aérea de la planta (Pandey *et al.*,1997).

Los síntomas se presentan en hojas, pecíolos y tallos. En un inicio las hojas afectadas presentan puntos rojizos, lesiones de forma irregular y necrosis total de las hojas (Godoy *et.al* 2018).

Después de la infección, aunque los síntomas se desarrollan formando antracnosis; cuando no existe condiciones adecuadas; las infecciones se hacen latentes permanecen inactivas durante meses. La propagación de la enfermedad ocurre en periodos de humedad. En la fruta, las lesiones se desarrollan en cualquier etapa de desarrollo, pero se expanden más a 30 ° C. Las epidemias se desarrollan bajo condiciones de climas cálido con humedad prolongada. Las infecciones en los frutos ocurren cuando estos presentan lesiones y las lesiones de humedad bajo 34% en comparación con las heridas por pinchazos (100%) o arena (70%) (Pandey *et al.*, 1997).

### **2.12 Terminología básica**

**Conidio**, propágulo de los hongos; se origina en una célula especial denominada conidiogénica dispuesta en porciones específicas del conidióforo (Medina 2017).

**Conidióforo**, hifas simples o ramificadas que alcanzan su madurez y en cuyo ápice o lateralmente se forman las células conidiógenas que originan los conidios (Estrada y Ramírez 2019).

**Etiología**, es el estudio sobre los principios de las cosas (Sermeño *et.al* 2005).

**Fiálide**, célula conidiógena que produce conidias a partir de un punto localizado en un extremo que no aumenta de espesor o longitud durante la conidiogénesis (Orduz y Goretti 2016).

**Filamentos**, se llaman hifas (singular, hifa). Cada hifa consiste en una o más células rodeadas por una pared celular tubular. Unas masas de hifas componen el cuerpo de un hongo (Medina 2017).

**Fitopatógenos**, microorganismo, que genera enfermedades en las plantas a través de disturbios en el metabolismo celular, al secretar enzimas, toxinas, fitoreguladores (Méndez 2018).

**Hialino**, tipo de textura, delgado y casi transparente (Agrios 2005).

**Hospedero**, organismo que alberga a otro, en su interior o superficie, ya sea en una simbiosis de parasitismo o mutualismo (Estrada y Ramírez 2019).

**Inóculo**, patógeno o partes de él que ocasiona enfermedad cuando entran en contacto con el hospedero (Mora 2019).

**Macroconidios**, tienen dos o más células generalmente de pared fina y lisa, hialinas con forma cilíndrica (Agrios 2005).

**Micelio**, conjunto de hifas que forman la parte vegetativa de un hongo (Roncal 2004).

**Microcultivo**, hongo que crece sobre un cubre objetos que luego se coloca sobre un portaobjetos al que añadimos un transparentador con colorante (Espinosa 2018).

**PDA**, medio de cultivo a base de papa dextrosa y agar (Barnett y Hunter 1998)

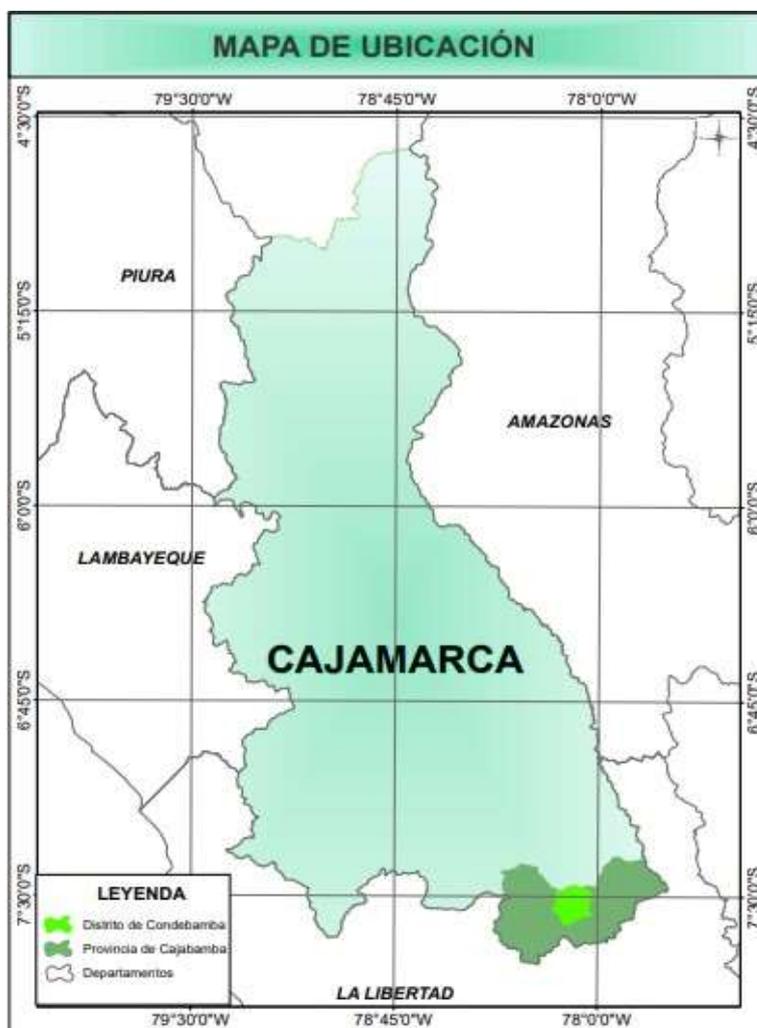
**Síntomas**, manifestación de la enfermedad que puede ser percibida por uno o más de nuestros sentidos (Llerena 2005).

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

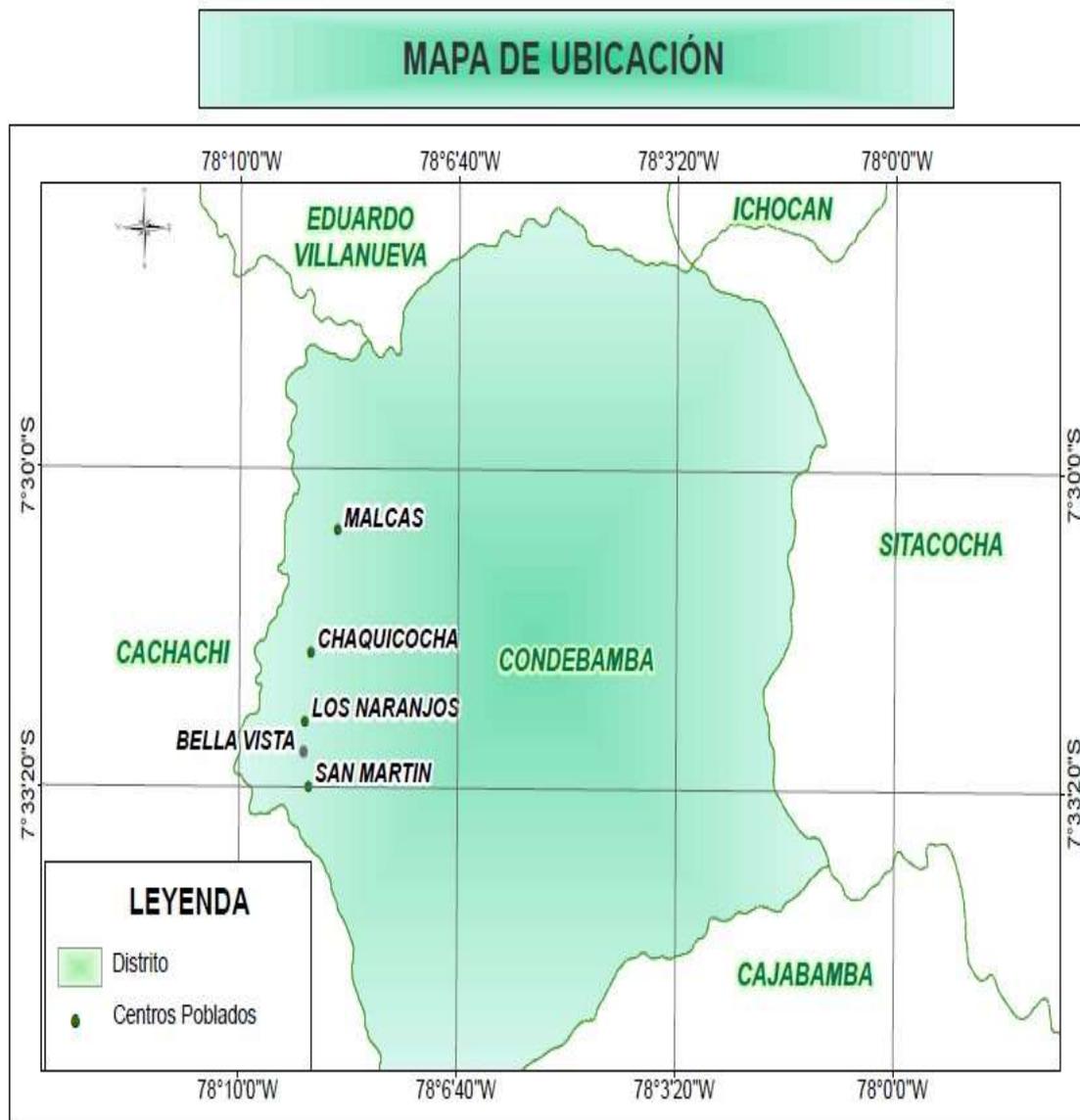
El presente trabajo se desarrolló en campo y laboratorio. En campo se colectaron muestras de órganos enfermos de raíces, hojas, flores y frutos de guaba que prosperan en diferentes lugares del valle de Condebamba como se muestra en la Fig.2. tal como se detalla a continuación las coordenadas geográficas y altitudinales en la Tabla 1.



Fuente: elaboración propia

Fig N°1. Mapa de la región Cajamarca indicando la provincia de Cajabamba

En el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, se realizó la diagnosis y tomaron fotografías microscópicas de los fitopatógenos. Dicho laboratorio se ubica en el pabellón 2G este laboratorio a 2700 m de altitud, a 3.5 km distante de la ciudad de Cajamarca, carretera Baños del Inca, 7°10'48" de latitud sur y 78°06'48" de longitud oeste.



Fuente: elaboración propia

**Fig.2. Mapa de Ubicación distrito de Condebamba**

**Tabla 1. Centros poblados de Condebamba donde se colectaron las muestras**

Distrito	Centro poblado	Coordenadas		Altitud	Órgano
		Latitud	Longitud		
Condebamba	Malcas	7°27'58.4"	78°06'44"	2115	Hojas, infrutescencias brotes, raíces
	Chaquicocha	7°29'01.3"	78°07'23.1"	2200	Hojas, infrutescencias, brotes, raíces
	Los Naranjos	7°33'14.1"	78°08'40"	2223	Hojas, infrutescencias, brotes, raíces.
	Bellavista	7°31'24.1"	78°08'49.6"	2225	Hojas, infrutescencias, brotes, raíces.
	San Martín	7°30'08.4"	78°08'11.3"	2231	Hojas, infrutescencias, brotes, raíces

**Fuente: elaboración propia**

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material biológico**

Órganos (raíces, hojas, flores y vainas del fruto) con sintomatología de fungosis de la planta de guaba.

Cepas de hongos fitopatógenos.

### **3.3 Material de laboratorio**

#### **3.3.1. Material de protección**

Mandil, guantes, mascarilla y lentes.

#### **3.3.2 Material de vidrio**

Láminas porta objetos, laminas cubre objetos, placas de Petri, matraces, vasos de precipitado de diferente capacidad, tubos de ensayos, embudos de vidrio.

#### **3.3.3 Equipo óptico**

Lupa, microscopio, estereoscopio, GPS, calculadora y cámara fotográfica.

#### **3.3.4 Equipo de esterilización y asepsia**

Auto clave, estufa, cámara de flujo laminar, mechero y pulverizador de alcohol manual.

#### **3.3.5 Desinfectante**

Alcohol de 90°, hipoclorito de sodio al 5 % y 2 %

#### **3.3.6. Medio de cultivo**

Papa, dextrosa y agar (PDA).

#### **3.3.7. Otros materiales**

Agujas hipodérmicas, aza de siembra, bisturí, franela, algodón, papel higiénico, cuaderno, lapiceros, plumón indeleble, papel bond, cinta adhesiva, perforador, tijera, fólderes, bolsas de polietileno, Cámara húmeda de plástico de 1000 cc, 500 cc, y 250 cc.

### **3.3.8 Material de campo**

Libreta de campo, cámaras húmedas, tijeras podadoras, bolsas plásticas, mochila, cámara fotográfica, etiquetas, plumón indeleble.

## **3.4 Metodología.**

### **3.4.1 Trabajo de campo**

#### **a) Colección y transporte de muestras**

En los centros poblados de Malcas, Chaquicocha, Los Naranjos, Bellavista y San Martín, comprensión del valle Condebamba entre los meses de agosto y diciembre del 2019, se realizaron semanalmente colecciones de raíces de plántulas, plantas jóvenes y adultas que mostraron clorosis de hojas y defoliación; otras muestras lo constituyeron hojas con necrosis del parénquima, flores parcialmente necrosadas de color pajizo oscuro y frutos con necrosis de porciones de la vaina de color pajizo.

Las muestras se obtuvieron mediante dos procesos: primero, escalando la planta y segundo, utilizando varas con un dispositivo que permitió desprender hojas y frutos.

De las muestras coleccionadas, se seleccionaron aquellas que mostraban del 25 a 35% de lesión.

Raíces y flores por separado, se dispusieron en cámaras húmedas de polietileno de 500 y 250 cc de capacidad.

Hojas y vainas del fruto se colocaron en bolsas de papel protegidas con bolsas de polietileno.

Las muestras seleccionadas en cada centro poblado, fueron identificadas con una etiqueta indicando fecha y coordenadas UTM.

Finalmente, transcurrido 24 horas de la colección, las muestras se empacaron en una caja de cartón reforzado, para ser conducidos al Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### **3.4.2 Trabajo en laboratorio**

En el Laboratorio, las muestras se desempacaron teniendo en cuenta el cuidado respectivo. De raíces, tejido cortical del cuello, flores, hojas y frutos, se extrajeron porciones de tejidos con 50 % de área afectada y 50% de área aparentemente sana.

Cada una de éstas muestras se colocaron en su respectiva cámara húmeda; inmediatamente se dispusieron en una incubadora de cristal a temperatura que oscila entre 18 – 22°C.

Para poder identificar las especies de hongos patógenos que atacan a la guaba (raíz, hojas, flores y frutos) se tuvo que realizar la caracterización de las estructuras somáticas que conforman los signos de cada patógeno.

Una vez encontradas las estructuras somáticas que las caracterizan, se hizo uso de claves de identificación universalmente conocidos, propuestos por Barnett (1960), Barnett y Hunter (1998), Roncal (1993) y Hanlin (1990).

#### **a) Identificación de casos de fungosis en *Inga edulis* L.**

Las porciones de raíces, ramas, hojas, flores y frutos de guaba, que mostraban síntomas de infección fungosa fueron seleccionadas, posteriormente se procedió a lavar con agua corriente y enjuagarlas con agua destilada, pues algunas de ellas por estar cerca de vías sin asfaltar presentaban bastante polución, luego de esto se dejó secar durante 2 horas, para luego ser dispuestas en cámaras húmedas (depósitos de plástico con tapa hermética, papel humedecido con agua destilada) y a temperatura ambiente.

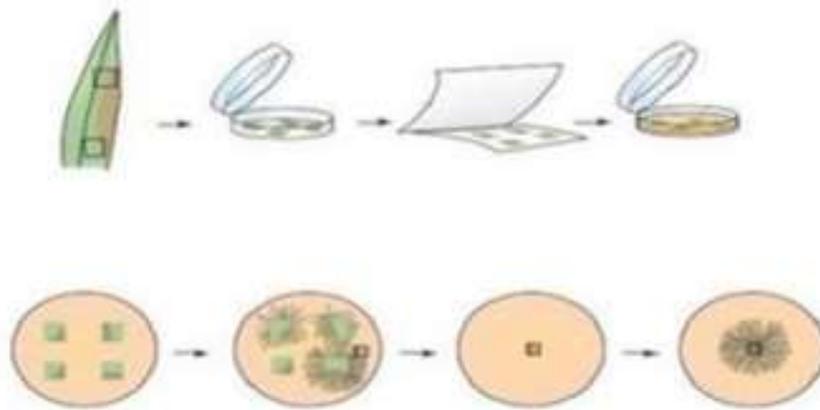
Posteriormente, las muestras fueron observadas cada 24 horas durante 5 días. En algunas, el signo apareció a las 48 horas y en otras entre 72 y 96 horas. Éstas no se dejaron por más tiempo pues la continua manipulación ocasiona la contaminación, con microorganismos no deseados y por ende la pérdida de todo el trabajo de campo realizado.

#### **b) Aislamiento de fitopatógenos fúngos de guaba.**

Para obtener el signo, se realizó la selección de las partes afectadas; obteniendo porciones de 4 a 5  $mm^2$  de longitud, de tal manera que abarquen

tanto tejido enfermo como tejido sano; ambas se desinfectaron superficialmente, sumergiéndolas en una solución de hipoclorito de sodio al 2 % durante 15 segundos.

Luego se procedió a lavar tres veces en agua estéril y a secar en papel absorbente, luego de lo cual se sembraron en placas Petri con medio PDA (papa, dextrosa, agar), se incubaron a 22 °C y se observó cada 24 horas durante 6 días.



**Fig. 3.** Esquema del procedimiento para obtener un aislamiento a partir de hojas enfermas (Sempertegui 2019).

Teniendo el mayor cuidado, se observaron al estereoscopio los distintos signos de “moho” que se desarrollaron en la superficie de las lesiones de las muestras puestas en cámaras húmedas y placas de Petri con PDA.

### **c) Purificación y multiplicación de hongos**

Para realizar el proceso de purificación, el primer paso consistió en identificar a través del estereoscopio, una porción del micelio de cada muestra, donde se podía apreciar con facilidad la formación de masas de conidios.

El proceso para impregnar las esporas del hongo consistió en acercarse poco a poco el aro del asa a la zona esporífera de esta manera las esporas que se impregnen en el asa serán sembradas en placas Petri con medio PDA.

Las placas sembradas se incubaron a una temperatura ambiente aproximada de entre 18 y 22 °C. Las cepas puras, sirvieron para realizar la multiplicación en otras placas de Petri con medio PDA.

#### **d) Siembra del patógeno en una gota de PDA**

Lo primero que se debe realizar es la siembra de conidios del patógeno para esto utilizamos un asa de siembra en una gota de medio de cultivo PDA, para ello antes de utilizar el asa se procede a flamearla por un tiempo de 3 a 4 segundos, luego de esto llevamos con el aza una gota de agar PDA hacia un porta objetos, y con una aguja MRO se sembró esporas de cada aislamiento, se cubre con el respectivo cubre objetos, realizando una ligera presión la cual va a permitir uniformizar el medio PDA en el área del cubre objetos.

Los portaobjetos que contiene el microcultivo son dispuestos en una placa de Petri, sobre un ángulo de caña de sorbete de plástico, agua estéril y finalmente se incubó a 22 °C, observándose al microscopio entre 24, 72 y hasta 96 horas, visualizando las características somáticas de cada patógeno.

Todas las estructuras halladas fueron fotografiadas, estas imágenes servirán para determinar el género a través de claves de identificación de hongos.

#### **e) Identificación del género**

Las estructuras somáticas (micelio, hifas, etc.) de cada patógeno sirvieron para identificar el género de los patógenos de guaba, se usó las claves de identificación "Illustrated genera of imperfect fungus" de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1998)

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Etiología fungosa de la necrosis radicular de la guaba

##### 4.1.1 Aislamiento 01

###### a) Morfología

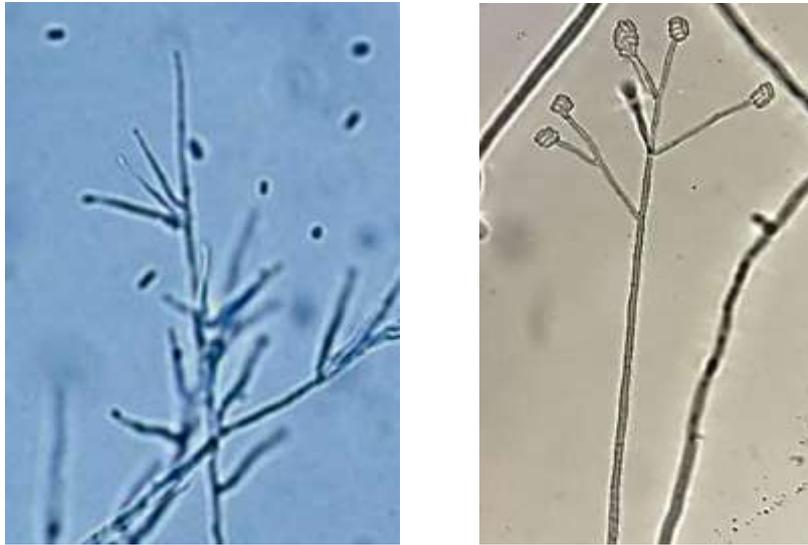
El micelio en las primeras 24 horas es de color blanco, al centro de este se forma un anillo concéntrico, tal como se observa en la Fig.4, de color amarillento el cual se forma a partir de los 5 días de haber iniciado la incubación, este color se debe a la proliferación de conidios.



**Fig. 4.** Micelio de *Verticillium* sp. en medio de cultivo PDA

A partir del tercio superior del conidióforo filiforme, se diferencian verticilos de 1- 5 unidades, como se puede observar en la Fig.5; tienen la función de fiálide; en cuyo ápice se diferencia y prospera los conidios unicelulares de  $2.5-8 \times 1.4-3.2 \mu\text{m}$ . elipsoidales irregulares, algo - cilíndricos, raramente presentan septo, los mismos que se agrupan protegidos por una sustancia mucilaginosa, formando cabezuelas, estas características coinciden con los reportes de Agrios (2005).

Se ha identificado siguiendo las claves de Barnett (1960) y Barnett y Hunter (1998) y teniendo en cuenta las características somáticas descritas anteriormente al género *Verticillium*.



**Fig. 5.** Hifa somática, conidióforos en cuyo ápice se diferencian crecen y desarrollan conidios unicelulares.

#### **b) Nombre de la fitoenfermedad**

En la literatura de la fitopatología mundial el nombre de la fitoenfermedad causada por *Verticillium* sp., toma el nombre de “Verticilliosis” = “Marchites por *Verticillium*”.

#### **c) Patogénesis de *Verticillium* sp.**

El fitopatógeno ingresa en el sistema radicular a través de aperturas naturales del sistema radicular como lenticelas, heridas de los pelos absorbentes y heridas realizadas durante las labores culturales o causadas por insectos y nematodos; el tubo germinativo del conidio se establece, principalmente en los haces conductores, xilema; esta característica es propia de los patógenos del sistema radicular, como lo comenta Agrios (2005).

Este fitopatógeno, luego de alimentarse de las células del xilema y floema, generan toxinas, que llegan a conformar la solución suelo, distribuyéndose en todos los órganos de la planta, intoxicando a las células de los capilares de los extremos de hojas; intoxicación que avanza a las células del parénquima foliar, necrosándolos de color pajizo, seguido de defoliación, posteriormente ocurre la muerte regresiva de ramitas, ramas y el tallo principal (Roncal 2004).

Los tallos en corte transversal permiten observar una pigmentación que va desde el color marrón claro a negro, distribuido en las secciones de los haces conductores. El color marrón claro, corresponde a las primeras infecciones y el negro a las infecciones subsiguientes (Roncal 2004).

Este hongo lo encontramos mayormente en los alrededores del centro poblado de Malcas.



**Fig. 6.** Raíz del tercer orden mostrando el lugar de infección de *Verticillium* sp., de color oscuro y desarrollo del micelio respectivo.

#### 4.1.2 Aislamiento 02

##### a) Morfología

El micelio en medio de cultivo PDA se aprecia a las 72 horas de la siembra, es de color blanco y tiene crecimiento levantado.

Las hifas se caracterizan por ser relativamente gruesas, de pigmentación marrón claro brillantes con ramificaciones formando auténticos ángulos rectos (Fig.7); cada rama se forma al extremo de una célula de la hifa somática, cerca a un septo, la rama se caracteriza por presentar un septo en la base de dicha ramificación.

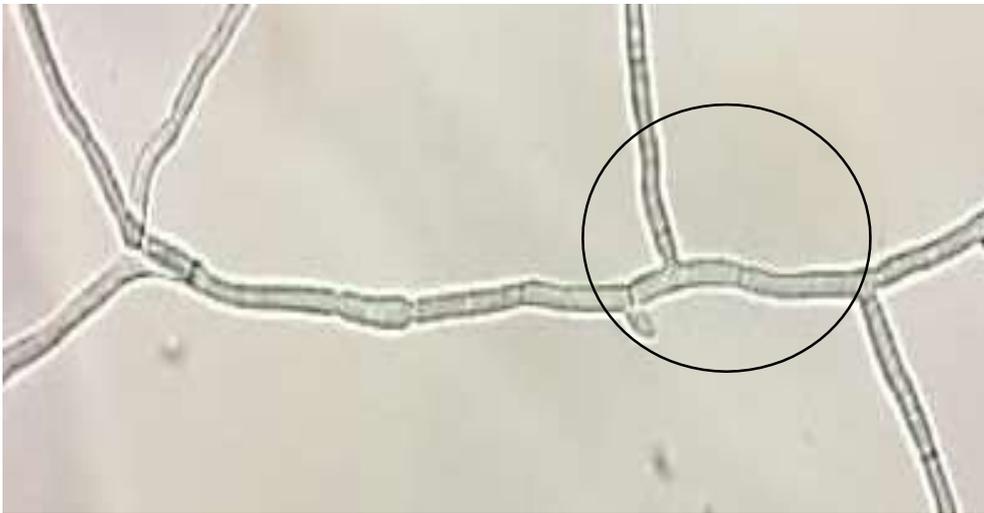
Por naturaleza este tipo de micelio no produce esporas, pero si ocurre cuando está en su fase perfecta o teleomorfa como *Thanateforus cucumeris*, como comenta Roncal (2004).

Estos resultados se asemejan a las reportadas por Rivera y Gómez (2012), donde mencionan que las hifas son hialinas y septadas con presencia de

constricción a la altura del tabique y ramificadas en ángulo recto con respecto a la hifa principal. En condiciones adversas por falta de alimento en la caja Petri forma esclerocios marrones claros regulares, características que coinciden con los reportes de Roncal (2004).

Las hifas cuando son jóvenes presentan un color hialino y con un diámetro de 6 a 12  $\mu\text{m}$ ., vacuoladas, con tabiques gruesos, que al envejecer adquieren un color castaño rojizo (Arias y Jerez 2008).

Las características antes mencionadas corresponden al género *Rhizoctonia*, utilizando las claves de Barnett (1960) y de Barnett y Hunter (1999). Especie *solani Kuhn* (Agrios 1996)



**Fig. 7.** Hifas de *Rhizoctonia solani* Kuhn, con ramificación en ángulo recto.

#### **b) Nombre de la fitoenfermedad**

Se considera el nombre del género para nominar a la fitoenfermedad como rhizoctoniasis.

#### **c) Patogénesis de *Rhizoctonia solani* Kuhn.**

La infección se produce de dos formas diferentes; uno es a través de la penetración de hifas en aberturas y heridas naturales, mientras que el segundo ocurre cuando penetran en el tejido cortical y la epidermis.

Este patógeno actúa en condiciones de alta temperatura (25 °C) y alta humedad (70%) en el sustrato suelo. La sintomatología se caracteriza por avanzar de la parte exterior a la parte interior, necrosando el tejido cortical (Fig.8), esto debido a que tiene la capacidad de generar enzimas, bloqueando de esta manera en primer lugar al floema, dejando al xilema intacto que sigue llevando la solución suelo a todos los órganos de la parte aérea de la planta, sin embargo, cuando el patógeno avanza llega al xilema manifestándose en la parte aérea clorosis parcial generalizada que conduce a la necrosis, esto ocurre en plantas jóvenes, plantas trasplantadas y plantas adultas; características semejantes a lo reportado por Arias y Jerez (2008).

Esta enfermedad lo encontramos con mayor incidencia en los alrededores del centro poblado de Chaquicocha.



**Fig. 8.** Raíz de segundo orden de guaba (*Inga edulis* L.), mostrando infección del tejido cortical y raicillas necrosadas de color marrón claro, causado por *Rhizoctonia solani*.

## 4.2. Etiología fungosa de las necrosis de hojas en guaba

### 4.2.1. Aislamiento 01

#### a) Morfología

Las porciones necrosadas de hojas fueron sembradas en medio de cultivo PDA, mostrando la formación del micelio a las 24 horas de la siembra, entre 21 a 22°C de incubación. Las colonias son de crecimiento rápido, de color gris al principio con una zona central que se torna más oscura mientras los bordes e mantienen grisáceos, como se observa en la Fig.9, el reverso de la colonia es de color negro, estas características coinciden con lo que menciona Rodríguez (2015)

Microscópicamente se diferencian las hifas como filamentos de color marrón transparentes, con septaciones distantes (Fig.10).



Fig. 9. Micelio de *Alternaria alternata* en PDA

En medio de cultivo PDA es un hongo filamentoso presenta conidióforos simples y tabicados, en el extremo superior se presentan formaciones de conidios muriformes de color pardo con septos transversales y verticales, la producción de conidios uno a continuación del otro es por gemación; de las células apicales de cada conidio se genera un nuevo conidio formándose largas cadenas de 10 a más unidades.

Las características somáticas descritas anteriormente, corresponden al género *Alternaria* sp. (Barnett 1960 y de Barnett y Hunter 1998), de la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales, familia forma Dematiaceae, (Roncal 1993). Especie *Alternaria alternata*. (Agrios 1996).



Fig. 10. Hifa, conidióforos y conidios en cadena de *Alternaria alternata*.

#### **b) Nombre de la fitoenfermedad**

Se recomienda el nombre del genero *Alternaria* se optó por nominar a la fitoenfermedad como alternariosis.

#### **c) Patogénesis de *Alternaria alternata*.**

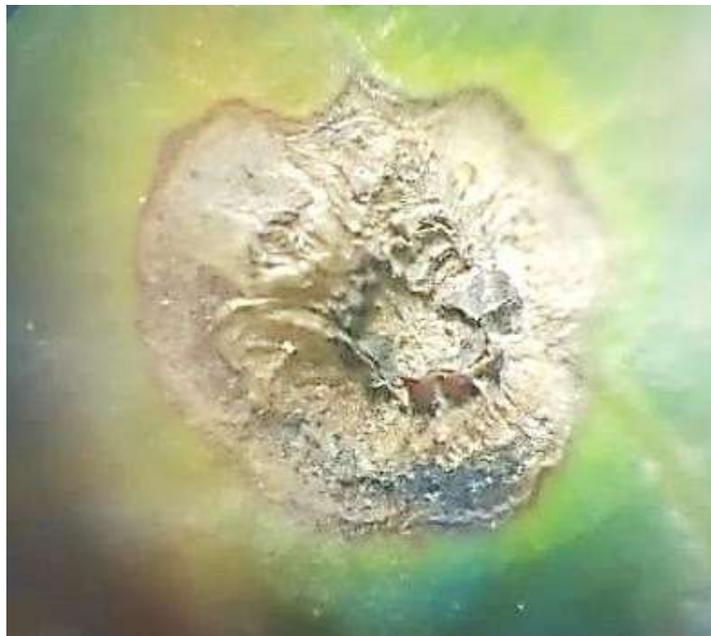
La entrada o inicio de infección de un tubo germinativo de la célula del conidio en la hoja puede ocurrir directamente o a través del estoma o por presión física del patógeno.

Las hojas son susceptibles a la infección durante todo el periodo vegetativo (Fig.11). Las hojas maduras son las que mostraron mayor susceptibilidad, estas se encuentran el tercio inferior y medio de una rama. Existen estudios en donde reportan que la susceptibilidad a *Alternaria* sp., se presenta indistintamente en hojas adultas y jóvenes como lo comenta Rodríguez (2015).

Para la fruta la susceptibilidad se inicia tempranamente desde pétalo caído, pudiendo ser susceptible hasta cuando alcanza un tamaño considerable (Rodríguez, 2015).

El proceso de infección es muy rápido. Desde la formación de los tubos germinativos hasta la observación de los síntomas pueden transcurrir solamente 48 horas, llegándose a comprobar en condiciones in vitro, inoculando micelio de *Alternaria alternata* en porciones de hojas de guaba.

Esta enfermedad se encuentra con mayor incidencia en los alrededores del centro poblado de Bellavista.



**Fig. 11.** Mancha foliar mostrando en área holonecrotica y la plesionecrotica como halo amarillo causado por *Alternaria alternata*.

### 4.3. Etiología fungosa de la necrosis de flores en *Inga edulis* L.

#### 4.3.1. Aislamiento 01

##### a) Morfología

En medio de cultivo PDA, el hongo prospera en las primeras 24 horas, el micelio es de color blanco, transcurrido las 72 horas, en la parte central inicia la pigmentación de color verde, a las 96 horas el color se acentúa a verde petróleo (Fig.12), como consecuencia de la maduración de los conidios; observado al microscopio las hifas, son septadas, con paredes celulares ligeramente pigmentadas, estas características coinciden con Rivera (2021), diferenciándose en el tiempo en el que inicia a formarse la pigmentación de color verde, pues según este autor los cambios se aprecian en un tiempo más corto (cada 24 horas).



**Fig. 12.** Micelio en medio PDA de *Cladosporium* sp.

Las hifas sostienen cadenas ramificadas de conidios unicelulares, elipsoides o cilíndricos, algunos con forma de embudo debido a las cicatrices de unión entre ellos.

La visualización microscópica individual, se asemeja a la estructura de un árbol, conformado por ramas constituido por varias células alargadas y conidios pequeños unicelulares (Fig.13), esta peculiaridad concuerda con el reporte de Campbell *et. al* (2013); cada conidióforo presenta de 2 a 3 septos,

la pigmentación oscura mayormente se aprecia en el tercio inferior, aclarándose al tercio superior, hasta el inicio de la ramificación.

Las características somáticas descritas anteriormente, nos condujeron a determinar al género *Cladosporium*, utilizando las claves de Barnett (1960) y de Barnett y Hunter (1998)



**Fig. 13.** Hifas, conidióforo y conidios de *Cladosporium* sp.

**b) Nombre de la infección.**

Se considera el síntoma de la necrosis de flores que es de color pardo se lo nomina como: Necrosis Parda de Flores.

**c) Patogénesis de *Cladosporium* sp.**

Los conidios se dispersan a través del aire, gotas de lluvia, éstas bajo condiciones adecuadas de 18 a 21 °C germinan; el tubo germinativo por quimiotaxismo entran a través de estomas de sépalos y de los nectarios; penetran la cámara sub estomática transformándose en auténticas hifas, que crecen en longitud entre los espacios celulares del parénquima del sépalo; sobreviviendo del contenido celular de la hoja a través de haustorios o

alimentándose directamente de los nectarios. Como consecuencia del crecimiento y desarrollo de las hifas, de las células del hongo, se diferencian especies de chupones que atraviesan la pared celular, de esta manera el hongo produce un complejo de toxinas que migran a las células de las anteras, el estigma, estilo y ovarios hasta ocasionar la necrosis total; el tejido necrosado se colorea de pajizo oscuro, color que indica que existe limitada concentración de melanina (Roncal 2004).

El patógeno ataca a las partes verdes de las flores, de preferencia flores del tercio medio e inferior. Esta enfermedad lo encontramos con mayor incidencia en los alrededores del centro poblado de San Martín.

#### **4.4. Etiología fungosa de la necrosis de frutos en guaba**

##### **4.4.1. Aislamiento 01**

###### **a) Morfología**

Las porciones necrosadas fueron sembradas en medio de cultivo PDA, mostrando la formación del micelio a las 24 horas de la siembra, entre 21 a 22°C de incubación. Crece dando una colonia blanca la cual produce un pigmento color vino como se observa en la Fig. 14, que gradualmente se difunde en el medio.



**Fig. 14.** Micelio de color rojo vinoso de *Fusarium* sp., en medio PDA.

El micelio está formado por hifas septadas y los conidióforos presentan racimos de macroconidios.

Los conidios se forman en la parte apical del fiálide, en sus inicios es unicelular esférico ovalado, posteriormente se muestra la primera septa, así sucesivamente hasta formar conidios en forma de canoa con 5-6 septos, en donde la célula pie es una especie de talón y la célula apical termina en punta (Fig.15).

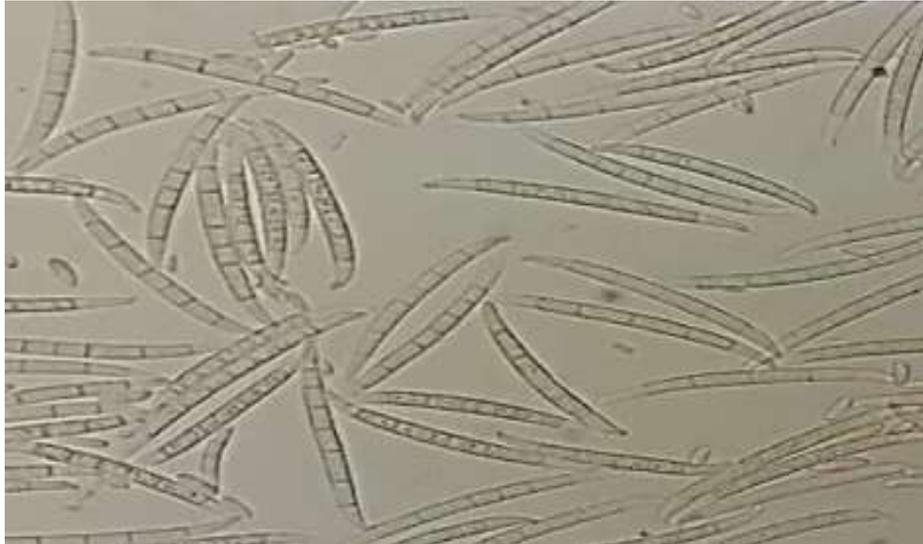
Los conidióforos terminan principalmente en 1 o 2 fiálides; estos son estructuras semejantes a botellas de 30  $\mu\text{m}$  de largo y 3.0  $\mu\text{m}$  de ancho en cuya parte apical se diferencian los conidios (Nirenberg y O'Donnell, 1998; Leslie y Summerell, 2008).

Hay dos tipos de conidios: macroconidios como se observa en la Fig.16 (esporas grandes y multicelulares) y microconidios (esporas pequeñas y unicelulares), características semejantes que mencionan a Agrios (2005).

Las características somáticas descritas anteriormente, nos condujeron a determinar al género *Fusarium*, la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales, familia forma Moniliaceae (Roncal 1993). Especie *F. sp.* (Agrios 1996)



**Fig. 15.** Hifa, conidióforo y macroconidios de *Fusarium sp.*, en medio PDA



**Fig. 16.** Macroconidios de *Fusarium* sp., en medio PDA.

**b) Nombre de la fitoenfermedad**

Se considera el nombre del genero *Fusarium*, se optó por nominar a la fitoenfermedad como fusariosis.

**c) Patogénesis de *Fusarium* sp.**

Cuando el micelio invade el fruto, sobre la superficie se muestra de color claro con aspecto pulverulento (Fig.17), posteriormente, avanza a la pulpa, pierde brillo y color natural, en el cáliz la pulpa comienza a oscurecerse y degradarse de manera tubular, esto producto de la oxidación de fenoles, mientras que en el epicarpio se muestra un arrugamiento que termina deshidratando al fruto, estas características coinciden con los reportes de Roncal (2004).

Esta enfermedad se encuentra con mayor incidencia en los alrededores del centro poblado Los Naranjos.



Fig. 17. Fruto de guaba (*Inga edulis* L.) afectado por *Fusarium* sp.

#### 4.4.2. Aislamiento 02

##### a) Morfología

Las colonias crecen inicialmente de color blanco, pero cambian a color rosa (Fig.18) o naranja con la edad. Los conidióforos son erectos de 200-300 $\mu$ m de longitud, se presentan solitarios a veces formando grupos, debido a la disposición de hifas y la presencia de las células conidiogénicas, que se encuentran unas cerca de otras, por lo que se dice conidióforos sueltos; son hialinos y septados, no se ramifican. Los conidios se diferencian, crecen y desarrollan en el ápice de cada conidióforo, formando grupos gracias a la presencia de una sustancia mucilaginosa, característica que lo menciona Barnett y Hunter (1998); a menudo los conidios forman cadenas que se muestran colgadas del ápice del conidióforo, característica que coincide con Raya (2016).



**Fig. 18.** Micelio de *Trichotecium* sp., en medio PDA.

Este moho está formado por los conidióforos arbusculares largos del hongo portadores de conidios bicelulares, lisos e hialinos, alargados o piriformes. Generalmente, las frutas afectadas pueden caer prematuramente (Agris 2005).

Los conidios son grandes de 12-18 x 8-10um, lisos, bicelulares (célula basal y apical), hialinos, elipsoidales a piriformes, con una forma oblicua trunca en la base, como se observa en la Fig.19 (Barnett y Hunter 2006).

Las características somáticas descritas anteriormente, nos condujo a determinar al género *Trichotecium*, utilizando las claves de Barnett (1960) y de Barnett y Hunter (1998).

Género que se encuentra acompañando a los diferentes patógenos.



**Fig. 19.** Hifas y conidios bicelulares de *Trichotecium* sp.



**Fig. 20.** Pulpa de vaina de guaba (*Inga edulis* L.) afectado por *Fusarium* sp., acompañado por *Trichotecium* sp.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fungosis en guaba (*Inga edulis* L.), en diferentes centros poblados del distrito de Condebamba son:

**5.1.** Verticilliosis causado por *Verticillium* sp., fue el patógeno aislado del sistema radicular, se encuentra necrosando las células del xilema y floema.

**5.2.** Rizoctoniasis, ocasionado por *Rhizoctonia solani*, es un patógeno aislado de raíces y cuellos de plantas de diferente edad (plántulas y plantas) se aprecia clorosis y marchitamiento en hojas.

**5.3.** Alternariosis originado por *Alternaria alternata*, es un patógeno foliar que principalmente prospera en las ramas del tercio inferior ocasionando necrosis del parénquima foliar.

**5.4.** Necrosis parda de flores es producido por *Cladosporium* sp., se aisló de sépalos, comprometiendo pétalos, estambres y pistilo.

**5.5.** Fusariosis causado por *Fusarium* sp., causó pudrición seca en frutos, coloreando la pulpa de color amarillo pajizo y provocando un sabor amargo.

## **CAPÍTULO VI**

### **BIBLIOGRAFÍA**

Abbas, H. et.al., 2002. Contaminación por aflatoxinas y fumonisinas de híbridos comerciales de maíz en Mississippi. J Agricultura Alimentos Química. 50:5246-5254

Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. 2. ed. México, Edit. Limusa. 838 p.

Agrios, GN. 1997. Control de Enfermedades de las Plantas. En: Patología de planta, 4ª edición, Academic Press, San Diego, 200-216.

Agrios, G. 2005. Fitopatología. 5ed. Nueva York. Prensa académica de Elsevier. 922 pág.

Arias, J y Jerez, A. 2008. Elaboración de un Atlas Para la Descripción Macroscópica y Microscópica de Hongos Fitopatógenos de Interés en especies de Flores de Corte Cultivadas en la Sabana de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Carrera de Microbiología Industrial. Bogotá-Colombia. Consultado el 24 de agosto de 2020. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8230/tesis223.pdf?sequence=1>

Bardales, R. 2019. Enfermedades de la Higuera (*Ficus carica* L.), en la Provincia de Cajamarca (en línea). Tesis Ing. Agr. Cajamarca, Perú. Consultado el 12 de setiembre de 2020. Disponible en <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2983/ENFERMEDADES%20DE%20LA%20HIGUERA%20EN%20LA%20PROVINCIA%20DE%20CAJAMARCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Barnett, HL. 1960. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 2 ed. West Virginia University, EE. UU, Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology. 225 p

Barnett, H. L. y Hunter, B. B. (1998). Géneros ilustrados de imperfectos hongos  
St. Paul, Minnesota, EE. UU.: Sociedad Estadounidense de Fitopatología

B.M. COOKED. GARETH JONESBERNARD KAYE. 2006. La epidemiología de  
las enfermedades de las plantas. Consultado el 5 de diciembre de 2020.  
Disponible en <https://link.springer.com/book/10.1007/1-4020-4581-6>

Campbell, CK; Johnson, E; Warnock, DW. (2013). Identificación de hongos  
patógeno. 2 ed. Chichester, West Sussex: Wiley-Blackwell. 100-109 p.

Catálogo de la vida, (2015). *Rhizoctonia solani*. (En línea). Consultado el 20 de  
mayo del 2015. Disponible en  
<http://www.catalogueoflife.org/col/details/database/id/28>.

Cisternas, E y France, A. 2009. Manual de campo. Plagas, enfermedades y  
desordenes fisiológicos del arandano en Chile. Boletín INIA N°189.127 p.  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillan, Chile.

Dopazo, MA. 2001. Concentración de esporas de *Alternaria*, *Cladosporium* y  
*Fusarium* en la atmósfera de Santiago de Compostela. *Botánica Complutense*  
25

Echemendia, Y. 2002. *Phytophthora*: Características, diagnóstico y daños que  
provoca en algunos cultivos tropicales (en línea). Medidas de control. Instituto  
de Investigaciones en Fruticultura Tropical. Consultado 10 de diciembre de 2020.  
Disponible en [https://docplayer.es/13873225-Titulo-phytophthora-  
caracteristicas-diagnostico-y-danos-que-provoca-en-algunos-cultivos-  
tropicales-medidas-de-control.html](https://docplayer.es/13873225-Titulo-phytophthora-caracteristicas-diagnostico-y-danos-que-provoca-en-algunos-cultivos-tropicales-medidas-de-control.html)

Estrada, G y Ramírez, M. 2019. *Micología General* (en línea). Universidad  
Católica de Manizales. Manizales, Caldas, Colombia. Consultado 11 de  
diciembre 2020. Disponible en  
[file:///C:/Users/DELL/Downloads/Micologia\\_general.pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/Micologia_general.pdf).

Espinosa, S. 2018. Aislamiento de hongos endófitos de plantas mexicanas productoras de metabolitos con valor agregado (en línea). Tesis Lcdo. Biol. Puebla, México. Consultado 14 de diciembre 2020. Disponible en <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/8293/237918T.pdf?sequence=1>.

Godoy, P. *et.al.* 2018. Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla (en línea). Boletín INIA 2018. Consultado el 6 de noviembre de 2020. Disponible en [https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29387/INIA\\_Libro\\_0037.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ciren.cl/bitstream/handle/20.500.13082/29387/INIA_Libro_0037.pdf?sequence=2&isAllowed=y).

GUTIERREZ, J. 2012. Estudio Investigativo de la Guaba y sus Propuestas Gastronómicas (en línea). Facultad de Hotelería, Turismo Preservación Ambiental y Gastronomía. Quito-Ecuador. Consultado el 9 de noviembre de 2020. Disponible en [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11671/1/48062\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11671/1/48062_1.pdf)

Hanlin, RT. 1990. "Illustrated Genera of Ascomycete". 2 ed. Minesota, Usa. The American Phytopathological Society. 263 p

ITIS. 2021. Integrated Taxonomic Information System (en línea). Consultado el 5 enero de 2022. Disponible en <https://www.itis.gov/>.

Leslie, J.F. y Summerell, B.A. 2008. The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing Asia. Australia. 388 p.

Llerena, R. 2005. Síntomas y signos fitopatológicos en cultivos del trópico de Cochabamba (en línea). Cochabamba-Bolivia. Consultado el 12 de noviembre del 2020. Disponible en <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REH20LL791.pdf>.

Marin, O. *et.al.* 2012. Fenología del Guamo *Inga edulis* (FABALES: MIMOSOIDEAE) en dos Agroecosistemas del Quindío-Colombia. Consultado el 16 de marzo de 2021. Disponible en <file:///C:/Users/DELL/Downloads/412-Texto%20del%20art%C3%ADculo-957-1-10-20210203.pdf>.

Martínez, E. *et.al.* 2015. Diversidad de Fusarium en las raíces de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el estado de Morelos, México (en línea). Revista mexicana de micología 42(3). Consultado el 18 de abril del 2021. Disponible en [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018731802015000200006](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018731802015000200006).

Medina, G. 2017. Evaluación de un fungicida vegetal de la duna costera de Yucatán contra hongos patógenos de cultivos agrícolas (en línea). Tesis Msc. Yucatán, México. Disponible en [https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/442/1/PCB\\_BT\\_M\\_Tesis\\_2017\\_Medina\\_Martha.pdf](https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/442/1/PCB_BT_M_Tesis_2017_Medina_Martha.pdf).

Méndez, J. 2018. Desarrollo a nivel de laboratorio de un bioplaguicida a base de *Bacillus subtilis*, para el control de hongos fitopatógenos en cultivos de interés agrícola (en línea). Tesis MSc. Biotecnología. Managua, Nicaragua. Consultado 20 de marzo 2021. Disponible en <https://repositorio.unan.edu.ni/9098/1/98683.pdf>.

Montagnini, F. *et.al.* 2015. Sistemas agroforestales funciones productivas, socioeconómicas y ambientales (en línea). Serie técnica. Informe técnico 402. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p. Consultado el 21 de marzo de 2021. Disponible en [https://www.researchgate.net/profile/Florencia-Montagnini/publication/324416322\\_Sistemas\\_Agroforestales\\_Funciones\\_productivas\\_socioeconomicas\\_y\\_ambientales/links/5e987608a6fdcca7891e7a4b/Sistemas-Agroforestales-Funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf#page=12](https://www.researchgate.net/profile/Florencia-Montagnini/publication/324416322_Sistemas_Agroforestales_Funciones_productivas_socioeconomicas_y_ambientales/links/5e987608a6fdcca7891e7a4b/Sistemas-Agroforestales-Funciones-productivas-socioeconomicas-y-ambientales.pdf#page=12)

Montero, T. *et.al.* 2013. Diversidad genética de aislados de *Rhizoctonia solani* (Kuhn) de Chile en México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.4 Núm.7 28 de septiembre - 11 de noviembre, 2013 p. 1043-1054. Consultado el 17 de mayo 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263128355006.pdf>.

Mora, O. 2019. Dinámica poblacional de hongos micorrízicos en suelos arroceros, afectados por inundación en la zona de Babahoyo (en línea). Tesis Ing. Agr. Los Ríos, Ecuador. Consultado 18 de mayo 2021. Disponible en

<http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6756/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000038.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Mostacero, J. 2005. Características Edafoclimáticas y Fitogeográficas de las Plantas Medicinales del Dominio Andino Noroccidental del Perú, Durante 1976 al 2004 (en línea). Tesis Dr. en Medio Ambiente. Trujillo, Perú. Consultado el 14 junio 2021. Disponible en [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910778/caracteristicasedafoclimaticas-y-fitogeograficas-de-las-planta\\_q3nqJ1S.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/08/910778/caracteristicasedafoclimaticas-y-fitogeograficas-de-las-planta_q3nqJ1S.pdf)

Nirenberg, H.I. y O'Donnell, K. 1998. New *Fusarium* species and combinations within the *Gibberella fujikuroi* species complex. *Mycologia* 90: 434-458

Núñez, E y Roncal, M. 2008. Identificación de fitopatógenos fungosos en cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en Chota y San Ignacio [Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Cajamarca]

Orduz, S y Goretti, M. 2016. Hongos edáficos en ecosistemas de Bosque Seco Tropical (Bs-T) (en línea). Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Huila, Colombia. Consultado 12 de julio de 2021. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Downloads/hongos\\_edaficos.pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/hongos_edaficos.pdf).

Orga, J. 2021. Manejo agronómico del cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) en contenedores en Villacurí, Ica (en línea). Tesis. Ing. Agr. Lima, Perú. Consultado 14 de julio de 2021. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4981/orga-porras-julian.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Pandey *et al.* 1997. Anatomía y Embriología Vegetal. Consultado el 13 de julio de 2021. Recuperado de <https://www.abebooks.com/9788125902409/Plant-Anatomy-Embryology-1997-Pandey-8125902406/plp>.

Parra, M. 2022. Nuevas asociaciones hospedero-patógeno en cultivos hortícolas del sudeste español (en línea). Tesis Dr. Cartagena, España. Consultado el 19 de julio de 2022. Disponible en

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/11576/maps.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Pineda, J; Calderón, A. 2020. Guía ilustrada de enfermedades y patógenos en cultivos hortícolas (en línea). Manizales, Colombia. Consultado el 26 de junio de 2021. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=XdMDEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA23&dq>.

Ploetz, R. 2003. Enfermedades de los cultivos de frutas tropicales (3.<sup>a</sup> ed.). Universidad de Florida.

Quispe, A. 2017. Recuperación de las Frutas ancestrales para su uso en la gastronomía tradicional del cantón Ambato Provincia de Tungurahua (en línea). Universidad Regional Autónoma de los Andes. Ambato-Ecuador. Consultado el 18 de julio de 2021. Disponible en <http://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/7347/1/PIUAESC028-2017.pdf>.

Raya, M. 2016. Aislamiento, Caracterización y Patogenicidad de Hongos Causantes de la Muerte Descendente del Nogal Negro Americano (*Juglans nigra* L.). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Subdirección de Posgrado. Saltillo-Coahuila. Consultado el 25 de julio de 2021. Disponible en [http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43262/Raya a%20P%C3%A9rez%2C%20Mar%C3%ADo%20%20Tesis%20Maestr%C3%A Da.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/43262/Raya%20P%C3%A9rez%2C%20Mar%C3%ADo%20%20Tesis%20Maestr%C3%ADa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Rivera, M. V., y Gómez, L. C. (2012). Identificación y patogenicidad de *Fusarium* spp. y *Rhizoctonia solani* en cultivos de arroz del Cesar (en línea). Revista Colombiana de Microbiología Tropical, 2(1), 63- 68. Consultado el 2 de abril 2021. Disponible en [repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/689/Huaman\\_Montalvo\\_trabajo\\_investigacion\\_2019.pdf?sequence=6&isAllowed=y](repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/UCSS/689/Huaman_Montalvo_trabajo_investigacion_2019.pdf?sequence=6&isAllowed=y).

Rodríguez, M. 2015. Caracterización de aislamientos del hongo *Alternaria alternata*, causante de la mancha marrón de los cítricos en Uruguay. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable Departamento de Biología Molecular. Consultado el 4 de abril del 2021. Disponible en <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/8341/1/uy24-17841.pdf>

Roncal, M. 1993. Taxonomía de hongos Fitopatógenos comunes. 1.ed. Cajamarca- Perú. edit. Obispo "Martínez Compañón". 287 p.

Roncal, M. 2004. Principios de Fitopatología Andina. Cajamarca, Perú. Oficina General de investigación de la UNC. 420 p.

Roncal, M. 2016. Información acerca del origen y taxonomía de los hongos. (mesa redonda). Cajamarca, Perú

Rueda, O. 2014. Estimación de las Reservas de Carbono en la Biomasa Aérea de una Plantación de *Inga edulis* en Campo Verde, Ucayali (en línea). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima-Perú. Consultado el 06 de junio del 2019. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2361>

Saldaña, M y Vera, k. 2019. Diagnóstico de Plagas y Enfermedades Presentes en las Plantas de la Zona Urbana de la Ciudad de Cuenca (en línea). Trabajo de titulación. Consultado el 07 de enero de 2021. Disponible en [file:///C:/Users/DELL/Downloads/UPS-CT008630%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/DELL/Downloads/UPS-CT008630%20(1).pdf).

Sánchez, E. 2018. Selección de genotipos de aguacate raza mexicana con resistencia a *Phytophthora cinnamomi* Rands (en línea). Tesis Msc. Nuevo León, México. Consultado el 19 de enero de 2021. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/17665/1/1080262368.pdf>.

Schollenberger, M. et al. 2004. Estudio de toxinas de Fusarium en alimentos de origen vegetal comercializados en Alemania. Revista Internacional de Microbiología Alimentaria. 97:317-326

Sempertegui, G. 2019. Fungosis del Pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.) en Cuatro Provincias de la Región Cajamarca. Tesis Para optar el Título Profesional de INGENIERO AGRÓNOMO. Escuela Académico Profesional de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca-Perú.

Sermeño, J. *et.al.* (2005). Guía técnica de las principales plagas artropodas y enfermedades de los frutales (1ª ed.). Programa Nacional de Frutas de el Salvador. Disponible en file:///C:/Users/DELL/Downloads/BVE19039650e.pdf.

Silva, Rogez, Da Silva y Larondelle. 2013. Mejorando la desorción de los flavonoides *Inga edulis* de la resina macroporus: hacia un nuevo modelo para concentrar compuestos bioactivos (en línea). Biblioteca Nacional de Agricultura. AGRIS. Consultado el 9 diciembre 2019. Disponible en de [https://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=8D8653F883767CAA1454B2098298D3F7?request\\_locale=es&recordID=US201500064628&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&countryResource=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=](https://agris.fao.org/agris-search/search.do;jsessionid=8D8653F883767CAA1454B2098298D3F7?request_locale=es&recordID=US201500064628&sourceQuery=&query=&sortField=&sortOrder=&countryResource=&agrovocString=&advQuery=&centerString=&enableField=)

Sinti y Torres. 2017. "Citotoxicidad in vitro del extracto hidroalcohólico de hojas y fruto inmaduro de *Inga edulis* Mart. sobre *Artemia franciscana*". Tesis de pregrado. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos-Perú.

Vargas S., G y Pire, R. 2016. *Inga jinicuil* Schtdl. Árbol multiuso. Colección José N. Roviroso biodiversidad, desarrollo sostenible y trópico húmedo. Primera edición - Universidad Juárez Autónoma de Tabasco - México – Villa Hermosa centro Tabasco- México Colección José N. Pág. 87.

## ANEXOS

**Claves de cada identificación tomado de hongos que inducen a fitoenfermedades en plantas de guaba (*Inga edulis* L.)**

**Clave de identificación de *Verticillium* sp. Según (Barnett, 1960)**

A2. Micelio no cenocítico con frecuentes septos, conidias normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....Hongos Imperfectos.

B1. Conidias y conidióforos no producidos en dentro de picnidios o acérvulo .....Orden Moniliales

C2. Conidio no enrollado.

D1. Conidias y conidióforos hialinos o brillantemente coloreados, conidióforos no unidos en esporoquio y xilema..... Familia Moniliaceae

E1. Conidia con una célula globosa cilíndrica corta

F2. Conidioforos presentes, aunque algunos cortos

G2. Conidioforos y sus ramificaciones distintas de la conidia

H2. Conidioforos ramificados algunas veces simples, fiálides presentes y forman racimos

I2. Conidia no catenulada

J2. Clamidosporas ausentes.

K1. Conidia producida en el ápice de un fiálide de la ramificación de un conidióforo.

L1. Conidioforos ramificados en forma verticiloide

M3. Conidioforos ramificados con células fértiles, conidias agrupadas según mucilago formando una cabezuela.....*Verticillium*

**Clave de identificación de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Según (Barnett, 1960)**

A2. Micelio no cenocítico con frecuentes septas, conidias normalmente presentes, excepto en algunos géneros.....Hongos Imperfectos.

B4. No se distingue la producción de conidios.....(Micelio estéril).

C1. Forma esclerocios, irregulares usualmente forma hifas de tejidos libres.....*Rhizoctonia*

**Clave de identificación de *Alternaria alternata* Según (Barnett,1960) y Carrillo (2003).**

A2. Micelio no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presenta conidios, excepto algunos géneros ..... Hongos imperfectos

B1. Conidias y conidióforos no producidos en dentro de picnidios o acérvulo .....Orden Moniliales

C2. Conidio no enrollada.

D2. Conidioforos conteniendo pigmentación oscura, conidióforos no unidos dentro de esporodoquio .....Familia Dematiaceae

E4. Conidio con células diferentes, multiformes, dyctyosporaus, o cuatro celulas en forma de cruz.

F1. Conidia catenulada.

G2. Conidias que se diferencia del conidioforo con altura Delgada.....Género *Alternaria*

H. Conidióforos cortos, conidios distribuidos en cadenas de 6, multicelulares, en forma de pera con septas transversales y longitudinales.....Especie *alternata* (Carrillo 2003).

**Clave de identificación de *Cladosporium* sp. Según Barnett (1960).**

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

B1: Conidióforos y conidias no son producidos dentro de un picnidio o acérvulos en acérvulos.....(MONILIALES)

C2: Conidias no enrolladas

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

E2: Conidias típicamente con dos células (presentan frecuentemente conidias con 1 célula o 3 células)

F1: Conidias catelunadas

G2: Cadena conidial frecuentemente ramificada; septa no gruesas

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

**Clave de identificación de *Fusarium* sp. según Barnett (1960), Brett, Baharuddin y Jonh (2003).**

- A2 Micelio no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presentan conidias, excepto en algunos géneros..... Hongos imperfectos
- B1 Conidias y conidióforos no producidos dentro de picnidios o acérvulos.....Orden moniliales
- C3 Conidia no enrollada.
- D3 Conidióforos unidos dentro de esporodoquio o sinema.
- E1 Conidia producida en esporodoquio .....Familia tuberculariaceae
- F3 Algunos conidias pequeñas, con más de dos células hialinas u oscuras.
- G1 Conidias hialina o brillantemente coloreado.
- H2 Conidias grandes, pequeñas, coloreadas, juntas. I2 Sporodoquio sin setas.
- J1 Macroconidias en forma de canoa (tambien pueden estar presentes muchos conidios).....Género *Fusarium*

## APÉNDICE



**Fig. 21.** Planta joven con inicios de síntomas de clorosis foliar



**Fig. 22.** Planta adulta con pie resquebrajado



**Fig. 23.** Frutos de Planta joven de guaba infectada con *Fusarium* sp.



**Fig. 24.** Proceso de purificación monospórica del hongo en laboratorio de fitopatología



**Fig. 25.** Incubación de los medios de cultivo PDA