

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Escuela Académico Profesional de Agronomía**



**IDENTIFICACIÓN DE FITOPATÓGENOS FUNGOSOS Y BACTERIANOS EN  
FRUTOS DE CUATRO ESPECIES DEL GÉNERO *Capsicum* AL ESTADO POST  
COSECHA**

**TESIS**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:**

**JHOANA ESTHER CHÁVEZ CUCHCA**

**ASESOR**

**Manuel Salomón Roncal Ordóñez**

**Cajamarca – Perú**

**- 2015 –**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme las fuerzas necesarias en esta etapa de mi vida.

A mi madre, y hermana Teresita que siempre estuvieron conmigo para aconsejarme y apoyarme en la realizacion de mis metas.

A Maria Fernanda, Marianna que son el insentivo diario para ser mejor cada dia.

A Carlos, por su apoyo, en el logro de mis objetivvos.

LA AUTORA.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr.Manuel Salomón Roncal Ordóñez por haberme brindado todo su apoyo desinteresado con su asesoramiento para poder realizar mi trabajo de investigación para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo y a todos los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo a lo largo de mis años de estudio.

LA AUTORA.

# ÍNDICE

## Contenido

### Página

Acta	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Resumen	vi
Abstract	vii
<b>CAP. I.- INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1. Objetivo	2
<b>CAP. II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b>	3
2.1.- Generalidades de los ajíes comestibles	6
2.1.1.- Pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	6
2.1.2. Escabeche ( <i>Capsicum baccatum</i> )	7
2.1.3. Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> )	7
2.1.4. Ají limo ( <i>Capsicum chinense</i> )	8
2.2. Generalidades de Fito patógenos fungosos post cosecha	8
2.3. Características morfológicas de Fito patógenos fungosos post cosecha	9
2.3.1. <i>Geotrichum</i> sp.	9
2.3.2. <i>Monilinia</i> sp.	10
2.3.3. <i>Botrytis</i> sp.	11
2.3.4. <i>Penicillium</i> sp.	13
2.3. 5. <i>Aspergillus</i> sp.	14
2.3.6. <i>Alternaria</i> sp.	15
2.3. 7. <i>Cladosporium</i> sp.	18
2.3.8. <i>Fusarium</i> spp.	19
2.3.9. <i>Colletotrichum</i> sp.	21
2.3.10. <i>Rhizopus</i> sp. y <i>Mucor</i> sp.	22
2.4. Proceso de la patogénesis fungosa.	23
2.4.1. Diseminación del inóculo	23
2.4.2. Germinación del inóculo	24

2.4.3. Penetración del inoculo en el hospedero	24
2.4.4. Periodo de incubación	24
2.4.5. Crecimiento y desarrollo del hongo en el hospedero	25
2.4.6. Nutrición	25
2.4.7. Desarrollo de la infección	25
2.4.8. Síntomas	25
2.5 Micotoxinas	25
2.6. Principales micotoxinas	27
2.7. Micotoxinas sintetizadas por hongos fitopatogenos.	33
2.8. Micotoxinas efectos en el hombre y los animales.	34
2.9. Bacterias.	34
<b>III MATERIALES Y MÉTODOS</b>	35
3.1 Ubicación del experimento	35
3.2. Materiales:	35
3.3. Metodología	35
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIONES</b>	39
4.1. Características Morfológicas de <i>Fusarium</i> sp., en PDA	39
4.1.1. Identificación de <i>Fusarium</i> sp.	40
4.2. Características Morfológicas de <i>Cladosporium</i> sp., en PDA	41
4.2.1. Identificación de <i>Cladosporium</i> sp.	42
4.3. Características Morfológicas de <i>Alternaria</i> sp., en PDA.	42
4.3.1. Identificación de <i>Alternaria</i> sp.	43
4.4. Características Morfológicas de <i>Penicillium</i> spp., en PDA	43
4.4.1. Identificación de <i>Penicillium</i> spp.	44
4.5. Características Morfológicas de <i>Rhizopus stolonifer</i> .	45
4.5.1. Identificación de <i>Rhizopus stolonifer</i> .	46
4.6. Susceptibilidad de Frutos del genero <i>Capsicum</i> a fungosis en post cosecha en los mercados de Cajamarca.	46
4.7. Síntomas de Fitopatogenos fungosos en frutos del genero <i>Capsicum</i> en Post Cosecha.	52

4.7.1. Síntomas en frutos post cosecha del genero <i>Capsicum</i> generado por <i>Fusarium</i> sp.	52
4.7.2. Síntomas en frutos post cosecha del genero <i>Capsicum</i> generado por <i>Cladosporium</i> sp.	54
4.7.3. Síntomas en frutos post cosecha del genero <i>Capsicum</i> generado por <i>Alternaria</i> Sp.	55
4.7.4. Síntomas en frutos post cosecha del genero <i>Capsicum</i> generado por <i>Penicillum</i> sp.	55
4.7.5. Síntomas en frutos post cosecha del genero <i>Capsicum</i> generado por <i>Rhizopus stolnifer</i> .	56
<b>V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>58</b>
<b>VI RESUMEN</b>	<b>59</b>
<b>VII LITERATURA CONSULTADA</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO</b>	<b>65</b>
<b>GLOSARIO</b>	<b>71</b>

## RESUMEN

**Chávez Cuchca Jhoana Esther y M. S. Roncal Ordóñez. 2015.** Identificación de fitopatógenos fungos y bacterianos en frutos de cuatro especies del Genero *Capsicum* al estado postcosecha. Tesis Ingeniero Agrónomo - Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca.

Los frutos del género *Capsicum*, para los peruanos y especialmente para los cajamarquinos son indispensables en la dieta diaria; a pesar que las condiciones de expendio no son asépticas, se comercializan; de éstos, algunos llevan consigo infecciones causadas fitopatógenos de diferente etiología. Este problema condujo a realizar la presente investigación; cuyo objetivo fue la identificación de hongos y bacterias que prosperan en forma natural en frutos post cosecha. Los frutos de rocoto (*Capsicum pubescens*) de color rojo y ají escabeche (*Capsicum baccatum*) de color naranja, mayormente son afectados por *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp; los frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) de color rojo, muestran susceptibilidad al ataque de *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *Fusarium* sp. *Cladosporium* sp. y *Rhizopus stolonifer* y el ají limo (*Capsicum chinense*) de color rojo y naranja son dañados por *Fusarium* sp., *Rhizopus stolonifer* y *Cladosporium* sp.

**Palabras clave:** Genero *Capsicum*, hongos, postcosecha

## ABSTRACT

**Johana Esther Chavez Cuchca and MS Roncal Ordonez. 2015. Identification of fungal and bacterial in fruits of four species of the genus *Capsicum* state to postharvest pathogens. Agronomist thesis - Faculty of Agricultural Sciences. National University of Cajamarca.**

Fruit of the genus *Capsicum*, for Peruvians and especially to Cajamarca are essential in the daily diet; although the conditions of sale are not aseptic, they are marketed; of these, some carry pathogens infections caused by different etiologies. This problem led to carry out this research; whose objective was the identification of fungi and bacteria that thrive naturally in post harvest fruit. The fruits of hot pepper (*Capsicum pubescens*) red and yellow hot pepper (*Capsicum baccatum*) orange color, are most affected by *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. and *Cladosporium* sp; the fruits of pepper (*Capsicum annuum*) red, showing susceptibility to attack by *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *Fusarium* sp. *Cladosporium* sp. and *Rhizopus stolonifer* and hot chili peppers (*Capsicum chinense*) of red and orange are damaged by *Fusarium* sp., *Rhizopus* and *Cladosporium* sp stolonifer.

**Key words:** *Capsicum*, fungi, postharvest

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

Las diferentes especies del genero *Capsicum*, han sido utilizados por las civilizaciones precolombinas como ingrediente básico en su dieta diaria. En América del Sur fue consumida por los antiguos peruanos Pre Incas e Incas y en meso americanos por los Mayas y Aztecas.

Como producto de exportación, el fruto debe llegar en condiciones aceptables para su comercialización; como lo indica las normas de importación y exportación de cada país. Es por esto que se debe tener en cuenta un cuidado en la cosecha, almacenamiento y transporte; para evitar contaminaciones fungosas y bacterianas; que producen olor, sabor y aspecto desagradable del producto; haciéndolos inaptos para el consumo, y pudiendo causar intoxicación, por micotoxinas. (García y Ortega 1995).

A nivel mundial se estima que las pérdidas postcosecha de frutas y hortalizas causadas por microorganismos, están en el orden de 5 - 25%, y en países desarrollados, de 20 - 50% en países subdesarrollados. La diferencia en ambos escenarios obedece a las condiciones ambientales de temperatura y humedad controladas y no controladas. En los primeros, destaca la disponibilidad de recursos tecnológicos y económicos, que hacen factible la prevención de pérdidas postcosecha; debido a que los mercados son más exigentes (Ferrato y Firpo 2010)

Teniendo en cuenta la importancia de exportación de este fruto; se consideró necesario, desarrollar la presente investigación; que nos conduzca a determinar que microorganismos fungosos y bacterianos, prosperan en post cosecha, de esta manera contribuir con el conocimiento de la Fitopatología.

## **Objetivo**

Identificar Fitopatogenos fungosos y bacterianos que atacan a frutos de cuatro especies del género *Capsicum* al estado postcosecha, en los mercados de Cajamarca.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

El Género *Capsicum*, está conformado por más de 25 especies, cinco de ellas fueron domesticados desde épocas prehispánicas en Centro y Sudamérica (Nuez 1996).

Los comúnmente denominados “ajíes” son originarios de la zona andina, destacando la Selva, Alto Perú ahora Bolivia, de estos lugares se dispersaron al resto del continente, por intermedio de aves, quienes al consumir las frutas dispersaban las semillas, a través de sus excreciones (Nuez 1996).

La evidencia del conocimiento y utilidad de este fruto por los antiguos peruanos; se encuentra testimoniada grabada en el Obelisco Tello, de la Cultura Chavín, con 3 000 años de antigüedad (Velasco 1971).

Junius Bird halló restos de ajíes en Huaca Prieta, yacimiento arqueológico que data del año 2 500 a. C en el departamento de La Libertad (Nuez 1996).

El descubrimiento de América propició la salida de los “ajíes” a Europa y Asia. A España llegó en 1493, a Italia en 1535, Alemania en 1542, año en que a la India llegaron 3 variedades. Luego se extendió a Hungría, Grecia, Turquía, los Balcanes y Portugal, desde donde fue introducido por vía marítima al África, Asia Menor, China y Japón (Velasco 1971).

En el Antiguo Perú el ají era el ingrediente ideal para la elaboración de numerosos potajes como el ajiaco de quinua (*Chenopodium quinoa*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*) picante de cuy (*Cavia porcellus*), ajiaco de papa (*Solanum tuberosum*) y el

hasta hoy consumido anticucho, que proviene de dos vocablos quechuas de los andes del Perú "Antic = a" más "Uchu = ají" (López 1998).

Hoy en día los ajíes son las especias más usadas en la culinaria mundial como ingrediente para sazonar comidas. Se los usa en forma fresca y procesada bajo diversas modalidades: deshidratado o seco, ahumado, entero, picado, congelado, enlatado, en encurtidos, salsas (López 1998).

También tiene cualidades curativas: elimina vinagreras, calma el catarro, la tos y los dolores intestinales, combate dolores reumáticos y musculares, seca y cicatriza heridas, sirve para tratar picaduras de insectos (López 1998).

La capsaicina es la sustancia responsable del sabor picante de los frutos, se encuentra concentrada en sus semillas y membrana. El poder de esta sustancia es tan alto que una gota diluida en 100,000 gotas de agua sigue produciendo un persistente efecto picante o irritante (López 1998).

Actualmente, la capsaicina es empleada en la elaboración de medicamentos para combatir dolores musculares, como ingrediente para bebidas picantes como el ginger ale, en salsas para alimentos como el tabasco, y en sprays especiales contra asaltos (López 1998).

En pos cosecha, los frutos frescos y seco son susceptibles al deterioro, el primero debido: a) cambios fisiológicos como la senescencia y la maduración, b) daños físico-mecánicos causados por magulladuras por roce, compresión, o impacto, c) daño químico y d) descomposición por microorganismos, los cuales en sentido estricto son considerados causas patológicas (Infoagro.com). En seco, el deficiente almacenamiento, la humedad del ambiente provoca la proliferación de mohos (Roncal 2011).

Las pérdidas por causas patológicas pueden ser de naturaleza cualitativa y cuantitativa. Es cualitativo cuando los daños se localizan en la superficie del fruto, haciéndolo menos atractivo aun cuando no haya destrucción real del tejido aprovechable. Estas alteraciones son particularmente importantes cuando se trata de productos de exportación; enfatizando calidad visual y aún más los daños imperceptibles que convierten inaceptable en el mercado de destino (infoagro.com 2008)

Por su parte, las pérdidas cuantitativas son el resultado de la destrucción rápida y extensiva de tejido en toda la anatomía del producto, causado por los microorganismos. En estos casos generalmente ocurre una infección inicial (o primaria) por uno o más especies de patógenos específicos del producto, seguido por la masiva infección secundaria de otros microorganismos llamados oportunistas que son débilmente patogénicos pero que se reproducen en el tejido muerto o moribundo, como resultante de la infección primaria. Estos invasores juegan un papel importante en el deterioro al multiplicarse y aumentar el daño causado por el (los) patógeno(s) primario(s) (Infoagro.com 2008)

Los patógenos importantes que causan pérdidas pos cosecha de frutas y hortalizas son normalmente hongos y bacterias; sin embargo, algunos roedores e insectos pueden contribuir a las pérdidas directamente al causar daño mecánico, indirectamente transmitiendo y creando vías de entrada para los patógenos, y ocasionalmente como agentes de riesgo cuarentenario (caso de Moscas de la fruta (*Drosophila melanogaster*) (Cáceres 1980).

Las bacterias como causa importante de deterioro de hortalizas, en campo y pos cosecha están representados por *Erwinia* spp., originando “pudriciones suaves”, y algunos miembros del género *Pseudomonas* (Castillo 1997).

Con mayor frecuencia los hongos son los causantes del deterioro en mercados y almacenes de frutas y productos subterráneos (raíces, tubérculos, cormos). Destacan diferentes especies de hongos de los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*. Estos producen estructuras especializadas que facilitan la colonización masiva del tejido, repercutiendo como daño económico (Castillo, 1997). Los frutos frescos de rocotos y ajíes en post cosecha, en los mercados de Cajamarca son susceptibles a *Erwinia* sp., *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. y *Rhizopus stolonifer* (Roncal 2004)

Hongos y bacterias que dañan los productos post cosecha necesitan condiciones húmedas y temperatura apropiada (Agrios. 1986); los hongos prefieren temperatura de 20-25 °C, dependiendo principalmente de la especie; aunque algunos prosperan entre 32-38 °C y otros a temperaturas inferiores a 15 °C. La mayoría de hongos se inhiben a

temperaturas menores de 15°C; otros como *Penicillium expansum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata* y *Cladosporium herbarum* crecen y causan deterioro de frutas frescas a temperaturas entre -1 y 1 °C (Castillo 1997).

Los daños mecánicos en la superficie del producto, durante la cosecha, transporte y almacén; facilitan el desarrollo de infecciones, debido a que son la vía para penetrar al interior; sin embargo, ciertas especies de hongos son capaces de penetrar directamente la piel de frutos, hojas y tallos. En el caso de infecciones bacterianas, la única vía de entrada al interior de frutos y órganos de hortalizas; requieren de heridas y de las aberturas naturales (Castillo 1997).

## **2.1.- Generalidades de los ajíes comestibles**

### **2.1.1.- Pimiento (*Capsicum annuum* L.)**

Procede de América del Sur, concretamente de Perú-Bolivia (Ortega, 2000). Fue cultivada por los indios americanos y llevado a España por Colón en su primer viaje en 1493(Cano 1998)

Los ajíes denominados “pimientos dulces” tienen alto contenido en agua, ricos en vitamina A1, C, B1, B2 y P. Los pimientos de color rojo son ricos en vitamina A, mientras que los verdes generalmente proveen de vitamina C. En todos el contenido de fibra en la materia seca está comprendido entre el 20% al 24%. Son ricos en hidratos de carbono ([www.fao.org](http://www.fao.org) 2010).

Los “picantes o picosos” contienen capsaicina; sustancia de naturaleza alcaloide y que aparecen en mayor cantidad cuando estas variedades se cultivan en zonas con temperatura ambiente relativamente alta ([www.fao.org](http://www.fao.org) 2010).

Los pimientos picantes se usan en fresco, encurtidos, secos o como salsa industrializada, y los dulces en fresco como verdura, en ensaladas, encurtidos, acompañante indispensable de la carne asada; pasados en agua hervida, se rellenan con arroz, carnes, huevos pasados, fritos y otras verduras; bajo esta forma se usa para el popular "esgarrat" de pimiento y bacalao; otra forma de consumo del pimiento y pimentón es el plato conocido comúnmente como “ñoras”, se procesa directamente en caldera, acompañado de pescado ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com) 2005).

### **2.1.2. Escabeche (*Capsicum baccatum*)**

Fruto alargado, anaranjado y de sabor picante, mayormente es consumido en fresco, molido o en rodajas y como condimento en salsas combinado con cebolla (*Allium cepa*); las zonas de mayor producción están distribuidas a lo largo de la costa peruana, desde Tacna hasta tumbes; en cada zona agroecológica de estos lugares prospera cultivares, con características propias en forma de fruto; nominándose variedades criollas. En la Costa Central (Valle de Chancay-Huaral, Supe, Barranca), se siembran a partir del mes de julio-agosto, los requerimientos de temperaturas optimas son menores de 25°C para que el producto cosechado sea turgente y bien anaranjado caso contrario se producen frutos deformados y de mala calidad (Nuez 1996).

### **2.1.3. Rocoto (*Capsicum pubescens*)**

Como cultivo se remonta desde épocas pre-incas; en la actualidad es el principal condimento de nuestras comidas, usado principalmente por su sabor picante o picoso (pungente) sin que muchas veces se tenga idea del valor alimenticio, específicamente vitamínico y el papel importante que por ello podría estar desempeñando en la dieta diaria nacional, aun cuando sea usado en pequeñas proporciones (Orbegoso 1979).

La época de siembra es todo el año teniendo como ámbito un clima templado, favoreciendo una temperatura óptima que fluctúa entre los 18 a 20° C con una humedad relativa baja (Orbegoso 1979)

El fruto se cosecha cuando presente color verde brillante. Realizando adecuadas labores culturales se han obtenido hasta 200,000 frutos<sup>-1</sup>. Es conveniente utilizar semilla de un año o máximo tres; para obtener adecuada germinación (Corrales 1980).

El fruto es una baya seca aunque son frecuentes las variedades provistas de pulpa algo jugosas; en cuanto a forma, tamaño y color de éstos, es muy variable según sus características genéticas; el tamaño en cuanto a la variedad es inconstante, al iniciarse la cosecha pueden ser de tamaño notablemente mayor que al término de ésta (Velasco 1971).

#### **2.1.4. Ají limo (*Capsicum chinense*)**

Prospera en todo América es uno de los principales ingredientes, junto a otras variedades de nuestra culinaria, no sólo porque requerimos del picante, sino, porque la gastronomía peruana ha asumido a estos ajíes como ingredientes indispensables, principalmente en las ciudades de la Costa (Infoagro 1998).

Esta especie tiene preferencia dentro del gusto popular; en un estudio estadístico se reportó que está respaldado por 43% de la población costera peruana; principalmente como constituyente indispensable del cebiche, por esta razón se lo conoce como Rey de los ajíes saborizantes. Se combina bien con pescado (*Atherina spp*), limón (*Citrus limón*), cebolla (*Allium cepa*) (Infoagro 1998).

### **2.2. Generalidades de hongos Fito patógenos post cosecha**

El hongo se define como un organismo de cuerpo filamentosos carente de clorofila. A los filamentos se los conoce como hifas. Puede o no presentar tabiques, pero sí presentan paredes celulares y núcleos verdaderos. Cuando éstas se modifican, forman estructuras que contienen los conidios, nominándolos conidióforos; las especies de hongos con filamentos no septados forman los esporangioforos que contienen a los esporangios, estructura que a su vez contiene aplanosporas y zoosporas. El conjunto de hifas forman el soma vegetativo conocido como micelio (Roncal 1988).

Con el término moho se designa al soma de ciertos hongos filamentosos multicelulares que crecen en la superficie de los alimentos y son fácilmente reconocidos por su aspecto aterciopelado o algodonoso ([www.Alimentos](http://www.Alimentos) y seguridad 2004)

Estos organismos están categorizados en el reino Fungí; producen esporas, que fácilmente son transportadas por el viento, agua, insectos y otros seres vivos. Es característico, que los millones de unidades de esporas maduras y coloreadas, cuando cubren la superficie de los filamentos incoloros de la cepa; facilitan la identificación del género y especie para los expertos micólogos ([www.Alimentos](http://www.Alimentos) y seguridad 2004)

En el mundo, posiblemente, no existen datos precisos de la magnitud de las pérdidas de las cosechas ocasionadas por los hongos. Los pocos reportes indican de periodos de hambruna de los habitantes del antiguo Egipto, Mesopotamia, Grecia y Roma, por causa de las royas y carbones que diezaban los cereales (Roncal 1988).

El proceso de patogénesis de estos organismos, es semejante en los diferentes órganos de una planta, la mayoría ingresan al tejido del hospedero por las aperturas naturales, otros requieren de heridas artificiales provocados por insectos y por el hombre durante las labores culturales; son pocos los que tienen la capacidad de roturar las barreras naturales del hospedero, haciendo presión conocido como acción física (Roncal 2004).

Luego que el inóculo (espora, esporangio, célula, porción de hifa) germina su tubo germinativo, en la superficie de cualquier órgano vegetal; requiere de una herida natural para ingresar e iniciar el proceso de patogénesis; mientras esto ocurre, el ápice de las hifas se desplaza por los espacios intercelulares; después de un periodo de adaptación se forman los haustorios, que penetran las paredes celulares; posteriormente de éstos se desprenden haustorios que ingresan al intercelulares y otros por los haces conductores; generando de esta manera su efecto patogénico secuencial, que ocurre luego de proveerse de alimento de las células del tejido invadido a través de estructuras succionadoras denominadas haustorios. Paralelo al proceso de alimentación del Fito patógeno fungoso; algunos metabolizan toxinas, otros enzimas y otros toxinas y enzimas; los primeros afectan la réplica de ácidos nucleicos y los segundos inducen degradación de los componentes celulares del hospedero; de esta manera prospera una Fito enfermedad (Roncal 2012).

En el hospedero los Fito patógenos fungosos que tienen desarrollo intercelular, se alimentan por osmosis; parte o la totalidad del contenido celular del hospedero pasa al hongo a través de su propia membrana. Otras especies como los parásitos obligados se alimentan formando haustorios, que son estructuras producto de la modificación como excrecencia de la hifa somática, que al introducirse por un poro de la pared celular, se convierte en haustorios de diferentes formas (Alexopoulos y Mims 1979).

Los hongos que atacan a los alimentos en los almacenes son los responsables de la producción de metabolitos conocidos como mico toxinas, dentro de las cuales destacan las aflatoxinas y ocratoxinas (Castillo 1987).

### **2.3. Características morfológicas de Fito patógenos fungosos post cosecha**

**2.3.1. *Geotrichum* sp.**, produce micelio bien desarrollado, las porciones terminales de sus hifas se rompen en artrosporas, cortas multiformes, de las cuales destacan cubos y cilindros. Existen *Geotrichum* forma, patógenos para el hombre; ocasionando

“geotricosis”, oral, intestinal, bronquial y pulmonar. *G. candidum* es común encontrarlo en alimentos que contienen ácido láctico; particularmente se encuentra en la salmuera de los alimentos sobre la cual crece formando una película blanca. Esta especie daña a los frutos maduros y suculentos, como tomate, sandía, durazno y melón (Alexopoulos 1962).

El género *Sporotrichum*, es un género semejante a *Geotrichum*, causa esporotricosis en el hombre y los animales; mayormente se encuentra como saprofito en plantas; pero se hace patógeno en animales y el hombre si entra a través de una herida (Alexopoulos 1962)

En sustrato natural y en papa dextrosa agar (PDA), forma micelio blanco ramificado, septado, no presenta conidióforos; los conidios hialinos, unicelulares ovoides y de extremos truncos se forman por seccionamiento de segmentación de las hifas formando artrosporas (Roncal 1993).

El daño mayormente se observa en productos post cosecha; muestran mayor susceptibilidad frutos suculentos, raíces y tubérculos; en éstos, el micelio se deja ver de color blanco semejante a nata de leche, cuando se extrae una porción de la colonia algo chiclosa inmediatamente recobra su estado normal (Roncal, 1993). Cuando se presenta en mercados y almacén, es difícil sacarlo debido a su resistencia a la mayoría de los productos utilizados en almacenes. Es un hongo que se instala en los frutos que presentan heridas provocados en la cosecha, transporte y almacén. Se da con frecuencia este tipo de podrido sobre fruta madura con defectos y almacenados durante algún tiempo. Hongos del tipo *Penicillium* se instalan sobre podrido de *Geotrichum* acelerando la total descomposición de los frutos atacados (Agrios 1996)

En los órganos vegetales dañados, por este patógeno el olor del podrido es un agrio especiasl, que atrae a las moscas de la fruta que depositan sus huevos sobre las masas podridas, con el tiempo las masas gotean infectando las frutas próximas. (Agrios 1996)

Este hongo pertenece a la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Moliaceae (Roncal 1993).

**2.3.2. *Monilinia* sp.**, la especie *M. frutícola*, fue descrita por primera vez por Winter en 1883; posteriormente Rhem en 1906, lo nombró como *Sclerotinia*, siguiendo a

Schroeter quien sugirió este nombre para dos especies parecidas descritas con anterioridad, una por *Persoon* en 1801 como *Monilia fructigena* y la otra por Bonorden en 1815 como *Monilia laxa* (cinérea) (Romero 1988).

Schroeter, sugirió el género *Sclerotinia*, sin observar la fase ascas; en cambio Honey en 1928 propuso que aquellas especies de *Sclerotinia*, con fase conidial monilioide, se deben llamar *Monilinia*, tomándola a *M. frutícola* como especie tipo; esta idea fue seguida por Whetzel en 1945, quien retuvo al género *Sclerotinia* para las especies que no producen fase conidial y cuyos apotecios son producidos por esclerocios. Finalmente se impuso el género *Monilinia* que el género *Sclerotinia* (Romero 1988).

El hongo prospera en sustrato natural y en medio de cultivo PDA; el micelio es blanco y gris claro. Los filamentos multicelulares se ramifican, formando dicotomías en forma de “Y”; en cada rama se multiplican los conidios de forma ovalada, hialinos en un inicio y brillantemente coloreadas después, que en conjunto se muestran de color de marrón claro; son muy frágiles, fácilmente desprendibles con el aire, ligeros movimientos y el agua (Ronca 1993).

Como patógeno se ha reportado que desarrolla en flores, necrosándolas en forma rápida; de aquí pasan a las ramas ocasionando chancros en el tejido cortical. En condiciones de alta humedad producen conidios que provocan infecciones de frutos (Romero 1988).

En durazno causa la pudrición café, el tejido afectado se macera manteniendo su estructura por un determinado tiempo, se colorea de color marrón claro con emanación de líquido del mismo color y de olor penetrante; esta característica indica que tiene acción enzimática contra el fruto hospedero, además se lo encuentra afectando a otros frutos del género *Prunus* (Roncal 2004), los frutos afectados se deshidratan, se arrugan y se convierten en momias (Romero 1988); experimentalmente es sensible al extracto de eucalipto en condiciones “in vitro” (Rodríguez y Roncal 1996)

Taxonómicamente pertenece a la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales. Familia, forma Moniliaceae (Roncal 2004).

**2.3.3. *Botrytis* sp.**, en su fase imperfecta (FI) muestran filamentos septados (Roncal 1993), conidióforos, largos, con ramificaciones primarias y secundarias mayormente en el tercio superior, cada ramificación termina en una cabezuela generalmente es de color

café claro (Romero, 1988); en el espacio interno de las cabezuelas, los núcleos se recubren de protoplasma para formar el conidio (Alexopoulos & Mims 1979); inmediatamente diferenciado emergen al ápice del esterigma donde termina su crecimiento y desarrollo; éstos son hialinos, unicelulares, ovales, de 9 a 15  $\mu\text{m}$  x 6.5 a 10  $\mu\text{m}$ , también los hay más larga que anchas, esféricas (Alexopoulos & Mims 1979; Agrios 1996).

En medio de cultivo *B. cinérea*, forman esclerocios negros de forma irregular (Agrios, 1986; Romero, 1988), son duros, fuertemente adheridos al sustrato (Roncal 2004).

Los conidióforos y los racimos de conidios se asemejan a un racimo de uvas (Agrios 1986).

Prospera en medio PDA, en sustrato natural, hojas, flores, terminales y en frutos suculentos post cosecha. El micelio joven es blanco, luego se torna gris por el efecto de la pigmentación de esporas que ocurren durante el proceso de crecimiento y desarrollo (Roncal 2004).

Destacan *B. cinérea* y *B. allí*, comunes en hortalizas ornamentales y frutales, causan ahogamiento o chupadera fungosa, pudrición de raíces, bulbos, tallos, frutos, tizón de flores y manchas en hojas de diferentes especies. Bajo condiciones de alta humedad, en la superficie de los tejidos invadidos se desarrolla un moho color gris difícil de ser confundido con otro Fito patógeno fungoso; cuando los frutos son afectados adquieren consistencia suave y acuosa de color café claro, luego la epidermis se rompe, el hongo fructifica, finalmente los tejidos se secan y arrugan, estado en el cual se forman esclerocios, tanto en la superficie como dentro del sustrato (Romero 1988).

El hongo inverna en el suelo, bajo la forma de esclerocios, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura causan daños considerables, principalmente en frutos y tallos suculentos en mercados y almacén (Romero 1988).

A *B. cinérea*, se lo ha reportado, afectando flores, hojas y frutos post cosecha produciendo lesiones circulares no restringidas por las nervaduras (Agrios, 1996). Las hojas inferiores en proceso de senectud se vuelven cloróticas, estadio que aprovecha este patógeno para acelerar la senectud, hasta producir la necrosis característica; facilitando la observación del signo como moho de color gris. En el tejido muerto se

forma el signo de conservación, denominados esclerocios, de forma irregular (Roncal, 2011), de 1 -15 mm de longitud, que bajo condiciones de humedad relativa alta mayor de 75%, y temperaturas moderadamente bajas entre 14 a 18 °C; el esclerocio fructifica en filamentos y conidióforos; momento en que en la superficie del tubérculo afectado ocurre la pudrición seca, formando áreas decoloradas hundidas y cóncavas menores de 5 a 10 mm de profundidad; la madurez relativa de tubérculos tiene poca influencia en la incidencia de la infección (Romero 1988)..

Ocurrida la infección, en campo o almacén de frutos suculentos principalmente; desde el inicio se aprecia maceración de los tejidos; características propia de acción enzimática (Roncal, 2004), el tejido afectado se arruga, la pulpa se oscurece y se deteriora tornándose de color castaño como consecuencia de la pudrición blanda y semilíquida que se produce interiormente. El hongo fructifica en la superficie del tubérculo, emergiendo a través de los ojos grupos de conidióforos en forma de penacho (Agrios 1996).

Este patógeno metaboliza las mico toxinas botridial y ácido bitínico y las enzimas cutinasa y proteasa; como herramienta bioquímica para facilitar la penetración, infección y la secuencia de la patogénesis en el hospedero; la cutinasa interviene degradando la cutícula y la segunda degradando las membranas celulares (Agrios 1996)

*B. cinérea*, se incluye en la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales. Familia forma Moniliaceae (Roncal 2004) .

**2.3.4. *Penicillium* sp.**, hongo común en productos vegetales en post cosecha; estructuralmente se caracteriza por presentar conidióforos ramificados, cada ramificación termina en un conjunto de células tipo botellitas, agrupadas semejante a un pincel, a estas micológicamente se los conoce como células conidiogenas o fialides; estructura donde se forman los conidios unicelulares y de distribución en cadena (Roncal 1993). Para que se forme un conidio, dentro del fialide primero se divide el núcleo, en el proceso éste se extiende longitudinalmente, dirigiéndose al extremo apical, ocurrido el estrangulamiento una porción emerge, constituyendo un nuevo conidio, esférico o elipsoide, unicelular, hialinas que en masa se ven de color verde, verde azulado, verde aceitunado gris y otras tonalidades, dependiendo de la especie (Webster 1986).

El inóculo de las diferentes especies de *Penicillium*, afectando en almacén germinan entre 15 a 32 °C; siendo el óptimo de 21 – 25 °C (Sumner 1999).

*P. oxalicum* Currie & Thom, *P. chrysogenum*, *P. glaucum* y *P. notatum*; son especies que viven en el suelo y son comunes ocasionando daños en semillas (Shurthleff, *et al.* 1980)

*P. digitatum*, *P. italicum*, son dos especies comunes que crecen y desarrollan en el sustrato natural de preferencia frutos de cítricos, como también en condiciones de laboratorio (Roncal 2004).

Las diferentes especies en medio de cultivo PDA, cuando el micelio esta joven es de color blanco y se muestra pegado al sustrato, posteriormente, se tiñe de color verde, azul, gris, celeste y otras pigmentaciones; debiéndose estas pigmentaciones al proceso de crecimiento y maduración de la esporas según la especie (Roncal 2004).

Metaboliza toxinas del orden de la patulinas, segregada por *P. expansum*, ésta principalmente se los encuentra en frutas y verduras mohosas y podridas, en particular manzanas (*Malus comunis*), higos (*Ficus carica*). Se tiene conocimiento que la patulina es carcinogénica, además de causar trastornos gastrointestinales y del sistema nervioso

Se incluye en la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Moniliaceae (Roncal 1993).

**2.3.5. *Aspergillus* sp.**, las diferentes especies del género *Aspergillus*, ocasionan alteraciones en granos, convirtiéndolos en no aptos para su consumo, debido a que provocan intoxicaciones muchas de ellas irreversibles; además dañan los tejidos almacenados. Existen especies que se utilizan para la industria como organismos fermentativos (Webster 1986).

Crece y desarrolla eficientemente en sustrato natural y en medio PDA. El micelio en sus inicios es de color blanco y siempre pegado sustrato; con la diferenciación de conidióforos y la maduración de los conidios, el micelio se tiñe de negro, ocre, marrón oscuro y otros tonalidades dependiendo de la especie (Roncal, 2004). *A. niger*, en medio de cultivo natural y sintético para prosperar requiere de 17 °C, siendo el óptimo de 28 – 34 °C; se inhibe su crecimiento a 47 °C. Los productos post cosecha que llegan a ser afectados necesitan de 30 – 35 °C, temperatura y con una humedad relativa de 78 -81 %.

El inóculo bajo estas condiciones germina entre 6 a 12 horas dando origen de la infección (Sumner 1999).

El conidióforo es unicelular, simple y solitario (Barnett y Hunter 1998), se forma a partir de una célula de la hifa somática; constituyendo ésta, la célula pie del conidióforo; el extremo superior se abulta, adquiriendo la forma esférica y oval generalmente y se tapiza de estructuras celulares en forma de botellas denominados fialides (Roncal, 1993), en el interior de cada una de estas estructuras se forman las esporas que con propiedad se los nomina fialoconidias o fialosporas (Webster 1986).

La pigmentación del micelio, depende del color de conidios; se han determinado diferentes tonos, desde los claros, hasta el color negro; pasando por colores, blanco, verde, pardo, amarillo, gris. Las cabezas de los conidióforos, observados bajo el microscopio, muestran cuatro formas básicas, son globosas, radiadas, columnares y claviforme; a simple vista, suelen parecer a diminutos alfileres (Agrios 1996)

*Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, metabolizan toxinas del orden de las aflatoxinas, de éstas destacan la Aflatoxina B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, M<sub>2</sub> (Sumner, 1999; Gimeno, 2000), Aflatoxina M<sub>1</sub> derivado de la aflatoxina B<sub>1</sub>, la M<sub>2</sub> derivado aflatoxina B<sub>2</sub>. Otras especies sintetizan ocratoxina y citrinina (Diaz 2005)

Esta especie en su fase imperfecta (FI) se categoriza, en clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales, familia forma Moniliaceae (Roncal 1993).

**2.3.6. *Alternaria* sp.**, las diferentes especies del género *Alternaria*, se caracterizan por tener comportamiento patógeno principalmente en hojas de diferentes cultivos y otras de comportamiento saprófito en sustratos orgánicos. Este género fue descrito por primera vez por Nees en 1817 y confirmado por M. B. Ellis entre 1971- 1976, quien reporto 44 especies. El género es de distribución mundial, aunque existen especies específicas, según el origen del hospedero; es el caso de *A. solani*, que mayormente prospera en América del Sur y África, debido a que el hospedero papa y otras solanáceas tienen como centro génico a los Andes del sur del Perú y Africa respectivamente; *A. brassicae* (Berk.)Sacc. Y *A. brassicicola* (Schw.) Wiltshire sobre diferentes especies de brasicáceas en el norte de Alaska; *A. dauci* (Kuhn) Groves & Skolko, sobre zanahoria; *A. porri* (Ell.) Cif., sobre cebolla y otras sólo se encuentran como patógenos específicos (Rotem 1994).

Las diferentes especies de este género son fácilmente cultivables en medio de cultivo sintético y natural. El micelio es algodonoso de color gris oscuro a negro, presenta hifas y conidios de color marrón claro a oscuro, según la especie. Los filamentos a una determinada edad permiten la diferenciación de conidióforos solitarios y no ramificados; en cuya porción apical se diferencia una célula; que transcurrido el tiempo da origen a la formación de las esporas, mayormente muriformes y desarrollo catenulado; éstas son muticelulares, con septaciones transversales y perpendiculares; es característico en algunas especies la presencia de conidios alargados con terminación de la célula apical en punta prolongada y con mínima septación vertical (Roncal 1993).

El proceso de formación de conidios muriformes catenuladas de este género es peculiar, en comparación con el resto de hongos que conforman esta familia; el primer conidio se forma en el ápice de la célula conidio gena, inmediatamente después de esta diferenciación aparece la formación de otra y otra, según la especie; la más joven ejerce presión al conidio inmediato superior; esta secuencia sigue hasta la diferenciación de varios conidios, que en conjunto forman cadenas; principio micológico que toma por nombre de conidios catenulados. La forma y número de conidios dan origen a la especie (Roncal 2004)

La esporulación de *Alternaria*, requiere de temperatura óptima de 27°C, se inhibe por debajo de 15°C, en algunas especies este proceso se limita a temperatura superior a 33 °C; aunque en la mayoría de especies el rango de fructificación ocurre entre 0 y 35°C. La actividad de agua mínima para el desarrollo es 0,88 y la óptima casi 1,00. El crecimiento se reduce a la mitad en una atmósfera con más de 15% CO<sub>2</sub> o con 2,8% O<sub>2</sub> (Romero 1998)

Cuando el secado de los granos en el campo demora, condiciona para que cualquier especie de *Alternaria* invada el producto, de igual manera ocurre con presencia de lluvia extemporánea y la humedad relativa que ésta proporciona (Carrillo 1995).

Las diferentes especies patógenas de este género, para colonizar los tejidos actúan a través de enzimas, del orden de las poligalacturonasas, pectinliasas y las pectinmetil esteraceas, todos metabolitos que facilitan la degradación de las paredes celulares. Después del proceso de penetración, ocurre la intoxicación; Nishimura and Kohmoto (1983), reportaron que *A. alternata*, y sus respectivos patotipos metabolizan toxinas;

destacando entre éstas: AM-Toxina, cuando el hongo desarrollo sobre manzanas; AC-toxina de cítricos; AK toxina de pera; AF-toxina de fresa; AL-toxina de tomate; AT-toxina de tabaco (Rotem, 1994); además se han encontrado las toxinas AOH, AME, ALT, Altenucina, ATX-I, ATX-II, ATX-III, ATX-IIIIM, Tentoxina, AAS toxinas, AS toxina, AF toxina, ACR Toxina, ACTG Toxina (Pavón *et al* 2012).

El ácido alternàrico metabolizado por *A. solani*, inhibe la germinación de las semillas de solanáceas ([www.uco.es](http://www.uco.es)).

En la naturaleza existen diferentes especies del género *Alternaria* que tienen la propiedad de metabolizar diferentes toxinas (Pavón *et al* 2012), que anotamos a continuación.

*A. arborescens* metaboliza AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), ALT (Altenueno), ATX (Alertoxina) I, TeA.

*A. brassicae*: AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), TeA.

*A. citri*: AOH (Alternariol), AME, ALT (Altenueno), TeA.

*A. cucumerina*: AOH (Alternariol), AME, Macrosporina,

*A. dausi*: todas las micotoxinas anteriores más Zinniol.

*A. gaisen*: AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), ALT (Altenueno) y Altenucina,

*A. tea*: ATX (Alertoxina) I,

*A. infectoria*: Infectopironas, Novae-zelandinas,

*A. longipes*: AME (Alternariol mono metil éter), TeA (Ácido tenuazonico), ATX (Alertoxina) I.

*A. mali*: TeA, ATX (Alertoxina) I, ATX (Alertoxina) II y ATX (Alertoxina) III, Tentoxina, AM-toxina.

En órganos afectados por *A. porri*, se han determinado las toxinas AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), ALT (Altenueno), TeA, Altersolanol, Tentoxin, Macrosporina y Zinniol.

*A. radicina* sintetiza ALT (Altenueno), TeA, ATX –I, Radicinina, Radicinol.

*A. solani*: AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), Altersolanol, Macrosporina, Zinniol.

*A. tenuissima*: AOH (Alternariol), AME (Alternariol mono metil éter), ALT (Altenueno), TeA, ATX-I, Tentoxina

Las diferentes especies del género *Alternaria*, se categorizan en la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales, familia forma Dematiaceae (Roncal 1993).

**2.3.7. *Cladosporium* spp.**, este hongo se deja observar en forma de moho gris claro en la superficie de los frutos suculentos, como también en las lesiones de porciones de follaje necrosado; aún no se ha estudiado si existen especies responsables de las necrosis foliares; aunque existe un reporte en el último Congreso Peruano de Fitopatología que este hongo tiene propiedades antagonicas contro otros fitopatógenos (Agrios 1996)

**Conidióforos**, morfológicamente se caracteriza por presentar conidióforos arborescentes oscuros, generalmente la célula apical se bifurca, siguiendo este mismo proceso las células sub siguientes, formando las células apicales de cada rama, estructuras en forma de racimos (Roncal 1993).

**Conidia**, es la estructura inóculo de este hongo, se forman en los ápices de las ramifiocaciones; son multiformes, destacando las formas elipsoides, cilindricos, esféricos, limuniformes, oblongos formados en cadena sobre cada ramificación apical. Por la formación en cadena los micólogos lo han categorizado en el tipo acrópeta; a veses se presentan solitarias; existen conidios unicelulares, bi, tri, y tetracelulares con 0, 1.2 y 3 septos transversales (Barnett y Hunter 1998).

Esta especie incluye la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Moniliaceae (Roncal 1993).

**2.3.8. *Fusarium spp.***, en el mundo se han determinado innumerables especies del género *Fusarium*, de taxonomía incierta, hasta antes del 1935; año a partir del cual Wollenweber y Reinking determinaron principios básicos; que con acierto fueron utilizados por los investigadores Nelson, Toussoun y Marasas, para categorizar a las diferentes especies de este género en Secciones; permitiendo de esta manera, ordenar a las diferentes especies y sus formas especiales, según la patogénesis y la susceptibilidad del hospedero. Esta nueva categorización involucra las secciones: 1) Martiella Ventricosum con la especie *F. solani*, 2) Elegans, con *F. Oxysporum*, 3) Spicarioides con *F. rigidiuscula = F. decemcellulare*, 4) Liseola con *F. moniliforme*, 5) Discolor con *F. graminearum*, 6) Lateritium con *F. lateritium*, 7) Sporotrichiella con *F. tricinctum*, 8) Roseum con *F. roseum*, 9) Eupionnotes con *F. episphaeria* y 10) Gibbosum con *F. equiseti* (Roncal 1993).

*F. solani* (Mart) Sacc., Snyder & Hansen (Booth, 1971); (Mart) Sacc. Appel et Wollenw, Emend Snyder et Hansen (Roncal, 2004). Por la especificidad patogénica presenta varias formas especiales; destacando para papa *F. solani* f. sp. *eumartii* (Carp.) Syd. & Hans.) , fue descrito por primera vez por Martius en 1842 y patentada por Saccardo en 1881; en su fase perfecta forma ascocarpo en peritecio y corresponde a *Nectria haematococca*. Esta especie, en medio de cultivo sintético con agar; presenta micelio de color gris blanquecino, crema pálido, otros de diferentes tonalidades de azul, ocasionalmente de color marrón claro. Generalmente el desarrollo micelial responde a la luz, formando diferentes formas de microconidias y abundante formación de macroconidias

Los conidióforos se forman en la parte lateral de la hifa somática, algunos son pequeños denominados microconidióforos otros son relativamente grandes y corresponde a la nominación macroconidióforos; ambos terminan en ramificaciones en forma de botella denominados fialides ; miden de 2- 4  $\mu\text{m}$  x 8 – 16  $\mu\text{m}$  (Roncal 2004)

Los fialides, o células conidiogénicas; son estructuras en cuyo interior los núcleos se recubren de protoplasma protegidos por una membrana hasta la diferenciación del conidio que emerge a través de una apertura apical (Roncal 1993), algunas ramificaciones individuales de la hifa son fialides (Alexopoulos 1962).

Las diferentes especies de este género forman esporodoquios, estructura formada por filamentos unidos en forma de cojín, del cual emergen los conidióforos pequeños y ramificados (Roncal 1993).

La presencia de microconidios, en un medio de cultivo se aprecia entre dos y tres días de incubación, son ovoides. Pueden tener un tabique. Su tamaño oscila entre 8-16 x 2-4,5  $\mu\text{m}$ , mayormente se producen en monofiálides alargadas y finos de 40-80 x 2,5-3  $\mu\text{m}$  (Alexopoulos 1996).

Los macroconidios, se forman después de cuatro a siete días de incubación, agrupados en la parte distal del fiálide formando especies de cabezuelas; cada conidio mide de 4-5  $\mu\text{m}$  x 28-32  $\mu\text{m}$ , como también de 4-6 x 28-65  $\mu\text{m}$ , presentan de tres y cinco tabiques y tienen forma de media luna. La célula apical es corta y redondeada y la célula basal redondeada o claramente con forma de pie

La mayoría de especies de este género forman clamidosporas, son estructuras de sobrevivencia, en condiciones adversas, presentan pared lisa o rugosa, forman parejas o se observan aislados éstas se forman en células terminales, intercalares o en forma lateral de la hifa somática, como también en las células centrales de la macroconidia (Roncal 1993), el tamaño varía de 6-10  $\mu\text{m}$  de diámetro, tienen aspecto globoso (Zapata AÑOOOO). Se las encuentra fácilmente en medio de cultivo viejo (Agrios 1996)

Las diferentes especies no tienen capacidad de infectar a través del peridermo y lenticelas; producen infección aprovechando heridas y magulladuras de órganos; otra vía de infección corresponde a heridas producidas por insectos, roedores, daño ocasionado por heladas. En el caso específico de tubérculos de papa la infección ocurre a través de lesiones del peridermo provocadas por *Spongospora subterranea*, *Phytophthora infestans*, Virus Potato Mop Top y por otros patógenos (Agrios 1996)

El inoculo infectivo para el sistema radicular son los conidios, éstos bajo condiciones de temperatura entre 22 - 28 °C del suelo y humedad relativa que supera la capacidad de campo germinan un tubo de germinación que por quimiotaxismo se dirigen a las heridas de los pelos radiculares, logrando establecerse en el xilema y floemas; en ambos se desarrollan en forma intra e intercelular, procurando toxinas que diluidos en la solución de suelo se desplazan al follaje ocasionando intoxicación de las células del ápice y borde,

hasta inducirles la necrosis en forma de necrosis regresiva de color pajizo a marrón oscuro (Roncal 2004).

En los tejidos necrosados los filamentos desarrollan en forma lenta, mostrándose visibles en forma rala en los espacios intercelulares; bajo estas condiciones no existe reacción celular del hospedero al desarrollo y crecimiento del hongo. Las porciones afectadas de las plantas muestran menor cantidad de almidón, el micelio es abundante, puede estar confinado a los espacios intercelulares, en los cuales además se deposita suberina al igual que en las paredes celulares de otros tejidos del hospedero. En tejidos susceptibles no se realiza hidrólisis de almidón ni acumulación de suberina. Las lesiones pequeñas cercanas a la infección, están tapizadas de una capa continua de células de meristemo de cicatrización con deposición de suberina. En otro caso las hifas matan las células y penetran dentro de dos células de apariencia normal. Los detalles de la infección dependen de la virulencia del patógeno y de la resistencia de la lesión examinada determinada por la variedad (Romero 1988)

Las micotoxinas sintetizadas por las diferentes especies de *Fusarium*, están representadas por las “micotoxina T-2”, las mismas que conocen como fumonisinas, integradas por tricotecenos y zearalenona que es producido por *F. moniliforme*, *F. proliferatum* y *F. nygami* y otras como las beauvericina, eniatinas, butenolide, equisetina, fusarinas, lycomarasmín que es un dipeptido producido por *Fusarium lycopersici*, responsable de la muerte apical en las hojas de plantas de tomate. *F. moniliforme* produce la toxina **fumonisina B<sub>1</sub>**, su consumo ocasiona edema pulmonar y la enfermedad conocida como hidrotorax en cerdos (Díaz 2005)

Otras especies de *Fusarium* sintetizan ocratoxina y citrinina

Las diferentes especies del género *Fusarium*, conforman la clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Tuberculariaceae (Roncal 2004)

**2.3.9. *Colletotrichum* sp.**, la fructificación conidial de este género se da en estructuras denominadas acervulos (Webster 1986), son cuerpos fructífero semejante a platos, distribuidos en la zona necrosada de los órganos afectados; es característica intrínseca de los Coleomycetos, como principio biológico de perpetuación de la especie; los filamentos del hongo ya carentes de alimento se concentran en puntos en el área del tejido necrosado (Roncal 1994), formando un tejido pseudoparenquimático originado a

través de procesos meristógeno simple, compuesto y sifógeno (Alexopoulos, 1966). Este género involucra diferentes especies según el hospedero (Webster 1986).

Las lesiones en el hospedero se muestran como heridas hundidas; espacio en donde se ubican los acervulos y sus estructuras de reproducción o conidios; inmersas en un mucílago (Agrios 1986).

Los acérvulos son de color oscuro, se forman debajo de la epidermis de las hojas, tallos jóvenes de leguminosas y frutos carnosos; los conidióforos hialinos son filiformes uni y bicelulares, en el ápice se forman conidias ovales, ovoides, alargadas de pigmentación tenue. Este género se caracteriza por presentar inmerso entre los conidióforos, filamentos denominados setas (Roncal 2004), estas estructuras son largas, duras y puntiagudas, parecen cerdas; en ciertas especies pueden ser muy abundantes o muy raras; parece que el tipo de sustrato y los factores ambientales influyen sobre esta característica (Alexopoulos 1966).

Destacan *C. piperatum* y *C. capsici*, se caracterizan por provocar lesiones circulares en frutos suculentos, prosperan con alta humedad relativa y a 90 °F. *C. lindemuthianum*, ocasiona lesiones hundidas circulares de hasta media pulgada en vainas de frijol, en el centro de la lesión se aprecia el signo en forma de puntos oscuros; aunque las fructificaciones los tiñen de rosado claro (Roncal 2004).

Se incluye en la clase forma Deuteromicetes; orden forma Melanconiales; familia Melanconiaceae (Roncal 1993).

**2.3.10. *Rhizopus* sp. y *Mucor* sp.**, ambas especies se caracterizan por presentar estructuras vegetativas diferenciadas, ambos presentan filamentos carentes de septos, característica que hace que se los conozca como hongos cenocíticos (Roncal 1993).

En la naturaleza, frutos y raíces suculentas, granos y otros órganos vegetales son fácilmente afectados por *R. stolonifer* y *Mucor* sp.; ambos desarrollan micelio algodonoso; durante las primeras 24 horas los filamentos se muestran como hilos finos de color blanco; entre 24 y 48 aparecen esporangios filamentosos unicelulares con un abultamiento esférico de color blanco primero y oscuro después, esta estructura corresponde al esporangio transcurrido 48 horas, el micelio se tiñe de color negro, debido a la madurez de las esporas (Roncal 2013)

En la base de los esporangioforos se producen septos, ocasionalmente en otras partes de los filamentos, principalmente cuando el micelio envejece; *R. stolonifer* produce rizoides, éstos se forman en la porción inferior del esporangióforo unitario o en grupo y se adhieren a las porciones duras de los depósitos de órganos vegetales afectados. La porción de filamento, que separa a los esporangios solitarios o en grupo se nomina estolón (Alexopoulos 1962).

El género *Rhizopus*, destacan las especies *Rh. stolonifer*, quien prospera sobre el pan; comercialmente se utiliza para la manufactura de del ácido fumárico y cortisona; *Rh. oryzae*, produce considerables cantidades de alcohol; *Rh. sinensis*, *Rh. stolonifer*, *Rh. oryzae*, tienen la propiedad de producir ácido láctico. Otras especies de este mismo género y *Mucor* , son dañinos para el hombre y los animales afectando el sistema nervioso (Alexopoulos 1962).

*Rh. stolonifer*, maceran frutos de fresa, raíces de camote (*Hipomoea batatas*), en transporte y almacén (Alexopoulos, 1962); en los mercados de Cajamarca la oca (*Oxalis tuberosa*), también sufre maceración por este patógeno (Gallardo y Roncal, 1994); la degradación de los órganos afectados se debe a la acción de enzimas del orden de las poligalacturonasas, éstas enzimas se inactivan entre 58 y 59 °C (Villanueva y Roncal 1989).

Metaboliza ácido fumárico como toxina.

Las diferentes especies de los géneros *Rhizopus* y *Mucor* se incluyen en la clase Sygomycetes, orden Mucorales, familia Mucoraceae (Roncal 1993).

## **2.4. Proceso de la patogénesis fungosa**

**2.4.1. Diseminación del inóculo**, hongos fitopatógenos, a través del tiempo se han desplazado a distancias considerables por sí mismas o en el hospedero; como *Phytophthora infestans* de la papa (*Solanum tuberosum*) de Perú al viejo continente; *Puccinia graminis tritici* del trigo (*Triticum* spp.) de Mesopotamia a todos los lugares del mundo donde siembra este cereal (Roncal 2004). En la naturaleza el inóculo con mayor tiempo de conservación, ante condiciones adversas corresponden los rizomorfos, esclerocios, oósporos y esporas de resistencia. Éstos permanecen latentes en restos del

hospedero, suelo y raíces. Destacando que los Fitopatógenos se han diseminado y aún se diseminan a través del aire, agua, insectos, y el hombre (Agrios 1996).

**2.4.2. Germinación del inoculo**, todo Fito patógeno, en estado vegetativo tienen la capacidad de producir infección inmediata. Sin embargo, las esporas de los hongos (Agrios 1996) y las semillas de las plantas superiores patógenos como la *Tropodanthus acutifolius*, para provocar infección en su hospedero; requieren pasar por el tracto digestivo de su diseminador el zorzal (*Turdus fuscater*, *T. serranus* y *T. chihuanco*), posteriormente ocurre la germinación, bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura; que para el caso de algunos hongos es suficiente el rocío y la humedad en forma de lluvia, o bien de una película de agua sobre la superficie de la planta, también la germinación es favorecida por los nutrientes que se difunde de la superficie de la planta (azúcares, aminoácidos) (Agrios 1996).

Cuando una espora germina produce un tubo germinal, es la primera estructura vegetativa capaz de producir infección; ingresa a los tejidos del hospedero en forma directa y por aperturas naturales. Existen Fito patógenos fungosos cuyo inóculo tiene movimiento; éstos para movilizarse en el hospedero requieren de mínima lámina de agua, a este inóculo se nomina zoosporas (Agrios 1996).

**2.4.3. Penetración del inoculo en el hospedero**, el tubo germinativo del inóculo penetra al hospedero a través de las aperturas naturales (estomas, lenticelas, hidátides, nectarios, heridas de los pelos absorbentes) y las provocadas por insectos, por el hombre durante las labores culturales; otros Fito patógenos ingresan al hospedero haciendo presión mecánica y química (Roncal 2004)

**2.4.4. Período de incubación**, se denomina así al intervalo de tiempo comprendido entre la inoculación y la aparición de los síntomas de la Fito enfermedad, la duración de este periodo es variable de acuerdo a la relación particular que se establece entre el patógeno y su hospedero, en relación con humedad y temperatura del ambiente (Agrios 1996).

Durante la infección, los patógenos liberan en el hospedero ciertas sustancias biológicamente activas como (enzimas, toxinas y reguladores de crecimiento) que afectan la integridad estructural de las células del hospedero o bien en sus procesos fisiológicos (Agrios 1996).

**2.4.5. Crecimiento y desarrollo del hongo en el hospedero**, en el ápice de la hifa existe una mayor actividad fisiológica, de las porciones seniles del micelio se translocan hacia el ápice sustancias sintetizadas que hacen posible el crecimiento apical. Durante este crecimiento, el protoplasma en esta zona estructural, tiene actividad funcionalmente diferente del resto de la hifa (Castillo 1997).

**2.4.6. Nutrición**, Los hongos por ser heterótrofos, requieren para su nutrición de material elaborado; es decir, utilizan carbono en forma combinada como polisacárido, proteínas y grasas. Estas fuentes nutricionales, para ser aprovechadas por el hongos como alimento y en la síntesis de su material protoplasmático, necesitan ser reducidos a su forma más simple, esto se logra gracias al sistema de ex enzimas que participan en el rompimiento de las cadenas más grandes de carbohidratos, proteínas y lípidos (Castillo 1997).

**2.4.7. Desarrollo de la infección**, la infección es el proceso mediante el cual los patógenos entran en contacto con las células o tejidos susceptibles del hospedero susceptible (Agrios 1996), en un inicio el tubo germinativo crece por los espacios intercelulares, hasta agotar los nutrientes proporcionados por las conidios o esporas inóculo, luego el filamento se ramifica formando estructuras que roturan las paredes celulares, que dentro de la célula del hospedero se transforma en haustorio, estructura que hace contacto con la membrana celular, obteniendo nutrientes a través de ósmosis (Roncal, 2004) y metabolizando diferentes toxinas y enzimas que dañan a paredes y membranas de los tejidos del hospedero, ocasionando las respectivas necrosis, influyendo en crecimiento y desarrollo de las plantas (Agrios 1996).

**2.4.8. Síntomas**, se denomina así a la formación de zonas decoloradas o mal formadas, que finalmente conducen a necrosis; sin embargo, algunas infecciones permanecen latentes o, sea, no producen síntomas al instante sino hasta cuando las condiciones del medio son más favorables o bien durante una etapa de mayor susceptibilidad del hospedero, como ocurre con los frutos post cosecha, cuando son almacenados en espacios con deficiente aireación o estos muestran magulladuras (Roncal 2004).

Los síntomas de una fitoenfermedad comprenden un conjunto de cambios morfo fisiológicos observables; éstos, desde su aparición cambiar constantemente hasta

ocasionar la muerte de células, tejidos, órganos y el soma total de la planta (Agrios 1996; Roncal 2004).

## 2.5 Micotoxinas

Son compuestos químicos tóxicos, producidos por diferentes especies de hongos, que infectan granos en crecimiento y desarrollo o durante el secado y en almacén como producto natural o procesado

(FAO, 1979; <http://www.FAO.org/inpho/vlibrary/x0037s/x0037501.htm>)

El estudio de estas sustancias se inició en el Reino Unido; a causa de la muerte de 100 000 pavos en 1960; luego de este accidente los primeros reportes, determinaron que trató de *Aspergillus flavus*, fitopatógeno que tiene la propiedad de metabolizar toxinas el orden de las aflatoxinas (<http://www.sagar.gob.mx/users/conasag/mtoxalav.htm>).

Todo tipo de micotoxina, se forma cuando se interrumpe la reducción de los grupos cetónicos en la biosíntesis de los ácidos grasos realizada por diferentes mohos (Gimeno 2000), químicamente, son de bajo peso molecular (Abecia 2011)

Hasta el año 2000, se han identificado más de 200 micotoxinas, sin embargo las que se pueden encontrar de una forma más frecuente como contaminantes naturales en los alimentos para animales y humanos, son: aflatoxinas, ocratoxinas, zearalenona, toxinas tricotecenas (toxina T-2, diáctoxyscirpenol, deoxinivalenol o vomitoxina, nivalenol), citrina, patulina, ácido penicílico, sterigmatocistina, toxinas de alternaria (alternariol, alternariol monometil eter, alténuene, alténuisol, etc), alcaloides del cornezuelo del centeno (ergotamina, ergotoxina, ergometrina), toxinas tremorgénicas (penitrem A y B), rubratoxinas A y B, luteoskirina, islanditoxina, rugulosina, citreoviridina y fumonisinas B1 y B2 (Bauzar 2007)

La ingestión de micotoxinas, en humanos induce depresión, alucinaciones, gangrena; en mujeres y animales hembras provoca abortos y disminución de la fertilidad (FAO, 1979; <http://www.FAO.org/inpho/vlibrary/x0037s/x0037501.htm>).

Cuando la ingestión se convierte en enfermedad se llama micotoxicosis; éstas incluyen diferentes tipos de cánceres, causan hemorragias, tumores, abortos, defectos de nacimiento, problemas digestivos y diarreas; además provocan lesión hepáticas,

trastornos renales, carcinogénesis, efectos neurotóxicos, acciones alérgicas, irritación de mucosas y fotosensibilización cutánea (Bauzar 2007)

Los síndromes predominantes de acuerdo al órganos afectado en humanos se llaman: hepatotoxicosis, nefrotoxicosis, neurotoxicosis, inmunodepresión, hemorragias-citotóxicas, efectos estrogénicos en algunos casos carcinomas (Bauzar 2007)

Las toxinas, son sustancias extremadamente venenosas, aun cuando se encuentren en concentraciones muy bajas, dañan a las células del hospedero al afectar la permeabilidad de su membrana celular o al inactivar o inhibir a las enzimas e interrumpir posteriormente sus reacciones enzimáticas correspondientes. Algunas toxinas actúan como anti metabolitos que propicias la diferencia de un factor par al desarrollo normal de las plantas (Agrios 1996).

La micotoxina T-2, es un tricoteceno, más de 50 especies del género *Fusarium* producen este tipo de micotoxinas; especialmente en granos de trigo y maíz contaminados.

Las mico toxinas que representan a la “micotoxina T-2”, toman distintas nominaciones; de éstas destacan las **fumonisin**as, que al ser consumidas por equinos, especialmente caballos (NC), les afecta el sistema nervioso y en roedores causa cáncer. Los **tricotecenos**, son otro tipo micotoxina T-2, tienen diversos efectos tóxicos, a veces fatales, en animales y personas;(Díaz, 2005) y la zearalenona, que es hiperestrogénica. Otras micotoxinas importantes producidas por hongos *Fusarium* incluyen la beauvericina, eniatinas, butenolide, equisetina y fusarinas(Díaz 2005)

La zearalenona y el trichotheceno, se conoce con el nombre común de **fumonisin**as, y son producidas por *F. moniliforme*, *F. proliferatum* y *F. nygami* (FAO 2004)

*F. moniliforme* produce la toxina **fumonisina B<sub>1</sub>**, su consumo ocasiona edema pulmonar y la enfermedad conocida como hidrotorax en cerdos (FAO 2005).

## 2.6. Principales micotoxinas

**2.6.1. Aflatoxinas**, las aflatoxinas son un tipo de mico toxinas, producidas por especies de hongo del género *Aspergillus*. El término genérico *aflatoxina* se refiere a cuatro tipos

diferentes de micotoxinas, conocidas como B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>; aunque estructuralmente en forma tridimensional corresponden a la aflatoxina B<sub>1</sub> (Diaz 2005).

La aflatoxina B<sub>1</sub> es el grupo con mayor toxicidad; es un carcinogénico potente y se lo asocia en particular con el cáncer de hígado en varias especies de vertebrados. ; éstas se encuentran de preferencia en productos de áreas tropicales y subtropicales; destacando entre éstos las semillas del algodónero (*Gossipium barbadense*), maní (*Arachis hipogea*), pistachos (semejante a Palma aceitera) y maíz (*Zea maíz*). En 2004, 125 personas fallecieron y unas 200 enfermaron en Kenia como consecuencia de consumir maíz contaminado (FAO 2005).

La FAO y la OMS, reportan que 15 µg/kg, de aflatoxina en los alimentos es inocuo para los animales. Con frecuencia se los encuentra en granos y semillas. En el 2004, en Kenia 125 personas fallecieron y 200 se enfermaron como consecuencia de consumir maíz contaminado.(FAO 2005).

Las principales especies que los producen son *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* y *A. nonius* (Martines, 1993). , se han determinado 18 diferentes tipos de Aflatoxinas; de las cuales las más tóxicas es la Aflatoxina M<sub>1</sub>; siendo ésta, un derivado metabólico de la aflatoxina B<sub>1</sub>; ésta a su vez se encuentra como resultado metabólico de algunos animales; encontrándose normalmente en la leche y la orina. Siguen después en orden de mayor a menos importancia, las aflatoxinas B<sub>1</sub>, G<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>, y G<sub>2</sub> (siendo la aflatoxina M<sub>2</sub>, un derivado metabólico de la aflatoxina B<sub>2</sub> y que procede del metabolismo animal). Las aflatoxinas tienen actividad cancerígena, teratogénica y mutagénica. El principal síndrome que producen es el hepatotóxico, pudiendo también provocar problemas renales. Los principales órganos afectados son: el hígado, riñón y cerebro (Hakoishi 2000)

La aflatoxina B<sub>1</sub> es la más activa hablando en términos biológicos y su efecto sobre los animales varía con la dosis, tiempo de exposición, especie y raza del animal y su estado nutricional (Martínes 1993).

Las aflatoxinas B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> y G<sub>2</sub>, contienen compuestos que exhiben fluorescencia cuando son excitados en el espectro de alrededor de 365 nm. El tratamiento con calor no destruye las aflatoxinas, aunque si disminuye su nivel de toxicidad. Son potentes carcinogénicos

y el consumo de alimentos afectados por ellas con frecuencia aumenta las posibilidades de cáncer en países en desarrollo (Osuna 1989).

El ácido ciclopiazónico, es otra aflatoxina; sintetizada por *A. flavus*; produce la “**enfermedad X en pavos**” (Osuna 1989).

La sterigmatocystin, es un compuesto precursor de la biosíntesis de las aflatoxinas, es tóxico, carcinogénico, mutagénico y teratogénico; aunque de menor actividad que la aflatoxina B1 (Osuna 1989).

Los productos post cosecha, en mercado son los que con mayor frecuencia se afectados por hongos que metabolizan las micotoxinas; dentro de éstos destacan los granos de maíz (*Zea mays*), nuez de Brasil (), maní (*Arachis hipogea*), pistacho (), semillas de algodón (*Gossipium barbadence*), melón (*Cucurbita melon*), sésamo (), girasol (*Helianthus annuus*), almendras (*Terminalia catappa*), calabazas (*Cucurbita spp.*), nuez moscada () (FAO 1991).

Entre los productos poco afectados se cita a los higos (*Ficus carica*), pecan , nueces , pasas de frutas y especias.

Raramente podremos encontrar estas toxinas en soja, porotos, garbanzos, mandioca, sorgo en grano, trigo, avena, cebada, arroz y mijo (FAO 2003).

Sin embargo, cualquiera de los alimentos nombrados, en condiciones de alta temperatura y humedad pueden desarrollar aflatoxinas en el almacenamiento. También puede influir la infección por presencia de insectos y roedores. Tenemos poco conocimiento sobre la presencia de ácido cyclopiazónico en granos y carnes (FAO 1991)

**2.6.2. Ocratoxinas**, producidas esencialmente por *A. ochraceus*, *Penicillium viridicatum* y *P. cyclopium*. Existen 7 tipos de ocratoxinas, destacando la Ocratoxina A. El principal síndrome corresponde al nefrotóxico y trastornos en el hígado dando lugar a una acumulación de glucógeno en los tejidos hepático y muscular. Los órganos afectados son: El hígado y el riñón ( Hakoishi 2000)

Cuando la contaminación de granos es provocado por hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*, generan las toxinas del orden de ochratoxina, citrinina, ácido penicílico y

xanthomegnina (incluye las xanthoquinonas relacionadas); en ambientes con mínimo porcentaje de humedad.

**2.6.3. Citrinina**, sintetizada por *Penicillium citrinum*, desde entonces se han encontrado en más de una docena de especies de *Penicillium* y varias de *Aspergillus*. Algunas especies como el *P. camemberti* se utilizan en la confección de queso; en cambio el *Aspergillus oryzae*, se utiliza para fabricar bebidas alcohólicas como el sake, miso, y salsa de soya (*Glicine maxima*) (Mazzani 1998).

La citrinina actúa como una nefrotoxina en todas las especies animales investigadas. Aunque se encuentra en muchos cereales y en el pigmento Monascus, de uso en alimentos, su impacto en la salud humana aún no ha sido totalmente elucidado. Esta micotoxina en conjunción con la ocratoxina A, puede disminuir la síntesis de ARN en los riñones de ratas y ratones.

La citrinina mayormente es producida por *Penicillium citrinum*, *P. viridicatum*, *P. citreoviride* y *P. expansum*, se encuentra como contaminante natural en cereales, ensilados y frutos de mercado, esencialmente en peras (*Pirus communis* L.) y manzanas (*P. malus* L.). Su consumo genera síndrome nefrotóxico y el órgano afectado corresponde a los riñones. No es carcinogénica, sin embargo, puede favorecer el cáncer renal que se produce por otros potentes carcinogénicos. Algunos signos clínicos de esta micotoxina son: salivación, lagrimeo, miosis, descarga nasal, vómitos, hiperemia de los oídos y membrana mucosa (Hakoishi 2000)

La **citrinina** actúa como una nefrotoxina en todas las especies animales investigadas. Aunque se encuentra en muchos cereales y en el pigmento Monascus, de uso en alimentos, su impacto en la salud humana aún no ha sido totalmente elucidado.

**2.6.4. Patulina**, metabolizada por *Penicillium expansum*, *P. cyclopium* y *Aspergillus clavatus*, principalmente en cereales deficientemente almacenados, ensilados de maíz, paja de trigo y sobre todo en frutos post cosecha peras (*Pirus communis*), manzanas (*Pirus malus*), melocotones (*Prunus pérsica*), albaricoques (*Prunus americana* L.), y uvas (*Vitis vinífera*), quesos y semillas de cereales. El principal síndrome que produce, es el neurotóxico, afectando a todo el sistema nervioso, sin embargo también se han encontrado afecciones pulmonares, lesiones de hígado y riñón, así como carcinomas producidos por esta micotoxina (Hakoishi 2000).

Esta micotoxina también es segregada por *Paecilomyces expansum* se puede encontrar en frutas y verduras mohosas y podridas, en particular manzanas e higos (Hakoishi 2000)

Los diferentes procesos de fermentación pueden destruir esta toxina, por lo cual puede no aparecer en sidra confeccionada con manzanas infectadas.

**2.6.5. Zearalenona**, sintetizada por el *Fusarium roseum*, *F. moniliforme* y *F. tricinctum*. Existen 16 derivados de esta micotoxina, a los microorganismos se lo encuentra como contaminante natural de cereales y subproductos de éstos, también se ha reportado que se encuentra en heno y ensilados. Su consumo afecta el sistema reproductor; el síndrome principal se reporta el estrogénico, principalmente en cerdos, especialmente en hembras pre púber, produce infertilidad, falsas preñez, lactancias anormales, cambios en el lívido, abortos, desarrollo anormal de las glándulas mamarias y propensas a mastitis. Las ovejas y otros animales de granja, muestran resistencia al efecto toxico de esta micotoxina (Martines 1993).

**2.6.6. Tricotecenos**, constituido por deoxynivalenol más conocido como “vomitoxina”; en animales provoca inapetencia, éstos rechazan a los alimentos; se agudiza los problemas gastroentericos; deficiente coagulación sanguínea; la piel se necrosa, Uno de los componentes, el deoxynivalenol, es conocido como “vomitoxina” (Martines 1993).

Esta micotoxina es producido por *Fusarium roseum*, *F. tricinetum*, *F. moniliforme* y *F. oxysporum*, *Cephalosporium* sp., *Mycothecium* sp., *Trichoderma* sp. y *Stachybotris* sp., en heno deficientemente almacenado. La más conocida es la Tricoteceno “T-2”. Produce toxicidad irreversible, cuando son ingeridos por los cerdos, en los que ocasionan, síntomas, desgano o degeneración de las células de la médula ósea, nódulos linfáticos e intestinos, diarrea, hemorragia e incluso la muerte ( Santurio 2003)

**2.6.7. Ocratoxinas**, relacionadas con las isocumarinas, conocidas como ocratoxinas A, ocratoxina B y ocratoxina C; de éstas destaca la ocratoxina A. Son producidas por diferentes especies de hongos de los géneros *Penicillium* y *Aspergillus*. La ocratoxina A es una forma clorinada de la ocratoxina B y la ocratoxina C que es un etil-éster de la forma A

Las ocratoxinas son de particular importancia en aves de granja y cerdos debido a que los animales monogástricos carecen de la habilidad de hidrolizar la ochratoxina “A” en

forma rápida en contraposición a los rumiantes que sí lo hacen. Los residuos de estas toxinas pueden entrar en la cadena alimentaria humana por vía sanguínea y consumo de carne (FAO 2003).

La especie productora de ocratoxinas *Aspergillus ochraceus* se encuentra a menudo en la cerveza y el vino. *Aspergillus carbonarius* es la especie más abundante en las uvas, y sus toxinas contaminan el mosto durante su extracción.

La ocratoxina A se ha identificado como un agente cancerígeno y se asocia a tumores del tracto urinario (FAO 2004).

En conjunción con la **ocratoxina A**, puede disminuir la síntesis de ARN en los riñones de ratas y ratones (FAO 2004).

Esta toxina es inestable si se expone durante períodos prolongados al calor o a la luz. Tiene propiedades antibacterianas, lo mismo que el ácido penicílico.

La ochratoxina A, fue inicialmente aislada a partir del hongo *Aspergillus ochraceus*, aunque también la producen *A. alliaceus*, *A. melleus*, *A. sulphureus*, *A. sclerotiorum*, *A. ostianus*, y *A. petraki*. También se aisló de *Penicillium verrucosum* var. *verrucosum*, *P. palitans*, *P. comune*, *P. purpurescens*, *P. variable*, *P. verrucosum* var. *cyclopium* y *P. chiysogenum* (Díaz 2005).

Para la prevención de estos problemas, se aconseja que en el almacenamiento el porcentaje de humedad de los granos no supere el 15%. Durante la cosecha influyen varios factores tales como humedad, temperatura, rapidez del secado, grado de exposición de la cosecha a daños mecánicos, tiempo de almacenaje, depósitos de almacén .

**2.6.8. Alcaloides ergóticos**, también conocidos como alcaloides del ergot son una mezcla tóxica de compuestos producidos en el esclerocio de diferentes especies del género *Claviceps*, destacando *C. purpurea* en trigo (Roncal 1993) y otras especies que normalmente atacan gramínea herbáceas. La ingestión del esclerocio presente en la harina proveniente de cereales infectados causa ergotismo, la enfermedad tradicionalmente es conocida como “fuego de San Antonio” o ergotismo (Alexopoulos, 1966). Aunque los métodos modernos de limpiado de grano han reducido

significativamente la incidencia del ergotismo, este todavía constituye un problema veterinario de importancia. Los alcaloides ergóticos tienen usos farmacéuticos.

Se dan dos formas de ergotismo: *gangrenoso* afectando el riego sanguíneo de las extremidades y *convulsivo*, que afecta al sistema nervioso central.

Los alcaloides de *C. purpurea*, se utilizan en medicina humana, con los alcaloides que posee se preparan abortivos y otros para controlar las hemorragias durante el alumbramiento (Alexopoulos 1966).

Se dan dos formas de ergotismo: *gangrenoso* afectando el riego sanguíneo de las extremidades y *convulsivo*, que afecta al sistema nervioso central.

En el trigo, la invasión del hongo en las espigas comienza cuando el micelio entra en contacto con las glumas y el raquis. Este cereal es susceptible desde la floración hasta la llegada a la mitad del grano pastoso ( Santurio 2003)

También son predisponentes, sobre todo en las espigas de maíz, las lesiones provocadas por insectos y pájaros.

## 2.7. Micotoxinas, sintetizadas por hongos Fito patógenos

**Tabla 1.** Tipo de micotoxina y especies de hongos que los producen

<b>Micotoxina</b>	<b>Especie de hongo</b>
Aflatoxinas	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>A. nomius</i> , <i>A. parasiticus</i>
Alcaloides del ergot	<i>Claviceps purpurea</i> , <i>Neotyphodium coenophialum</i>
Citroviridina	<i>Aspergillus terreus</i> , <i>Eupenicillium ochrosalmoneum</i> , <i>Penicillium citreonigrum</i> .
Desoxinivalenol	<i>Fusarium culmorum</i> , <i>F. graminearum</i>
Fomonisima	<i>Alternaria arborescens</i> , <i>Fusarium nygamai</i> .
Moniliformina	<i>Fusarium acuminatum</i> , <i>F. avenaceum</i> , <i>F. proliferatum</i> .
Ocratoxina A	<i>Aspergillus alliaceus</i> , <i>A. Carbonarius</i> , <i>A. niger</i> , <i>A. Ochraceus</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> .
Psoralenos	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .
Toxina T-2	<i>Fusarium armeniacum</i> , <i>F. equiseti</i> , <i>F. musarum</i> <i>F. poae</i> .
Zearalenona	<i>Fusarium crookwellense</i> , <i>F.culmorum</i> .

## 2.8. Micotoxinas, efectos en el hombre y animales.

Tabla 2. Efecto de la acción de micotoxinas en hombre y animales

Micotoxinas	Afecciones
Aflatoxina B <sub>1</sub>	Inducción de cáncer hepático, se excreta por leche como aflatoxina M <sub>1</sub> , pasa al feto.
Aflatoxina M <sub>1</sub>	Inducción de cáncer hepático, excreta en leche materna pasa al feto.
Alcaloides del ergot	Ergotismo convulsión, ergotismo gangrenoso necrótico.
Citroviridina	Beriberi cardiaco agudo.
Desoxinivalenol	Diarreas, náuseas, vómitos, cefalalgia, dolor abdominal, anorexia, convulsiones, escalofríos.
Fumonisina	Lesiones precancerosas en esófago.
Moniliformina	Cardiopatía endémica en china.
Ocratoxina A	Tumores en tracto urinario.
Psoralenos	Dermatitis por contacto, eritema y ampollas.
T-2 y HT-2	Sensación de quemazón en boca y garganta, vómitos diarrea y dolor abdominal, hemorragias, destrucción de la médula ósea, muerte.
Zearalenona	Cambios puberales precoces.

## 2.9. Bacterias

Burrill en 1880 observó que las bacterias también ocasionan enfermedades en las plantas. Sin embargo, no todas las bacterias son dañinas pues existen especies de utilidad para el hombre, como las degradadoras de la materia orgánica que contribuyen con la fertilidad de los suelos, otras las que por simbiosis con leguminosas facilitan la fijación de nitrógeno atmosférico y las que se utilizan en la industria (Roncal 2004)

Las bacterias como organismos simples contienen un sólo cromosoma, carecen de membrana nuclear y algunos organelos como las mitocondrias y cloroplastos, tienen formas distintas, algunas se desplazan en el agua a través de flagelos, otras especies no lo poseen, se multiplican por simple fisión. (Roncal 2004)

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

La identificación del patógeno y el proceso de germinación del inóculo se realizaron en el laboratorio de Fitopatología, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca. Ubicado entre los meridianos 78° 30" y 78 32" de longitud oeste y entre los paralelos 07° 08" y 07° 10" de latitud sur, en el Km 3 de la carretera Cajamarca –Baños del Inca, a una altitud de 2,750 msnm. El material vegetal que permitió el reconocimiento del Fito patógeno se obtuvo en los mercados de Cajamarca (San Sebastián, Central y Santa Rosa),

#### 3.2. Materiales:

##### 3.2.1. Material biológico

Frutos de cuatro especies del género *Capsicum*, aparentemente sanos y de epicarpio brillos.

Cepas de hongos causantes de las micosis en frutos de cuatro especies del género *Capsicum*.

##### 3.2.2. Material y equipo de laboratorio

- a) **Material de vidrio**, láminas porta y cubre objeto, tubos de ensayo, vasos de precipitación y cámaras asépticas de polietileno.
- b) **Equipos de esterilización y asepsia**, cámara de flujo laminar, autoclave, estufa incubadora.

c) **Equipo óptico**, lupa, estereoscopio, microscopio compuesto, cámara fotográfica.

d) **Desinfectantes**, En un litro de agua se colocó 9 gotas de lejía, alcohol 96°

e) **Medios de cultivos**, PDA (Papa dextros agar).

f) **Otros materiales**, agujas MRO, agujas hipodérmicas, bisturí, navajas, cinta adhesiva, estiletes y mechero.

**3.2.3. Material y equipo de escritorio**, computadora, impresora, libreta de apuntes, papel, lapiceros.

### **3.3. Metodología**

**3.3.1. Colección de muestras**, en los diferentes mercados de la ciudad de Cajamarca se recolectaron frutos de cuatro especies de *Capsicum*: rocoto (*C. pubescens*), ají escabeche (*C. baccatum*), pimiento (*C. annuum*) y ají limo (*C. chinense*).

Los frutos motivo de investigación fueron seleccionados; teniendo en cuenta el estado sanitario; así se colectaron al azar frutos aparentemente sanos y de epicarpio brillante.

Los frutos seleccionados se transportaron en depósitos de polietileno, de esta manera se condujeron al Laboratorio, se colocaron en cámara húmeda y se evaluaron cada 24 horas.

Las observaciones del desarrollo micelial se realizaron cada 24, hasta las 96 horas. De éste se obtuvo una mínima porción que sirvió para preparar la muestra en porta objetos y proceder a realizar la observación microscópica; luego de la diferenciación somática se procedió a realizar la siembra en medio de cultivo sintético PDA.

Para la siembra en PDA, se hizo uso de la cámara de flujo laminar, con ayuda de una aguja hipodérmica nueva se realizó la siembra, se incubó a 22° C, observándose cada 24 horas durante 96 horas.

Las placas Petry que mostraron la presencia de más de dos colonias distintas; se procedió a realizar su purificación, haciendo uso de siembra monospórica, utilizando la aguja MRO.

Y siguiendo el protocolo de observación de las estructuras vegetativas se procedió a la identificación del género, haciendo uso de las Claves de Identificación de Deuteromycetes, documentado por Barnett y Hunter (1998).

### **3.3.2. Diagnósis fitopatológica,**

**3.3.3. Ensayos de patogenicidad,** para determinar si los hongos aislados, purificados y multiplicados obtenidos de los frutos del género *Capsicum*, después de estar expuesto en cámara húmeda, son los causantes de las pudriciones de éstos; se realizaron los ensayos de patogenicidad con cada uno de ellos.

Para realizar estos ensayos se seleccionaron frutos de las diferentes especies en estudio, teniendo en cuenta que muestren el epicarpio brillosos; éstos en el Laboratorio se lavaron con agua corriente; y se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 5%, con el propósito de eliminar inóculo de microorganismos que pudieran alterar los síntomas específicos de los fitopatógenos fungosos previamente aislados.

Posteriormente los frutos asépticamente tratados, se inocularon los hongos y se dispusieron en su respectiva cámara húmeda; quedando expuestos a temperatura ambiente del laboratorio entre 18 a 20 °C.

Las observaciones se realizaron cada 24 horas durante 120 horas.

Luego de observar los mismos síntomas, se volvió a aislar el patógeno, comprobando de esta manera la virulencia de la cepa.

### **3.3.4. Identificación de los géneros fungosos**

Para determinar el género del microorganismo virulento se realizó la caracterización morfológica de cada una de las especies aisladas.

Para la determinación morfológica de cada especie se realizó la siembra monospórica en una gota de medio de cultivo, papa, dextrosa, agar (PDA).

En una lámina porta objeto estéril, se deja una gota de PDA, sobre esta se dispone el inóculo del hongo por identificar. Luego se incuba entre 18 – 22 °C, observándose máximo a las 24 horas, tiempo que nos permitió diferenciar al microscopio las estructuras somáticas característica, las mismas que serán usadas para realizar la identificación del género, haciendo uso las claves de identificación de Barnett y Hunter de 1998.

Para evitar la deshidratación de la gota de PDA, el porta objeto se dispuso en una caja de Petri que contenía 5 cc de agua destilada estéril; para que el agua no alcance a la gota de medio de cultivo, ésta se dispuso sobre un triángulo preparado de un sorbete. Trascorrido 24 horas después de la siembra se realizó la observación microscópica, determinando de esta manera las características morfológicas de hifas, conidióforos, conidios y otras estructuras que nos permita realizar la determinación del género.

**3.3.5. Caracterización de virulencia de los hongos**, para determinar la virulencia de los hongos aislados. Se inocularon en los frutos, hasta obtener los síntomas característicos. De esta manera se verificó la virulencia.

**3.3.6. Identificación del género de las cepas virulentas**, con las características somáticas definidas, se realizó la identificación del género de los hongos; haciendo uso de las claves de identificación de Barnett & Hunter de 1998.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Características morfológicas de *Fusarium* sp., en PDA

En medio de cultivo PDA y en el hospedero, el micelio se muestra algodonoso de color blanco. Las hifas son septadas, de éstas se diferencian conidióforos y de éstos los fiálides en cuyo interior se forman los conidios que emergen de forma unicelular y terminan como conidias bi, tri y tetracelulares; esta característica coincide con los reportes de Roncal (1993).

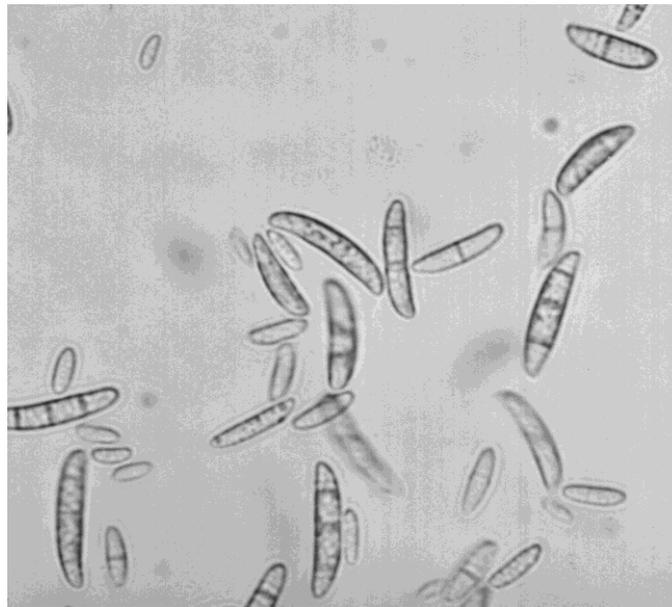
Los conidióforos son simples o si ramificaciones, pueden ser uni, bi y tri celulares; en la porción distal se diferencian fiálides unitarios y en pares; los conidios primero son unicelulares ovoides, terminando en forma de canoa de hasta cuatro células. Cuando el conidio madura se desprende con facilidad convirtiéndose en nuevo inóculo.

Los conidios unicelulares se nominan microconidios y los multicelulares macroconidios y están constituidas de 3-5 células. Éstos se caracterizan morfológicamente por adelgazarse gradualmente en los extremos, seguido del encorvamiento característico.

Cuando las condiciones son adversas para el crecimiento y desarrollo micelial del hongo, determinadas células de las hifas y conidios, se modifican; las paredes celulares se engrosan paulatinamente hasta adquirir formas regulares, mayormente esféricas teñidas de color oscuro; estas nuevas estructuras corresponden a las clamidosporas o estructuras de conservación; característica común de las diferentes especies de *Fusarium* como lo reportan Agrios (1996) y Roncal (2004).

El micelio en PDA, cubre la placa Petri de 10 cm de diámetro en siete días.

**4.1.1. Identificación de *Fusarium* sp.**, la siembra monospórica permitió visualizar a través del microscopio óptico, hifas, conidióforos, fialides y conidios; cada una de estas estructuras fueron fotografiadas, imágenes que nos permitió hacer uso de claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998) y así determinar el género, cuya descripción se muestra en el apéndice.



**Fig 1.** Microconidias y macronidias bi, tri y tetracelulares de *Fusarium* sp.



**Fig.2.** Hifas, conidioforos, fialides y conidios de *Fusarium* sp.

#### **4.2. Características morfológicas de *Cladosporium* sp., en PDA**

En medio de cultivo PDA, desarrolla micelio profusamente ramificado, en las primeras 24 horas el micelio alcanza 0.5 cm y es de color blanco, transcurrido 48 horas, la colonia alcanza 8.0 a 1 cm; la parte central se tiñe de color gris verdoso, debido a la maduración de las esporas bi y unicelulares.

Observando porciones de micelio al microscopio se distinguen conidióforos, con ramificación terminal, las ramas primarias están constituidas por dos y tres células cilíndricas alargadas, estas se siguen ramificando formando ramas cilíndricas mayormente unicelulares cilíndricas, en el ápice de éstas ocurren una, dos y tres ramas truncadas en bisel en la base, de la porción superior emergen las esporas uni y bicelulares, las primeras son mayormente ovofusiformes de diferentes tamaños y dispuestos en cadenas, también los hay cilíndricas, cilíndricas con extremos en punta y raramente esféricas.

Este hongo en la superficie del fruto se deja observar como moho gris claro; conformado por hifas y conidióforos arborescentes oscuros, generalmente la célula apical de este se bifurca, formando estructuras en forma de racimos. Estos resultados coinciden con los reportados por Roncal (1993).

Las características somáticas observadas de muestras provenientes de medio de cultivo PDA y del signo extraído del hospedero y comparadas con las detalladas en la Clave de identificación de Barnett & Hunter (1960), nos permitió determinar que corresponde a *Cladosporium*, esta clave se encuentra en apéndice.



**Fig 3.** Hifas, conidióforo y conidios en cadena de *Cladosporium* sp.

**4.2.1. Identificación de *Cladosporium* sp.,** la siembra monospórica permitió visualizar a través del microscopio óptico, hifas, conidióforos brillantemente coloreados, multicelulares de diferente tamaño, con ramificación terminal de diferente orden y sobre éstas la formación de conidios unicelulares en cadenas, ovofusiformes de diferente tamaño y con pigmentación grisáceo claro conidios. Estas características nos condujo a determinar el género, como se detalla en el apéndice según las claves de Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998).

#### **4.3. Características morfológicas de *Alternaria* sp., en PDA**

En medio de cultivo PDA, y en el hospedero forma micelio oscuro, presenta hifas septadas de color marrón brillante; conidióforos solitarios de color marrón, bi a pentacelulares, conidios muriformes en cadena de color marrón brillante; estas características nos permiten apreciar al micelio de color gris a negro, color característico de los miembros de la familia Dematiaceae.

Los conidios de esta especie son alargados, con septos transversales y longitudinales, característica que se ha tomado en cuenta para denominarlo como conidio muriforme.

La diferenciación del conidio ocurre en el ápice de la célula apical del conidióforo, inicia como una burbuja de color marrón cristalino que emerge de un poro apical de la célula conidiogénica, posteriormente aparece una septa transversal, a medida que

avanza en tamaño, en el ápice de la célula del primer conidió aparece otra joven espora, esta secuencia se repite varias veces hasta visualizar de cuatro a cinco esporas unidas, siendo la inferior la de mayor edad; a esta característica se nomina micológicamente que las esporas son de origen acropétala (Barnett y Hunter 1998).



**Fig. 4.** Conidióforos, conidios muriformes de *Alternaria* sp., en ají escabeche (*Capsicum baccatum*)

**4.3.1. Identificación de *Alternaria* sp.,** en siembra monospórica el micelio desde un inicio es de color oscuro; las hifas son de color marrón claro, en los conidióforos se acentúa el color marrón y en los conidios más todavía. En esta especie prevalece las septas transversales que las longitudinales. Los conidios forman cadenas de hasta cinco unidades. Las características que detallamos líneas arriba y la comparación con los escritos en Barnett (1962) y Barnett & Hunter (1998), nos condujo a determinar que se trata del género *Alternaria*.

#### **4.4. Características morfológicas de *Penicillium* spp., en PDA**

En medio cultivo PDA, de las diferentes especies del género *Penicillium*, durante las primeras 24 horas se muestran de color blanco; transcurrido 48 horas en la parte central del micelio se tiñeron de colores verde, azul, gris y celeste principalmente; debiéndose estas pigmentaciones al proceso de crecimiento y maduración de las esporas. Esta

característica también se apreció en la superficie de los frutos de pimiento, pero el crecimiento es más lento.

En medio de cultivo el crecimiento del micelio es relativamente rápido; las placas de 5 cm de diámetro se llenan en 96 horas, cuando se trata de *P. digitatum* (moho verde) y *P. italicum* (moho azul); en cambio el micelio de estos hongos en la superficie de los escabeches crecen acorde con la madurez del fruto; haciéndose determinado que el moho de mayor tamaño fue de 3.5 cm.



**Fig.5.** Conidioforos, fialides, conidios en cadena de *Penicillium* spp.

**4.4.1. Identificación de *Penicillium* spp,** en siembra mosospórica, entre 24 y 48 horas se observan conidióforos con ramificación terminal, del ápice de cada rama se desprenden diferente número de fialides o células conidiogénicas, éstas tienen la forma de botellitas, en cuyo interior se forman las esporas y emergen a la superficie para completar su madures.

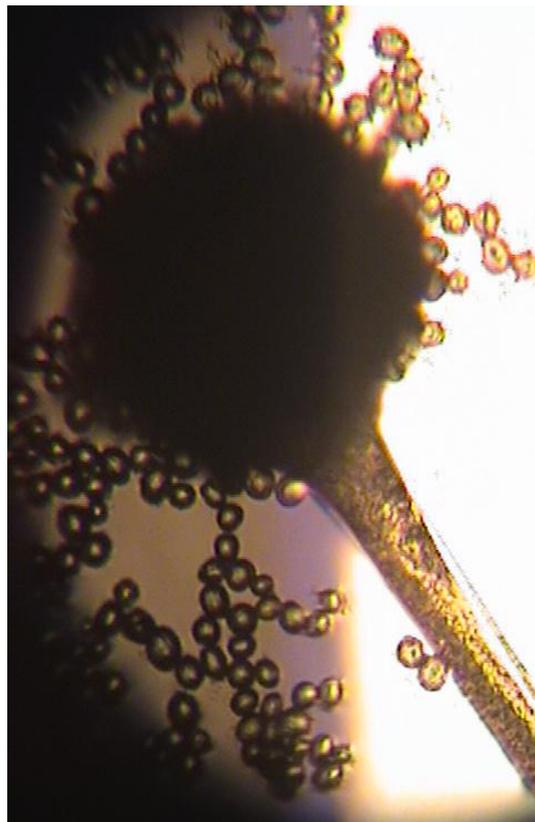
Los conidios se forman unos a continuación de otros formando largas cadenas de esporas unicelulares esféricas, elipsoides con achataduras.

Los conidios en sus inicios son hialinos, a medida que maduran se tiñen colores, que al microscopio se dejan ver de colores brillantes; en pimiento generalmente determinamos moho verde y azul.

#### **4.5. Características morfológicas de *Rhizopus stolonifer***

Prospera en PDA y en frutos de ají limo, el micelio en medio de cultivo en las primeras 24 horas de crecimiento y desarrollo es de color blanco, a simple vista se observa esporangios esféricos cristalinos, transcurrido 48 horas los esporangios se colorean de negro, debido a la maduración de las esporas; esta característica nos permite observar al micelio de color negro.

Porciones de micelio observado al microscopio, se aprecia filamentos hialinos, esporangioforos unicelulares en cuya parte superior aparece el esporangio esférico y en la base estructuras en forma de raíces denominadas rizoides.



**Fig. 6.** Esporangiosporas maduras de *Rhizopus stolonifer* que se desprenden del esporangio en frutos de ají limo (*Capsicum chinense*).

#### 4.5.1. Identificación de *Rhizopus stolonifer*

Este patógeno es fácil de identificar, debido a que sus estructuras son inconfundibles con otros hongos de su categoría. Los esporangióforos forman grupos de hasta cinco unidades y se originan de un punto común del filamento; en la base de este punto de origen se muestra las estructuras de anclaje, semejante a raíces denominados rizoides. En la parte superior de cada esporangióforo se distingue la columela mayormente ovoide en la porción terminal y algo truncada en la unión con el esporangióforo; entre la pared esporangial y la columela existe el espacio de citoplasma donde se forman crecen y desarrollan las esporas, que al madurar se tiñen de color negro.

Las características arriba mencionadas sirvieron para la identificación, haciendo uso de la descripción de este patógeno por Alexopoulos (1964), Alexopoulos y Mims (1979) y Roncal (1993).

#### 4.6. Susceptibilidad de frutos del género *Capsicum* a fungosis en post cosecha, en los mercados de Cajamarca

##### 4.6.1. Susceptibilidad de frutos de rocoto (*Capsicum pubescens*) a fungosis en post cosecha

**Tabla. 1.** Susceptibilidad de frutos de rocoto (*Capsicum pubescens*) a fungosis en post cosecha

Fruto	Fitopatógeno	Frutos afectados	
		Nº	%
Rocoto ( <i>Capsicum pubescens</i> )	<i>Fusarium solani</i>	28	35.00
	<i>Alternaria</i> sp.	10	12.50
	<i>Cladosporium</i> sp.	21	26.30
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	06	7.50

Los frutos de rocoto que se comercializan en los mercados de Cajamarca son de epicarpio verde, rojo y amarillo; durante el tiempo que permanecen almacenados en los puestos de expendio, algunos son afectados por diferentes especies de hongos habiéndose identificado a *Fusarium solani*, *Alternaria* sp. *Cladosporium* sp. y *Rhizopus stolonifer*.

De 80 rocotos expuestos en cámara húmeda, 65 se mostraron susceptibles a fungosis, que en porcentaje corresponde al 81.25%; 15 unidades mostraron resistencia, haciendo un 18.75%.

El porcentaje de frutos afectados en forma individual por cada una de las diferentes especies de hongos, aparentemente no es significativo; pero si se considera a todas las fungosis si es significativo, debido a que en 20 días de evaluación, solo 15 unidades de frutos no mostraron infección.

De los 80 unidades de frutos de rocoto expuestos en cámara húmeda, en 28 unidades (35%), se aisló *Fusarium solani*; 10 (12.5%) fueron afectados por *Alternaría* sp.; en 21 (26.25%) se aisló *Cladosporium* sp. y 6 (7.5%) fueron afectados por *Rhizopus stolonifer*.

El inóculo de cada fitopatógeno se encuentra en el aire, inducen infección según la susceptibilidad del tejido, cómo por ejemplo, la exposición de la herida del pedúnculo, magulladuras en la superficie del fruto, en el momento de la cosecha, transporte y almacén.

*Fusarium solani*, dejan ver el signo, en la herida del pedúnculo y en porciones magulladas, entre 24 horas y 20 días; el moho de *Alternaría* sp. se manifiesta a partir de las 24 horas hasta 15 días de estar almacenado *Cladosporium* sp.; prospera como signo entre 24 horas y 19 días de almacén y *Rhizopus stolonifer* entre 48 horas hasta 18 días de almacén en cámara húmeda, entre 18 y 22°C.

Después de la manifestación del signo, *Fusarium solani* y *Alternaría* sp. la succulencia y brillo del fruto se pierden paulatinamente, hasta la necrosis generalizada que ocurre entre los 8 a 12 días.

El signo “moho”, de las diferentes especies de *Fusarium* y *Alternaría* en la herida del pedúnculo se debe a que de este tejido se origina la placenta (vena del rocoto); tejido de mayor vulnerabilidad.

Esporádicamente y sólo cuando el fruto de rocoto presenta áreas magulladas, prospera el signo de *Fusarium* y *Alternaría* en la superficie de los frutos.

El mayor y menor tiempo de manifestación del signo, en el pedúnculo, ápice y superficie de la baya, se debe, a la vulnerabilidad de los tejidos y las condiciones de temperatura (18-25°C) y humedad relativa (superior a 70%) del recipiente donde se encuentran almacenados los frutos.

El color del signo moho en la placenta del fruto depende de la especie del hongo; el micelio es blanco algodonoso cuando se trata de *Fusarium graminearum*; es blanco cremoso de *F. solani* y rosado claro de *F. rozeum*; en cambio las especies del género *Alternaría*, se manifiesta micelio de color gris oscuro (*A. alternata*) y de color negro (*Alternaría* sp.)

Los frutos afectados por estos patógenos, entre 18 y 12 días de iniciada la infección no muestra síntomas y menos signos visible; por lo que son comercializados normalmente. El consumidor, si no se percata a tiempo corre el riesgo, de consumir micotoxinas, del orden de las Desoxinivanol, Fumonisima, Moniliformina Toxina T-2, Zearalenona, debido a que estas sustancias tienen fácil difusión en las células que conforman el fruto. Este tipo de toxinas, tiene la capacidad de acumularse en órganos del soma animal, en forma lenta y paulatina y cuando alcanzan cantidades apreciables en partes por millón, conducen a enfermedades irreversibles, hasta causar la muerte.

La forma práctica de reconocer, el consumo de micotoxinas, es por el sabor amargo que tiene la crema, salsa, ensalada y el rocoto molido casero, como lo reporto Roncal (2012)

Las micotoxinas de *Cladosporium* sp., y *Rhizopus stolonifer*, aún no se han reportado que afectan al hombre y animales.

#### 4.6.2. Susceptibilidad de frutos de ají limo (*Capsicum chinense*) a fungosis en post cosecha

**Tabla. 2.** Susceptibilidad de frutos de ají limo (*Capsicum chinense*) a fungosis en post cosecha

Fruto	Fitopatógeno	Frutos afectados	
		Nº	%
Ají limo ( <i>Capsicum chinense</i> )	<i>Fusarium solani</i>	16	20.00
	<i>Cladosporium</i> sp.	08	10.00
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	02	2.5

De los 80 frutos de **ají limo**, expuestos en cámara húmeda, 16 unidades (20%) fueron afectados por *Fusarium solani*, manifestándose el signo, después de 48 horas y otros a los 17 días después de estar en cámara húmeda. Ocho frutos (10% del total) fueron afectados con *Cladosporium* sp., cuyo signo apareció a partir de 48 horas de incubación hasta los 13 días de exposición en cámara húmeda. Sólo dos frutos (2.5%) manifestaron infección por *Rhizopus stolonifer*, determinando, que uno de ellos mostro el signo a los 11 días y el otro a los 13 días de estar expuesto en cámara húmeda.

El tiempo de exposición de estos frutos en cámara húmeda, durante 20 días, nos ha permitido reportar, que sólo 26 frutos fueron afectados por fungosis; que en porcentaje corresponde a 32.5%, del total de frutos experimentados.

Los frutos afectados, tuvieron epicarpio verde amarillento, en cambio los frutos no afectados, fueron de piel púrpura violáceo; pigmento, que a nivel de cuello de plántulas es indicador de presencia de fitoalexinas, metabolitos antagónicos a fungosis, provocados por diferentes especies de los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia* y *Phythium*, como lo reporta Roncal (2004).

*F. solani*, es un patógeno que presenta diferentes razas fisiológicas; por lo que se precisa que una de estas razas es la que afectó a frutos de ají limo, principalmente a los pigmentados de color verde y amarillo; comprobándose que estos colores son el indicador de susceptibilidad a cualquier tipo de fungosis.

Por otro lado, la resistencia a diferentes fungosis de frutos de ají limo, se debe a que la cubierta exterior del epicardio por naturaleza muestra resistencia a las magulladuras, que con frecuencia ocurre durante la cosecha, transporte y almacén.

Teniendo en cuenta la consistencia del epicarpio, sólo se encontraron ocho frutos afectados por *Cladosporium* sp., patógeno que prospero en forma limitada, provocando lesiones entre 3 a 5 mm de diámetro.

*R. stolonifer*, indujo maceración en forma limitada llegando a determinar que en nueve días de iniciada la infección, se macero entre 45-50 %, a pesar que el micelio cubre totalmente al fruto; incluso, las hifas que tocan las paredes de la cámara dejan ver al patógeno y su fructificación, como esporangióforos con rizoides en su base y esporangios esféricos en el ápice; que joven son de color blanco y adulto de color negro.

Referente a este patógeno deducimos que se trata de una raza fisiológica específica como lo reporto Atoche, Villanueva y Roncal (1998).

#### 4.6.3. Susceptibilidad de frutos de escabeche (*Capsicum baccatum*) a fungosis en post cosecha.

**Tabla.3.** Susceptibilidad de frutos de escabeche (*Capsicum baccatum*) a fungosis en post cosecha

Fruto	Fitopatógeno	Frutos afectados	
		Nº	%
Escabeche ( <i>Capsicum baccatum</i> )	<i>Fusarium solani</i>	13	16.30
	<i>Cladosporium</i> sp.	08	10.00
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	04	5.00

Los cromoplastos caroteno, que en forma natural posee el fruto de ají escabeche, especulamos tenga comportamiento antagónico a los fitopatógenos comunes de hongos post cosecha; debido a que en los 20 días que duro el experimento, 13 frutos de color anaranjado pálido, que es (16.3 %) de frutos en experimento, mostraron susceptibilidad a *Fusarium solani*, patógeno cuyo micelio fue de crecimiento limitado y

que sólo se encontró en la placenta sin la manifestación de síntomas de necrosis en la superficie del fruto.

Este tipo de infección mayormente se presenta en las plantas atacadas en plantas por razas no virulentas de *Fusarium* sp., en hospederos tolerantes, que soportan el crecimiento y desarrollo micelial en los haces conductores, de esta manera el hongo crece y desarrolla en el órgano de mayor vulnerabilidad que es la placenta, dejándose ver sólo cuando el fruto se secciona.

En la superficie de ocho frutos (10%) prospero *Cladosporium* sp. y en cuatro (5%) *Alternaria* sp., cuyo micelio se encontró en la placenta, indicando que este patógeno ingresó a través de la herida del pedúnculo, como lo reporto Romero (1998).

#### 4.6.4. Susceptibilidad de frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) a fungosis en postcosecha.

**Tabla. 4.** Susceptibilidad de frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) a fungosis en post cosecha

Fruto	Fitopatógeno	Frutos afectados	
		Nº	%
Pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> )	<i>Cladosporium</i> sp.	04	05
	<i>Fusarium solani</i>	02	2.5
	<i>Penicillium italicum</i>	07	8.8
	<i>P. digitatum</i>		

De los 20 frutos de pimiento expuestos en cámara húmeda, cuatro mostraron susceptibilidad *Cladosporium* sp. (05%), dos a *Fusarium solani* (2.5%) y siete a *Penicillium* (8.8%).

Los frutos motivo de investigación, mostraron epicarpio brillante y de color rojo intenso, de estos sólo trece unidades fueron afectados por las fungosis comunes de frutos postcosecha; característica que indica, que el fruto de esta especie, es resistente a la infección fungosa en almacén.

Los hongos que llegaron a prosperar, fueron *Cladsporium* sp., *Penicillium italicum* y *P. digitatum*, estos sólo prosperan en tejidos con magulladuras y heridas que ocurren en la cosecha, transporte y almacén

Las diferentes especies de *Penicillium*, prosperan en frutos postcosecha, siempre y cuando muestren alguna herida en la epidermis del epicarpio. En cambio la presencia de *Fusarium* sp., en el pedúnculo y en el tejido de inserción de éste con la base del fruto, se debe aunque las esporas de este patógeno se encuentra en forma natural en el suelo, agua y aire, por tanto infaltable en los mercados de expendio de frutos. El signo de este patógeno se presenta en forma de filamentos algodonosos de color blanco, de desarrollo normal en la placenta, que en circunstancias puede emerger cuando la necrosis se generaliza.

*Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., inducen pudriciones marrón a veces marrón oscuro, cuyo signo principalmente se muestra en la placenta en forma de copos algodonosos, cuando el fruto se secciona y si esto no ocurre, se aprecia cuando emerge a través de la herida del pedúnculo, en forma de copo algodonoso de color blanco.

*Penicillium italicum* y *P. digitatum*, son los únicos patógenos que se presentan en este tipo de frutos; afectando a través de una herida o magulladura. El signo en sus inicios se muestra como copos algodonosos compactos de color blanco, se tiñe de verde y azul cuando las esporas maduran; en ambos casos el micelio crece y se desarrolla de una a tres milímetros de la superficie del fruto. Alrededor del signo, el tejido se observa macerado indicando que la patogenicidad de estos patógenos es a través de enzimas y toxinas.

El micelio es verde cuando se trata de *P. digitatum* y azul de *P. Italicum*.

#### **4.7. Síntomas de fitopatógenos fungosos en frutos del género *Capsicum* en post cosecha.**

##### **4.7.1. Síntomas en frutos post cosecha del género *Capsicum* generado por *Fusarium* sp.**

El patógeno, ingresa a los frutos, a través de heridas, magulladuras, daño por insectos y aberturas naturales. La espóra da origen a un tubo germinativo que luego se transforma en hifa la que desarrolla a través de los espacios intra e intercelulares, alimentándose de las células del hospedero a través de haustorios.

Cuando el micelio de este hongo se encuentra invadiendo el epicarpio, este se muestra de color marrón claro a oscuro, posteriormente la pigmentación se generaliza y avanza a la pulpa, viéndose en la superficie del fruto una pérdida de brillo y de color natural. Antes de la deshidratación, que ocurre después de la invasión del fruto por el hongo en la superficie de estos, aparecen jaspes de color marrón claro a oscuro, pigmento que permanece entre 8 a 15 días dependiendo de la especie como reporta Roncal (1998)

Iniciada la deshidratación, la pulpa se arruga, pierde el color característico; adquiriendo color marrón claro a oscuro, producto de la oxidación de fenoles presentes en el fruto, hasta su transformación en melanina. La pigmentación oscura en diferentes órganos de los hospederos es consecuencia de la formación de melanina, característica reportada por Clotilde Jauch (1988) y Roncal (2004).

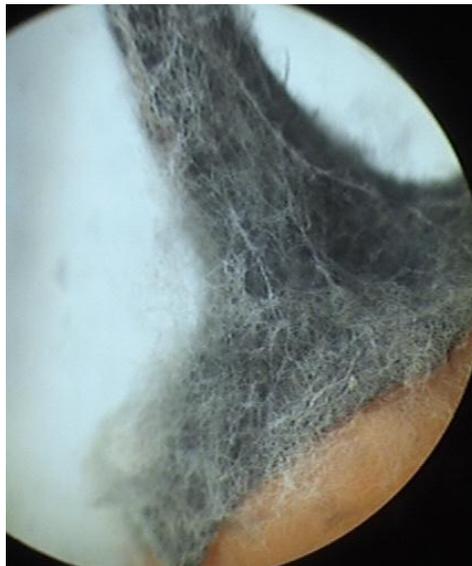


**Fig.7.** Signo y síntoma de deshidratación en rocoto (*Capsicum pubescens*) causado por *Fusarium* sp.

#### 4.7.2. Síntomas en frutos post cosecha del género *Capsicum* generado por *Cladosporium* sp.

Se muestran en forma localizada en la superficie del fruto, las lesiones producto del crecimiento del hongo, son circulares algo húmedas, en el centro de la lesión desarrolla el moho, primero de color blanco y luego gris claro, producto de la maduración de los conidios. Este hongo desarrolla mayormente en la zona peduncular. Si los frutos están muy maduros pueden penetrar por los tejidos del pedúnculo y provoca podredumbre seca del eje central. Los cromoplastos caroteno, creemos tenga comportamiento antagónico a los fitopatógenos comunes de hongos post cosecha.

El síntoma es una podredumbre seca, firme y flexible que afecta principalmente a la zona peduncular. La zona atacada por el hongo, se oscurece rápidamente, las causas que favorecen su desarrollo son golpes, rozaduras, lesiones, lesiones producidas en los frutos por insectos y ácaros o manipulación.



**Fig .8.** Micelio de *Cladosporium* sp., en fruto de rocoto (*Capsicum pubescens*)

#### 4.7.3. Síntomas en frutos post cosecha del género *Capsicum* generado por *Alternaria* sp.

Esta enfermedad, tienen el aspecto de manchas de un color que va de café a negro, aplanadas o hundidas, de forma circular o irregular. Las manchas tienen una consistencia correosa la cual se halla cubierta por una capa aterciopelada y de color negro constituida por esporas e hifas del hongo que cubre la mayor parte del fruto. Como lo manifiesta por Agrios (1996). Una pequeña lesión en el fruto que aparece sobre la superficie puede indicar una distribución extensa de la infección en la parte interna y en las distintas zonas del fruto, las esporas de este patógeno que han germinado penetran los tejidos del fruto directamente a través de la epidermis por efecto de la presión que ejerce el apresorio sobre la misma o a través de heridas, magulladuras o aberturas naturales.



**Fig.9.** Infección de *Alternaria* sp. en fruto de Aji escabeche ( *Capsicum baccatum*)

#### 4.7.4. Síntomas en frutos post cosecha del género *Capsicum* generado por *Penicillium* sp.

Las pudriciones causada por *Penicillium* al principio tienen el aspecto de manchas blandas, aguanosas, ligeramente decoloradas y de tamaño variable, las cuales pueden aparecer en cualquier parte del fruto. Estas manchas son superficiales al principio, pero que al transcurso de los días se hundén, a temperatura ambiente, gran parte del fruto o

todo él se descompone en tan solo unos cuantos días. El hongo penetra en los tejidos de su hospedante a través de aberturas, heridas o magulladuras y aberturas naturales.

Los frutos en proceso de descomposición huelen a humedad y, condiciones secas, pueden contraerse y transformarse en una momia mientras en condiciones húmedas cuando los hongos y levaduras secundarias entran también en ellos, se reduce a una masa blanda y húmeda. Como lo manifiesta Agrios (1996)



**Fig.10** Síntoma inicial y signo de *Penicillium digitatum* en fruto de pimiento (*Capsicum annumm*).

#### **4.7.5. Síntomas en frutos post cosecha del género *Capsicum* generado por *Rhizopus stolonifer*.**

Las zonas infectadas de los frutos se puede ver como si estuvieran embebidas en agua y son muy blandas al tacto, aun cuando la epidermis de los tejidos que han sido infectados se mantenga intacta, el órgano carnoso afectado pierde humedad gradualmente hasta que se arruga y momifica. En poco tiempo, las hifas del hongo crecen hacia la superficie del fruto a través de heridas por donde ingresa el hongo y cubren las zonas afectadas, las mismas producen grupos de esporangiósforos filamentosos de color gris que forman esporangios negros en sus extremos. Como lo manifiesta Agrios (1996). El hongo se extiende hasta la superficie de las porciones sanas de los frutos afectados cuando se humedecen con los exudados líquidos e incluso hasta la superficie de los recipientes donde se almacenaron los frutos y queda materia orgánica que es aprovechada por el hongo para iniciar su crecimiento.

Los tejidos afectados al principio desprenden un aroma ligeramente agradable, pero en poco tiempo las levaduras y bacterias que se depositan en ellos hacen que desprendan un aroma a rancio. El micelio de este hongo crece intercelularmente, emerge a través de las heridas en el fruto o desgarros posteriores de la epidermis y produce esporangióforos, esporangios, estolones y rizoides, siendo estos últimos los que perforan la epidermis ablandada del fruto. El inicio de una infección y la invasión de los tejidos por el hongo dependen considerablemente de la temperatura, humedad y maduración de los tejidos. Como lo manifiesta. Agrios (1996).



Fig 11. *Rhizopus stolonifer*, en la base del pedúnculo del fruto de ají limo (*Capsicum chinense*)

## CÁPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los frutos del género *Capsicum*, en los mercados de la ciudad de Cajamarca muestran susceptibilidad a diferentes especies de hongos. El rocoto (*Capsicum pubescens*) y ají escabeche (*Capsicum baccatum*) son afectados por *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp. y *Alternaria* sp.; en pimiento (*Capsicum annuum*) prospera *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *Fusarium* sp. *Cladosporium* sp. y *Rhizopus stolonifer* y en frutos de ají limo (*Capsicum chinense*) prosperan *Fusarium* sp., *Rhizopus stolonifer* y *Cladosporium* sp.

No se encontró infección por bacterias

## CAPITULO VI

### RESUMEN

**Chávez Cuchca Jhoana Esther y M. S. Roncal Ordóñez. 2015.** Identificación de fitopatógenos fungosos y bacterianos en frutos de cuatro especies del Género *Capsicum* al estado postcosecha. Tesis Ingeniero Agronomo - Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cajamarca.

Los frutos del género *Capsicum*, para los peruanos y especialmente para los cajamarquinos son indispensables en la dieta diaria; a pesar que las condiciones de expendio no son asépticas, se comercializan; de éstos, algunos llevan consigo infecciones causadas fitopatógenos de diferente etiología. Este problema condujo a realizar la presente investigación; cuyo objetivo fue la identificación de hongos y bacterias que prosperan en forma natural en frutos post cosecha. Los frutos de rocoto (*Capsicum pubescens*) de color rojo y ají escabeche (*Capsicum baccatum*) de color naranja, mayormente son afectados por *Fusarium* sp., *Alternaria* sp. y *Cladosporium* sp; los frutos de pimiento (*Capsicum annuum*) de color rojo, muestran susceptibilidad al ataque de *Penicillium digitatum*, *P. italicum*, *Fusarium* sp. *Cladosporium* sp. y *Rhizopus stolonifer* y el ají limo (*Capsicum chinense*) de color rojo y naranja son dañados por *Fusarium* sp., *Rhizopus stolonifer* y *Cladosporium* sp.

## CAPITULO VII

### LITERATURA CONSULTADA

**Abecia, Soria. 2011.** Micotoxinas en los alimentos.

**Agrios, G.N. 1996.** Fitopatología. 2 edición. Editorial Limusa, S.A. Mexico. 830 p.

**Alexopoulos, C. J. 1962.** Introducción a la micología. Segunda reimpresión. Editorial EUDEBA. Editorial Universitaria de Buenos Aires. 615 pág.

**Alexopoulos y Mims, 1979.** Introductory Mycology. Third edition. John Wiley & Sons. New York Chichester Brisbane Toronto. 632 p.

**Atoche, Villanueva y Roncal, 1999.** Razas fisiológicas de *Rhizopus stolonifer* (Ehr. Ex. Fr.) Linder. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca.

**Barnett, H. L 1960.** Illustrated genera of imperfect fungus. second edition. Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology. West Virginia University. Morgantown, West Virginia. 215 pág.

**Barnett, H. L. & B.B. Hunter, 1998.** Illustrated genera of imperfect fungus. Fourth edition. APS PRESS. The American Phytopathological Society St. Paul, Minesota. 218 pág.

**Bauzar, R. 2007.** Las micotoxinas, una amenaza constante en la alimentación animal. IX Encuentro de nutrición y producción en animales monogástricos. Montevideo-Uruguay.

**Caceres , E.1980.** Producción de hortalizas. 3 edición .San Jose Costa Rica. Edit. II C.A.387 p.

**Calzada, J.B.1980.143.** Frutales nativos Primera edicion . Fundador de programa frutales nativos de la UNALM.(1962). 320P

**Cano Alvarado M.F.1998.** El cultivo de chile. Capsicum spp. Potencial exportable de chile en fresco de una zona libre de plagas.mfcanoal @ starnet.net,gt

**Corrales,N.1980.**”E cultivo de aji en el Peru” Estación experimental de agricultura. La Molina.

**Carrillo, L. 1995.**Los Hongos de los Alimentos y Forrajes. *Genus Aspergillus*: 44-60; *Genus Penicillium*: 61-69; *Genus Alternaria*: 81- 86.p

**Castillo,T.J. 1997.**Micología General. Primera edición. Editorial limusa. Mexico. 216p.

**Diaz, G.2005.Micotoxinas** y mico toxinas de importancia en la salud humana en Colombia. Memorias IX Congreso Nacional de avicultura. Federación Nacional de Avicultura. Caracas Mayo.11-14.

**Diaz , M. y M. Roncal.2004.** Identificación de las principales enfermedades de alcachofa (*Cynara Scolymus L.*). En Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca. 38p.

**FAO. 1991.** Alimentación y nutrición .Manual para el control de calidad de los alimentos . Capacitación en análisis de mico toxinas. 144 p.

**FAO. 2003.** Manual sobre la aplicación de análisis de peligro de puntos críticos de control (APPCC) en la prevención y control del mico toxinas. Estudio FAO alimentos y nutrición .N° 73-132 p.

**FAO.2005.** Reglamentos a nivel mundial para el mico toxinas en los alimentos y en las raciones en el año 2003. Estudio FAO Alimentos y nutrición. N° 81 Roma .Italia.

**Ferrato, J y Firpo I.2010.** Cátedra sistemas de cultivos intensivos Area.Horticultura.

Publicación cuatrimestral de la Facultad de Ciencias Agrarias UNR.

**Gallardo, C. E. y M. S. Roncal, 1994.** Principales enfermedades fungosas de oca (*Oxalis tuberosa*), en cuatro comunidades de Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de cajamarca.

**García G.S, Ortega M. J. 1995.** La capsina , el principio pungente del chile; su naturaleza, absorción, metabolismo y efectos farmacológicos. *Ciencia*.46,82,102.

<http://www.Infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm>.

**Hakoishi, G.R.2000.** Control de hongos en granos almacenados .En granos postcosecha. Latinoamericano. Año VI. N°XXIII. P 78.

**Lopez, M. 1998.** Evaluación de cultivares de ají del genero *Capsicum* en dos épocas de siembra bajo condiciones de costa central. Tesis para obtener el título de Mg. Sc. En Agronomía. UNALM. Lima- Peru.

**Nuez,F.1996.**El cultivo de pimiento, chiles y ajies. Edit. Mundi -prensa. España.

**MacNab A. A., Sherf A. F. & J. K. Springer. 1994.** Identifying Diseases of Vegetables. Published by the Penn State. College of Agricultural Sciences. University Park, Pennsylvania. The Pennsylvania State University.61 pág.

**Martines, A.1993.** Descontaminacion de maíz , contaminado con aflatoxinas por el proceso de amoniaco. *Acta . Cient. Ven.*44 (supl) 308.

**Mazzani, C. 1998.** Hongos asociados a granos de sorgo almacenados y su control con propianato de amonio en el laboratorio.Fisipol. Venezuela.

**Osuna,O.1989.** Control de las micotoxinas en el campo avícola ." Curso de actualización sobre micotoxinas Aviar. ANECA-Mexico p 82-89.

**Pavón, M.; González, I; De Santos, M.; García, T. 2012.** Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas (en línea). Madrid. ES. Consultado el 12 nov. 2014. Disponible en <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2012.27.6.6017>

**Rodriguez, W. C. y M. S. Roncal, 1996.** Control natural de la pudrición café del melocotonero (*Prunus pérsica* (L.) Batsch), con extractos vegetales. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca.

**Romero, S. 1988.** Hongos fitopatógenos. 1ra edición. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección del Patronato Universitario. A. C. 347 pág.

**Roncal, M.S. 1995.** Mohos post cosecha en frutos suculento, facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. Universidad Nacional de Cajamarca.

**Roncal, M.S. 2000.** Hortalizas andinas, apuntes sin publicar.

**Roncal, M.S. 2004.** Principios de Fitopatología Andina .1 edición, edit. Grafica Bracamonte . Lima- Perú.. 420p.

**Roncal, M.S.** Taxonomía de hongos Fito patógenos comunes. 1 edición. Editorial Obispo Martinez Compañon. 372 p.

**Rotem, B. J. 1994.** The Genus *Alternaria*. Biology, Epidemiology and Pathogenicity. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota. 326 pág.

**Santurio, J. 2003.** Cuidados con la calidad de cereals: hongos y micotoxinas. APOSDRANA. Año XVI. N°83. Volumen 3. P 49-52.

**Sumner, D. R. 1999.** Diseases of bulbs caused by fungi. Black Mold. Compendium of Onion and Garlic Diseases. APS PRESS. The American Phytopathological Society. 54 pág.

**Shurtleff, M. C. et al. 1980.** Compendio de enfermedades del maíz. 1ra. Edición , editorial Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires Argentina. 102 pág.

**Velasco, F. 1971.** “Recolección y descripción de muestras de género *Capsicum* en la provincia de Satipo (Junin) y San Miguel (Cajamarca) UNA.

**Villanueva, O. y M. S. Roncal, 1989.** Cuadro clínico de la pudrición blanda en camote (*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Cajamarca.

**Webster, J. 1986.** Introduction to Fungi. Second Edition. Cambridge University Press.  
669 pág

## ANEXO

### Clave de identificación de *Fusarium* sp. según Barnett (1960)

**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

muchas conidias *Fusarium*

(**Barnett 1960**)

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

**A2:** Micelio no cenocítico con frecuentes septas; conidia normalmente presente, excepto algunos géneros.....**Hongos imperfectos**

**B1:** Conidias y conidióforo n producidos dentro de un picnidio o acérvulo .....**Moniliales**

**C2:** Conidias no enrolladas.

**D2:** Conidióforos y conidias conteniendo pigmentación oscura, conidióforos no unidos dentro del esprodoquio o sinema.

.....**Dematiaceae**

**E2:** Conidia generalmente con dos células.

**F1:** Conidia catenulada.

**G2:** Conidias en cadenas frecuentemente, ramificadas; septo no gruesa.

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

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

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

**B1:** Conidias y conidioforos no producidas en dentro de picnidios o acérvulo

..... **Moniliales**

**C2:** Conidio no enrollada.

**D2:** Conidioforos o conidias conteniendo pigmentación oscura,

Conidioforos no unidos dentro de esporodoquio o sinema

..... **Dematiaceae**

**E4:** Conidio con células diferentes, multiformes, dyctyosporaus,

o cuatro células en forma de cruz.

**F1:** conidia catenulada.

**G2:** conidias que se diferencia del conidioforo con altura,

delgada..... ***Alternaria***

**Caracterización morfológica de *Penicillium* según ( Barnett H. 1960)**

**A2:** Micelio no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presenta conidias, excepto algunos géneros .....(**Hongos imperfectos**)

**B1:** Conidia y conidióforos, no producidos dentro de picnidio o acérvulo  
.....(**Moniliales**)

**C2:** Conidia no enrollada.

**D1:** Conidia y conidióforo presentes, hialinos brillantemente  
Coloreadas, conidióforos no unidos en esporodoquio o  
sinema.....(**Moniliaceae**)

**E1:** Conidia con una célula globosa, pequeño cilíndrico.

**F2:** Conidioforos presentes, aunque a veces cortos.

**G2:** Conidioforos ramificados y distinto de la conidia

**H2:** Conidioforos comúnmente ramificados, a veces  
simples, como presenta fialides que pueden  
formar grupos.

**I1:** Conidia catenulada.

**J2:** Las células fértiles no están presentes en  
estructuras.

**K1:** Conidias originadas sobre fialides  
en cadena.

**L2:** Conidióforos agrupados,  
conidia usual en cadena, libres  
o separadas

**M1:** Fialides en grupos semejante a brochas no divergentes, no cónico.

**N2:** Conidias globosa elipsoide no truncadas la base.....(*Penicillium*)

### Caracterización morfológica de *Rhizopus stolonifer*

Micelio verdadero bien desarrollado, con hifas cenocíticas.....**Zygomycetes**

Presenta septos cuando el micelio envejece.

Micelio algodonoso hirsuto, conformado por hifas gruesas no tabicadas.

Microorganismo aerobio facultativo, tiene comportamiento saprofito.

Presenta zigosporas o estructuras de descanso.....**Zygomycetes**

Esporas multiformes.

Esporas formadas entre la columela y la pared del esporangio.

Zigosporas germinan un esporangióforo simple con esporangio apical.

Esporangióforo simple que emerge de la base.

Esporasngióforos con rizoides y estolones en la base.....**Mucorales**

Esporangióforos presentan en su extremo apical una estructura globosa llamada columela.

Esporangios esféricos dispuestos en la porción apical del esporangióforo

.....***Rhizopus***

## GLOSARIO

**Aflatoxinas.**- Es un veneno producido por ciertos hongos dentro o encima de los alimentos .

**Aislamiento.** Separación de un patógeno a partir de su hospedante y su cultivo en un medio nutritivo.

**Aplanospora.** Espora sin movimiento.

**Artrospora.** Espora, producto de la fragmentación de una hifa.

**Basidio.** Estructura en forma de mazo que contiene a las basidiosporas.

**Basidiospora.** Espora producida de manera sexual y localizada sobre un basidio.

**Cepa.** Progenie de un solo aislamiento en un cultivo puro; aislado; grupo de aislados similares; una raza. En los virus de las plantas, es un grupo de aislados virales que comparten en común la mayoría de sus antígenos.

**Cariogamia.** Fusión de dos núcleos de diferente polaridad.

**Catenulado.** Distribución de conidios, esporas o esporangios, formando cadenas.

**Cenocítico.** Hifa sin divisiones transversales.

**Clamidosporas.** Esporas de origen asexual, producidas por algunos hongos y provistas de gruesas paredes celulares que le permiten resistir condiciones ambientales adversas.

**Conidio.** Estructura de reproducción de origen sexual o asexual producida por los hongos.

**Conidióforo.** Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios.

**Desinfectante.** Agente físico o químico que impide la infección de una planta, órgano o tejido.

**Desinfestante.** Agente que destruye o inactiva a los patógenos del ambiente o de la superficie de una planta u órgano, antes de que ocurra la infección.

**Equinulado.** Esporas con ornamentaciones puntiagudas.

**Epidemiología.** Disciplina que estudia el inicio, desarrollo y dispersión de la enfermedad, en particular la influencia del ambiente sobre dichas etapas.

**Esclerocio.** Estructura pseudoparenquimática; producto del agrupamiento desordenado y apretado de hifas. Son multiformes, consistentes de colores oscuros. En esta forma, muchos hongos soportan condiciones adversas, por periodos prolongados de tiempo.

**Esporodoquio.** Fructificación de origen asexual producida por algunos hongos y constituida por masas de conidióforos desarrollados sobre un estroma fungoso.

**Espora.** Unidad reproductiva de los hongos que consta de una a varias células; es análoga a la semilla de las plantas verdes.

**Esporangio.** Estructura protoplasmática, generalmente multicelular, de forma esférica, ovoide o cilíndrica. Puede formar esporas, zoosporas o germinar directamente un tubo de germinación.

**Estroma.** Es una masa de hifas vegetativas que forman un pseudotejido fungoso.

**Fiálide.** Estructura fungal pequeña en forma de botella, producto de la ramificación de algunos conidióforos. Tiene comportamiento de célula conidiogénica, debido a que en su interior se forman conidios que son expulsados en su oportunidad.

**Filamento.** Estructura delgada, flexible, similar a un hilo.

**Filiforme.** Parecido a un hilo.

**Floema.** Tejido vascular compuesto generalmente por los tubos cribosos, las células acompañantes y el parénquima que conduce los compuestos alimenticios elaborados.

**Gametangio.** Estructuras que contienen gametos. Los anteridios contienen anterozooides y los oogonios oosferas.

**Haustorio.** Modificación del micelio producida por algunos hongos con el objetivo de extraer desde las células hospedadoras los nutrientes requeridos para el crecimiento y desarrollo del hongo.

**Hialino.** Carente de coloración, transparente.

**Hidátodos.** Estructuras con una o más aberturas que eliminan el agua del interior de la hoja hasta su superficie.

**Hifa.** Ramificación simple de un micelio.

**Hiperplasia.** Crecimiento excesivo de una planta debido a un aumento en la división celular.

**Hipertrofia.** Crecimiento excesivo de una planta debido a un alargamiento celular anormal.

**Hipocotilo.** Parte del embrión vegetal o de la plántula que se encuentra por debajo del cotiledón.

**Infección.** Establecimiento de un parásito dentro de una planta hospedante.

**Inoculo.** Es el organismo patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección.

**In vitro.** En cultivo, fuera del hospedante.

**Melanina.** Pigmento oscuro a negro.

**Mesófilo.** Tejido central de la hoja interna y no vascular que está constituido por tejido mesofílico esponjoso en empalizada.

**Meiosis.** Reducción cromosómica de  $2n$  a  $n$ .

**Micelio.** Conjunto de finos tubos o hifas que caracterizan a la gran mayoría de hongos.

**Micelio cenocítico.**-Cuando las hifas no presentan septas, el micelio es denominado

Cenocítico o no tabicado

**Micelio no cenocítico.**- cuando presenta septas el micelio se dice que es tabicado.

**Micotoxinas.**-son sustancias venenosas producidas por algunos hongos que se encuentran mayormente en las siembras de cereales y oleaginosas, frutas secas mal almacenadas.

**Mosaico.** Síntoma de enfermedad, generalmente causado por un virus, que consiste en la coloración foliar no uniforme, con el entremezclado más o menos distintivo de parches de coloración normal, verde claro y amarillo; tipo de moteado.

**Moteado.** Síntoma de enfermedad que consiste en el desarrollo de zonas claras y oscuras; patrón foliar irregular

**Muriforme.** Que posee una pared con células similares a ladrillos, con septas tanto

**Toxinas.**-sustancias extremadamente venenosas que actúan a muy bajas concentraciones.

