ESTADOS QUIESCENTES DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN RAMAS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) CULTIVAR AZÚCAR, EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA (MAGDALENA, COLOMBIA)

Sulmeris Serrano Olivo

Yulieth Paola González Cantillo

Universidad Magdalena

Facultad de Ingeniería

Programa Ingeniería Agronómica

Santa Marta, Colombia

2019

ESTADOS QUIESCENTES DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN RAMAS DE MANGO (*Mangifera indica* L.) CULTIVAR AZÚCAR, EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA (MAGDALENA, COLOMBIA)

Sulmeris Serrano Olivo

Yulieth Paola González Cantillo

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Agrónomo.

Director (a):

PhD (c) **Alberto Rafael Páez Redondo**

Línea de Investigación:

Manejo agro sostenible de cultivos tropicales y sanidad Vegetal

Grupo de Investigación:

Fitotecnia del trópico

Universidad del Magdalena

Facultad, de Ingeniería

Programa Ingeniería Agronómica

Santa Marta, Colombia

2019

Nota de aceptación:

Aprobado por el Consejo de Programa en cumplimiento de los requisitos exigidos por el Acuerdo Superior N° 11 de 2017 y Acuerdo Académico N° 41 de 2017 para optar al título de (Ingeniero Agrónomo)

_____

Jurado

_____

Jurado

Santa Marta, ____ de ____de _____

(Dedicatoria o lema)

A Dios

Por ser el pilar de nuestras vidas, por darnos la vida, salud y sabiduría.

A nuestros padres.

Belinda Cantillo *y* ***Carlos González****;* ***Jacqueline Olivo*** *y* ***Jesús Serrano****, Que sin el apoyo moral y económico de ellos no hubiese sido posible iniciar y culminar una meta más en nuestra vida profesional; por su tiempo, experiencias, conocimientos y consejos compartidos, pero sobre todo por su amor y confianza en nosotras.*

A nuestros maestros*.*

Por su esfuerzo, conocimiento, dedicación e instrucción académica no hubiésemos alcanzado este nivel, gracias a su apoyo y paciencia en esta etapa académica.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, damos gracias a Dios por dirigir nuestras vidas, por darnos sabiduría, entendimiento y tenacidad para culminar una etapa más en nuestra vida profesional.

De manera especial agradecemos a nuestro director profesor Alberto Rafael Páez Redondo por confiar en nuestras capacidades y compartir con nosotras sus conocimientos, apoyarnos e instruirnos en este proyecto, por su paciencia y tiempo.

Gracias a los docentes que contribuyeron en nuestra formación, en especial al profesor Gabriel consuegra, Leda Mendoza, Nelson Piraneque, Paula Sepúlveda, Irma Quintero, Eduino Carbonó; y al ingeniero Gian Celedón por su disposición y paciencia en el desarrollo de este proyecto.

Y por último, pero no menos importante al profesor Andrés Quintero, quien nos apoyó e instruyó en esta etapa, brindándonos tiempo y dedicación cuando fue necesario.

RESUMEN

Muchos hongos fitopatógenos permanecen quiescentes, y cambian a infectivo o patogénico cuando las condiciones ambientales y del hospedante son apropiadas para su activación y desarrollo. En mango, se reportan varios patógenos con quiescencia, especialmente en frutos y hojas; sin embargo, en el cultivar Azúcar y bajo condiciones de las zonas de producción del Magdalena, se desconoce tal situación, específicamente en ramas, el cual ha sido un órgano poco estudiado. Por lo anterior, se realizó el siguiente estudio para detectar que hongos fitopatógenos presentan quiescencia en ramas, considerando que, problemas como secamientos de árboles y Antracnosis podrían tener como fuente de inóculo este órgano. Fueron evaluadas dos metodologías para inducir infecciones en ramas asintomáticas de los tres crecimientos (inicial, medio y terminal), de los estratos bajo, medio y alto de árboles escogidos al azar, bajo un diseño estadístico anidado con un factor cruzado, con tres repeticiones. Los tratamientos fueron: TI- inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5%, y TII- almacenamiento a 6°C/7 días, e incubación a temperatura ambiente. Se evaluó el número de lesiones (NL), Área de las lesiones (AL), número de géneros aislados (NGA), y número de aislamiento por microorganismo (NAM). Se aislaron los géneros *Aspergillus niger*, *Curvularia*, *Alternaria*, *Lasiodiplodia*, *Penicillium, Cladosporium* y *Fusarium*, y algunos no esporulados; aunque no hubo diferencias estadísticamente significativa en el NGA para las secciones de ramas y estratos, el mayor número fue registrado en la sección inicial de la rama en el estrato bajo del árbol con un promedio de 2,44 géneros aislados; para el NAM se observaron diferencias estadísticamente significativa ($p<0,05$), siendo *Aspergillus niger* el de mayor número de aislamientos, con un promedio de 1,31; algunos de estos géneros son patógenos en campo y/o poscosecha en mango. Se evidencio diferencias estadísticamente significativas entre los dos tratamientos en las distintas variables analizadas; el mayor NL, AL y NGA se registró para TII, con valores promedios de 0,4 lesiones, 20,85 mm^2 y 2,28 géneros aislados, respectivamente. Se concluyó que el género *Aspergillus niger* tuvo mayor porcentaje de ocurrencia en los tres estratos, considerando que este es un microrganismo con comportamiento saprofito; la mayor frecuencia de *Lasiodiplodia* se registró en el estrato bajo, y en *Alternaria* no hubo diferencias entre los estratos. El choque térmico fue eficiente para inducir infecciones en estado quiescente, reduciendo la expresión de contaminantes superficiales.

Palabras claves: Inducción de infecciones, interacción, estratos del árbol, aislamientos, diversidad.

Abstract

Many phytopathogenic fungi remain quiescent, and change to infective or pathogenic when environmental and host conditions are appropriate for their activation and development. In mango, several quiescent pathogens are reported, especially in fruits and leaves; however, in the cultivation of sugar and under the conditions of the Magdalena production zones, this situation is unknown, specifically in branches, which has been a little studied organ. Therefore, the following study was conducted to detect that phytopathogenic fungi present quiescence in branches, considering that problems such as drying of trees and anthracnose could have this organ as a source of inoculum. Two methodologies were evaluated to induce infections in asymptomatic branches of the three growths (initial, middle and terminal), of the low, medium and high strata of trees chosen at random, under a statistical design nested with a crossed factor, with three repetitions. The treatments were: TI- dip in 2.5% sodium hypochlorite, and TII- storage at 6 ° C / 7 days, and incubation at room temperature. The number of lesions (NL), area of lesions (AL), number of isolated genera (NGA), and number of isolation by microorganism (NAM) were evaluated. The genera *Aspergillus niger, Curvularia, Alternaria, Lasiodiplodia, Penicillium, Cladosporium* and *Fusarium* were isolated, and some were not sporulated; although there were no statistically significant differences in the NGA for sections of branches and strata, the largest number was recorded in the initial section of the branch in the low stratum of the tree with an average of 2.44 isolated genera; for NAM, statistically significant differences were observed ($p < 0.05$), with *Aspergillus niger* having the highest number of isolates, with an average of 1.31; some of these genera are pathogenic in the field and / or post-harvest in mango. There were statistically significant differences between the two treatments in the different variables analyzed; the highest NL, AL and NGA were recorded for TII, with average values of 0.4 lesions, 20.85 mm2 and 2.28 isolated genera, respectively. It was concluded that the genus *Aspergillus niger* had a higher percentage of occurrence in the three strata, considering that this is a microorganism with saprophyte behavior; the highest frequency of *Lasiodiplodia* was registered in the low stratum, and in *Alternaria* there were no differences between the strata. The thermal shock was efficient to induce infections in a quiescent state, reducing the expression of surface contaminants.

Keywords: Induction of infections, interaction, strata of the tree, isolations, diversity.

Contenido

AGRADECIMIENTOS 5
RESUMEN 6
Lista de figuras 10
Lista de tablas 12
1.Hongos potencialmente fitopatógenos, con quiescencia en ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo de árboles de mango cultivar Azúcar 5
1.1. Resumen 5
1.2. Introducción 7
1.3. Materiales y métodos 8
1.3.1. Fase de campo 8
1.3.2. Fase de laboratorio 8
1.3.3. Diseño estadístico experimental 10
1.4. Resultados y Discusión 10
1.4.1. Descripción de los géneros 10
1.4.2. Análisis de la diversidad de hongos quiescentes 18
1.4.3. Número de géneros Aislados y % Ocurrencia 20
1.5. Conclusión 24
1.6. Referencias Bibliográficas 25
2.Expresión de infecciones proveniente de estado quiescente de hongos fitopatógenos, y efecto de métodos de inducción 29
2.1. Resumen 29
2.2. Introducción 31
2.3. Materiales y métodos 32
2.3.1. Fase de campo 32
2.3.2. Fase de laboratorio 32
2.3.3. Diseño estadístico experimental 34
2.4. Resultados y discusión 34
2.4.1. Descripción de las lesiones 34
2.4.2. Número de géneros aislados y ocurrencia (%) 36
2.4.3. Número de aislamientos por género 39

2.4.4. Número de lesiones 39
2.4.5. Área de lesiones 40
2.5. Conclusión 43
2.6. Referencias Bibliográficas 44
Conclusiones 48
Bibliografía 49

Lista de figuras

Figura 1.1. Procedimiento para inducción de infecciones a partir de estados quiescentes. a) Secado de las muestras (fragmentos de ramas); b) Cámara húmeda en recipiente plástico; c) Cámara húmeda en cajas de Petri; d) Incubación en temperatura ambiente; e) Incubación a 6ºC/7dias. 10
Figura 1.2. Microorganismos encontrados: a) y b) Cabeza y vesícula globosa de *Aspergillus niger* (100x) c) y d) conidias en forma oval oblonga con septos transversales y longitudinales de *Alternaria* (100x, 40x, respectivamente) e) conidios elipsoidal u oval de *Cladosporium* (100x). h) hifas septadas con cadenas ramificadas de conidios de *Cladosporium* (40x) y f) conidios hialinos de *Lasiodiplodia* (100x) de forma cilíndrica con cicatriz por la unión entre ellos g) Conidios en forma de media luna de *Fusarium* (100x) i) Conidios de *Penicillium* (100x) en forma cilíndrica formando una estructura parecida a una escobilla j) conidios de *Curvularia* (100x) en forma elipsoidal con septos transversales..... 11
Figura 1.3. *Aspergillus niger*: a) hifas septadas, y abundantes conidios redondo (40X) b), c) y d) cabeza y vesícula globosa o hemisférica rodeada de fiálides con abundantes conidios redondos de color negro (100X). 12
Figura 1.4. *Curvularia* sp.: a) Hifas septadas a 10X; b) Conidios elipsoidales con septos transversales (100x); c) conidios en 40x. 13
Figura 1.5. *Fusarium* sp.: a) Crecimiento de colonias en medio de cultivo PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC; b) y c) Conidios de *Fusarium* en forma de media luna septados en 100x. 14
Figura 1.6. *Lasiodiplodia* sp.,: a) Conidios elipsoidales a 40X, b) conidios a 40X y c) Tamaño de los conidios (10,15 µm a 15,27 µm) a 100X; d) crecimientos de la colonia en PDA a 72 horas de sembrado a 24ºC. 15
Figura 1.7. *Alternaria* sp., a) Crecimiento de las colonias en PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC; b) y c) Conidias en forma de granada, oval oblonga, con septos transversal y longitudinal a 100X (b) y 40X (c). 16
Figura 1.8. *Cladosporium* sp., a) Conidios ovales hialinos a 100X; b) Ramificación de conidios e hifas finas a 40X; c) crecimiento de *Cladosporium* sp. En PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC (Crecimiento blanco). 17
Figura 1.9. *Penicillium* sp a) y b) Conidios dispuestos de forma ramificada parecido a una escobilla observado a 40X (a) y 100X (b) 17
Figura 1.10. Número de géneros aislados (NGA) por Estrato-sección (Izquierda), Número de géneros aislados por Estrato. 21
Figura 1.11. Numero de aislamientos por microorganismos (izquierda); porcentaje de ocurrencia (%OC) por microorganismo (derecha)..... 23
Figura 1.12. Porcentaje de ocurrencia (%OC) por microorganismo en cada estrato-sección 23

Figura 2.1. Procedimiento: a) Secado de las muestras; b) Cámara húmeda en recipiente plástico; c) Cámara húmeda en cajas de Petri; d) Incubación en temperatura ambiente; e) Incubación a 6°C 34
Figura 2.2. a) Punto inicial del estrato medio; b). Lesiones color café oscuro c). Halo Verde oliva sobre puntos de las ramas, d) Crecimiento micelial..... 35
Figura 2.3. Numero de géneros aislados por tratamiento, TI (Hipoclorito de sodio al 2,5%) y TII (Frio 6°C/7dias)..... 37
Figura 2.4. Porcentaje de ocurrencia (% OC) de microorganismo por estrato-sección en el tratamiento I (Hipoclorito de sodio 2,5 %). 38
Figura 2.5. Porcentaje de ocurrencia (% oc) de microorganismo por estrato-sección en el tratamiento II (Frio 6ºC). 38
Figura 2.6. Comparación del porcentaje de ocurrencia (% OC) de los microorganismos con los dos tratamientos (TI y TII). 38
Figura 2.7. . Numero de lesiones encontradas por tratamiento (TI y TII) (Izquierda), Numero de lesiones encontradas por estrato-sección (derecha). 40
Figura 2.8. Área de lesión (mm2)/ tratamiento (izquierda), Área de las lesiones (mm2) en cada estrato sección (derecha)..... 41

Lista de tablas

Tabla 1.1.Indices de diversidad de los microorganismos encontrados en arboles de mango cv. Azúcar. 19
Tabla 1.2. Índices de diversidad de los microorganismos encontrados por estrato-sección en el huerto de mango 19
Tabla 1.3. Comparación múltiple para Número de géneros por estrato. Mediante el método LSD de Fisher (p<0,05). 20
Tabla 1.4 Comparaciones Múltiples para Número de Aislamiento por Microorganismo, mediante el método LSD de Fisher (p<0,05). 22
Tabla 2.1. Comparaciones Múltiples para Numero de géneros por Tratamiento, TI (Hipoclorito de Sodio 2,5%), TII (Frio 6°C/días). 36
Tabla 2.2. Comparaciones Múltiples para NA por Tratamiento 39
Tabla 2.3. Comparaciones Múltiples para N de lesiones por Tratamiento 39
Tabla 2.4. Comparaciones Múltiples para Área mm2 por Tratamiento 40

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) de la familia Anacardiácea, es una de las frutas más importantes en el mundo, después del plátano y la piña tropical (Galán, 2009); su mayor producción se encuentra específicamente en los departamentos de Tolima, Cundinamarca, y Magdalena según reportes del DANE en el 2016; existen muchas variedades dentro de las cuales se destaca el cultivar Azúcar producida en la región caribe, siendo este el más rentable en el mercado nacional (Alvarado *et al.,* 2012); en el departamento del Magdalena se puede encontrar establecido en Rio Frio, Sevilla, la Ciénaga Grande, el litoral Caribe de Ciénaga, Santa Marta y el piedemonte de la Sierra Nevada desde Bonda y Gaira (Duque *et al.,* 2005)

Esta especie frutícola es afectada por varias enfermedades, especialmente causadas por hongos, que en algunos casos presentan estados quiescentes, el cual es definido como un periodo prolongado de dormancia o quietud en el ciclo de vida del hongo dentro del huésped (Prusky *et al*., 2013; Contreras; 2006, Verhoeff, 1974) y, que después de un tiempo determinado cambia a una forma activa (Rondón, 2001); así mismo, Jarvis (1994) describe las infecciones quiescentes como aquellas infecciones visibles y no visibles establecidas cuando las condiciones fisiológicas y ambientales que rodean al hospedero permiten la penetración del patógeno pero no el crecimiento activo de este. Durante esta etapa el patógeno disminuye su actividad metabólica, y sólo se reactiva cuando se dan condiciones fisiológicas o ambientales favorables, cuando se presentan cambio en la capacidad patogénica del organismo y por una etapa susceptible del hospedante (Verhoeff, 1974; Rondón, 2001), la activación del patógeno está condicionada a cambios fisiológicos en el fruto (Beno y Prusky, 2000), este estado puede ser adquirido durante la germinación, elongación del tubo germinativo, formación del apresorio, penetración y colonización (Swinburne, 1983). Algunos de los hongos que se caracterizan por registrar quiescencia corresponden a especies de los géneros *Aspergillus niger, Fusarium, Penicillium, Curvularia, Alternaria, Cladosporium, Lasiodiplodia* y *Colletotrichum*; estos cuatro últimos son considerados patógenos en el cultivo de mango (Nurul, 2016; Prusky *et al.*, 2013), la quiescencia en *Alternaria* puede deberse a una deficiencia en producción enzimática por parte del hongo para invadir frutas no maduras (Droby *et al.,* 1989)

Según Prusky *et al* (2013), en su investigación "*Quiescent and necrotrophic lifestyle choice during postharvest disease development*", *Colletotrichum* presenta infecciones quiescentes que se expresan en poscosecha sobre frutos de aguacate, mango, papaya, maracuyá, entre otros.

Del mismo modo, *Alternaria alternata,* puede infectar frutos de albaricoque, caqui y mango, manteniéndose latente después de la penetración de la cutícula (Korsten *et al*., 1995), en mango produce la enfermedad conocida como mancha negra que se caracteriza por hendiduras ovales y lesiones de color negro, oscureciendo y ablandando la pulpa a medida que la infección avanza (López-Mora, 2013) y podredumbre o Alternaria rot (Johnson *et al.,* 1991).

Cladosporium sp., y *Lasiodiplodia* sp., ha sido reportado causando infecciones quiescentes en el cultivo de papaya (Amaral, *et al.,* 2017*)*; en mango *Lasiodiplodia* es responsable de pérdidas considerables en poscosecha, debido a su relación con la pudrición pedúncular junto con *Penicillium, Aspergillus niger* y *Rhizopus* (Lins *et al.,* 2011), caracterizada por lesiones de coloración café claro a oscuro en el pedúnculo, que avanza hacia el fruto con presencia de micelio blancos y picnidios en la cáscara (Vivas, 2015); también se asocia con la muerte descendente en mango y otros cultivos, mostrando secamiento en el ápice de la rama que luego se dirige a la base, acompañado de necrosis en los haces vasculares, defoliación y exudados gomosos a medida que evoluciona la enfermedad (Sandoval-Sánchez *et al.,* 2013).

Se ha reportado a *Cladosporium tenuissimum* como agente causal de necrosis de las inflorescencias de mango o Atizonamiento (Noriega *et al.,* 2014), reconocida por la presencia de micelio de color gris oscuro sobre flores, pedicelos y frutos pequeños, los cuales se caen al avanzar la enfermedad (Guillen-Sánchez *et al.,* 2007).

La quiescencia constituye un evento pre infectivo, dentro del ciclo de vida de los hongos fitopatógenos, y es regulada por aspectos del hospedante, del ambiente y del mismo patógeno (Prusky *et al.,* 2013). Dentro de los factores más importantes en la permanencia de este estado se encuentra el pH celular (Yakoby *et al.,* 2000), la síntesis de compuestos

antifungales y de etileno, así como los factores de maduración, clima, acidificación o alcalinización del tejido del huésped (Prusky *et al*, 2001) entre otros. Para que un microorganismo, en esta caso hongo entre en estado de dormancia se es necesario que este desacelere su actividad vital, por lo cual, el patógeno realiza cambios en su metabolismo sintetizando nuevos compuestos tales como, la modificación de la membrana y aparición de protectores de carbohidratos (regalosa, sacarosa y polioles) (Alkan & Fortes, 2015), que sirven como fuente de energía en las etapas iniciales de la germinación (Feofilova, 2003). En cuanto al clima, se plantea que algunos microorganismos sometidos a una temperatura menor a 10°C suspenden el proceso metabólico adquiriendo este estado, y se reactivan cuando las condiciones le son favorables (Huesca-Espitia, 2014). La transición del estado de quiescencia a germinación inicia con la restauración de la permeabilidad de la membrana y los procesos fisiológicos relacionados con la acumulación de sustancias osmóticamente activas, y activación de ATPasa; la activación de la infección quiescente se promueve por la desintoxicación y el transporte de efluentes antifúngicos, seguido de una alcalinización o amonificaciòn del tejido del huésped, y posterior activación de la transcripción de las enzimas degradadoras del hongo (Prusky *et al.,* 2007).

Ante el desconocimiento del papel de la quiescencia en procesos patogénicos en mango, en especial para las zonas de producción de trópico cálido, como son las del departamento del Magdalena, se llevó a cabo este trabajo que tuvo como objetivo identificar los estados quiescentes de hongos potencialmente fitopatógenos, asociados a ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo de árboles de mango cultivar Azúcar, evaluando el efecto de dos metodologías para inducir las infecciones a partir de esos estados quiescentes.

Esta investigación se desarrolló en el Centro de Desarrollo Agrícola y Forestal de la Universidad del Magdalena, Santa Marta (Colombia), en el huerto de mango cultivar Azúcar con una edad aproximada de siete años; esta zona presenta un clima cálido-seco, con lluvias promedios anuales de 573 mm, rangos de temperaturas de 25.3 - 32 °C y humedad relativa de 81,5% (Vázquez *et al.,* 2010).

Para el estudio se realizó la recolección de las muestras en cuatro árboles seleccionados aleatorizadamente sobre un plano, excluyendo los ubicados en camino, bordes y canales. El muestreo se hizo en tres épocas diferentes del año, tomando ramas con desarrollo completo, asintomáticas, de las tres secciones de crecimiento y de los estratos bajo, medio

y alto del árbol; las muestras fueron guardadas en bolsas ziploc® para trasladarlas al laboratorio de Fitopatología de la Universidad del Magdalena. En el laboratorio, se montaron las cámaras húmedas siguiendo dos protocolos:(1) inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% (TI), y (2) tratamiento de frío (6°C) por siete días (TII); ambos propuestos por Páez (2017).

El diseño estadístico que se siguió fue Anidado o jerárquico con un factor cruzado (tratamiento) y se efectuó un análisis de varianza a través de ANOVA; las variables utilizadas fueron número de lesiones (NL), área de la lesión (AL), número de géneros encontrados (NG), número de aislamientos de estos microorganismos (NAM), utilizándose el programa STATGRAPHICS Centurión XVI-versión 16.2.04; además se hallaron los índices de dominancia (D) y diversidad de Simpson (1-D); Shannon_H; Equitabilidad (J), para estudiar la diversidad del área de estudio, los cuales fueron obtenidos mediante el Paquete de software de estadísticas paleontológicas PAST3 (Paleontological Statistics) Version 3.23.

Con este estudio se buscó establecer el potencial de los hongos fitopatógenos con estados quiescentes en ramas, como fuente de inoculo para infecciones posteriores, permitiendo entender la dinámica infectiva de algunas enfermedades de prevalencia actual. A partir de los resultados obtenidos se pueden direccionar nuevas investigaciones y recomendaciones de manejo preventivas de las enfermedades en pre y pos cosecha para mejorar la sostenibilidad productiva y competitiva de este cultivo en los mercados locales e internacionales.

1. Hongos potencialmente fitopatógenos, con quiescencia en ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo de árboles de mango cultivar Azúcar

1.1. Resumen

La quiescencia es una capacidad que tienen algunos hongos Fitopatógenos en su ciclo biológico, es un estado no infectivo y con modificaciones metabólicas, condicionado por cambios en la fenología del hospedante y factores ambientales favorables para el inicio de la infección. Algunas de las enfermedades en mango, están asociadas a este tipo de microorganismo, estudiándose con profundidad a nivel de frutos; sin embargo, el papel de otros órganos como las ramas, es poco conocido. Basado en lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo determinar la presencia de estados quiescentes de hongos potencialmente fitopatógenos en ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo en el cultivar Azúcar. Se tomaron muestras de ramas asintomáticas de los distintos estratos de los árboles, en un cultivo ubicado en Santa Marta-Magdalena, y se colocaron en cámaras húmedas, sometidos a dos tratamientos: TI- inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5%, y TII- almacenamiento a 6°C/7 días. Evaluándose número de géneros (NG), número de aislamiento por microorganismo (NAM) y porcentaje de ocurrencia de cada microorganismo. Se tuvieron en cuenta los índices de Shannon-Wierner (H), de equitatividad de Pielou (J), dominancia (D) y diversidad (D-1) de Simpson. Identificándose 7 géneros de hongos: *Aspergillus niger, Fusarium*, *Penicillium, Curvularia, Alternaria, Cladosporium, Lasiodiploida,* y un crecimiento no esporulado. Estadísticamente ($p<0,05$) no se presentó diferencias entre estratos para NG, aunque en la sección inicial de la rama del estrato alto hubo mayor número de géneros con un total de 2,44; para NAM si hubo diferencias estadísticas significativas, siendo mayor *Aspergillus niger* con una media de 1,3 aislamiento, aunque hay que considerar que este microorganismo generalmente es saprofito. En los índices de diversidad no se encontró una diferencia notoria, entre los estratos y secciones de ramas, a pesar que Aspergillus niger tuvo mayor frecuencia en el estrato medio. Se concluye que los géneros de hongos encontrados en este estudio experimentan estados quiescentes, y que la expresión de estos no dependió del estrato del árbol muestreado ni de la sección de la rama; algunos de ellos se registran como causantes de enfermedades en campo, poscosecha y otros son saprófitos reconocidos; igualmente las infecciones inducidas en ramas se manifestaron en forma de lesiones necróticas alargadas, bajo condiciones ambientales de alta humedad.

Palabras claves: Enfermedad, ciclo biológico, ramas asintomáticas.

Abstract

Quiescence is a capacity that some phytopathogenic fungi have in their biological cycle, it is a non-infective state and with metabolic modifications, conditioned by changes in host phenology and favorable environmental factors for the initiation of infection. Some of the diseases in mango, are associated with this type of microorganism, studying deeply at the level of fruits; however, the role of other organs such as branches is little known. Based on the above, this work aimed to determine the presence of quiescent states of potentially phytopathogenic fungi in branches located in the upper, middle and lower strata in the cultivar Sugar. Samples were taken from asymptomatic branches of the different strata of the trees, in a crop located in Santa Marta-Magdalena, and were placed in humid chambers, subjected to two treatments: TI- immersion in 2.5% sodium hypochlorite, and TII- storage at 6 ° C / 7 days. Assessing the number of genera (NG), isolation number per microorganism (NAM) and percentage of occurrence of each microorganism. The Shannon-Wierner (H), Pielou (J), dominance (D) and diversity (D-1) Simpson indices were taken into account. Identifying 7 genera of fungi: Aspergillus niger, Fusarium, Penicillium, Curvularia, Alternaria, Cladosporium, Lasiodiploida, and a non-sporulated growth. Statistically ($p < 0.05$) there were no differences between strata for NG, although in the initial section of the upper layer stratum there was a greater number of genera with a total of 2.44; for NAM there were significant statistical differences, with Aspergillus niger being higher with an average of 1.3 isolation, although it is necessary to consider that this microorganism is usually saprophyte. In the diversity indices, no notable difference was found between strata and branch sections, although Aspergillus niger was more frequent in the middle stratum. It is concluded that the fungal genera found in this study experience quiescent states, and that the expression of these did not depend on the stratum of the sampled tree nor on the section of the branch; some of them are registered as causes of diseases in the field, post-harvest and others are recognized saprophytes; also the infections induced in branches manifested in the form of elongated necrotic lesions, under environmental conditions of high humidity.

Keywords: Disease, biological cycle, metabolism, asymptomatic branches.

1.2. Introducción

El mango (*Mangifera indica*) es la fruta tropical más producida a nivel mundial, representando el 51% de la producción total de estas según reporte del 2017 de la FAO, siendo el 40% proveniente de la India. Su productividad es afectada, entre otras por enfermedades, como es el caso de la Antracnosis causada por *Colletotrichum* spp. (Páez, 2003), Muerte descendente y Pudrición pedúncular causada por *Lasiodiplodia* sp (Sandoval-Sanchez *et al.,* 2013), Mancha negra en fruto y podredumbre o Alternaria rot causada por *Alternaria* sp., (Ploetz *et al.,* 1998; Johnson *et al.,* 1992), Malformación de las yemas florales por F*usarium s*p., (Espinosa *et al.,* 2007), y otras enfermedades de pos cosecha ocasionadas por algunos microorganismos saprofitos u oportunistas facultativos como *Aspergillus niger, Curvularia* y *Penicillium* (Hernández, 2008).

Muchos hongos tienen la capacidad de permanecer en estado de quiescencia (Amaral *et al.,* 2017), suspendiendo por un periodo su actividad metabólica y patogénica en su hospedero, reactivándose cuando las condiciones fisiológicas y ambientales son favorables (Verhoeff, 1974); este estado lo puede adquirir en cualquiera de las siguientes etapas, germinación, elongación del tubo germinativo, formación del apresorio, penetración y colonización (Swinburne, 1983); en el caso de *Alternaria* (Korsten *et al.,* 1995), una vez que se da la penetración de la capa exterior del tejido, permanece latente hasta que se presenten las condiciones adecuadas para el desarrollo de la infección.

Así mismo, otros hongos tales como los géneros *Aspergillus niger, Penicillium, Fusarium*, *Cladosporium*, y *Lasiodiplodia* presentan mecanismos de quiescencia, como lo reportó Amaral *et al* (2017, en su estudio "*frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya"*.

En el cultivo de mango se presentan enfermedades a partir de estados quiescentes por distintos hongos fitopatógenos, como la Antracnosis causada por *Colletotrichum* spp., Podredumbre de pedúnculo o stem rot atribuida a *Alternaría alternata* (Prusky *et al.*, 2002), mancha negra del fruto producida por *Alternaria* sp. (Korsten *et al.*, 1995); *Lasiodiplodia* causante de la muerte descendente y reportado junto a *Alternaria* como causantes de la podredumbre peduncular (Lins *et al.,* 2011), y *Cladosporium* que causa Atizonamiento o necrosis de la inflorescencia (Noriega *et al.,* 2014).

Las investigaciones en mango, se han centrado en detectar estados quiescentes en hojas y frutos, con algunos patógenos en particular; sin embargo, otros órganos, como las ramas no han sido explorados como potencial fuente de inoculo de muchos de esos fitopatógenos que afectan no sólo ramas, sino también, flores y frutos.

Con base en lo anterior esta investigación tuvo como objetivo determinar la presencia de estados quiescentes de hongos potencialmente fitopatógenos, asociados a ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo de árboles de mango cultivar Azúcar.

1.3. Materiales y métodos

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Desarrollo Agrícola y Forestal (CDAF) de la Universidad del Magdalena y el laboratorio de Fitopatología de esta misma institución, ubicada en Santa Marta, Colombia; esta zona presenta un clima cálido-seco, con lluvias promedios anuales de 573 mm, rangos de temperaturas de 25.3 - 32 °C y humedad relativa de 81,5% (Vásquez *et al.,* 2010).

1.3.1. Fase de campo

Las muestras fueron recolectadas en un huerto de mango cultivar Azúcar de siete años de edad aproximadamente, localizado en el CDAF de la Universidad del Magdalena; se seleccionaron cuatro árboles al azar, descartando los árboles ubicados a orillas de camino, bordes y canales. En cada árbol, se realizó estratificación de la copa, y se definieron tres estratos: bajo, medio y alto; en cada estrato, se identificaron tres puntos alrededor del eje de los árboles ubicados de manera equidistantes entre sí y hacia la parte externa del dosel, constituyendo los sitios de muestreos, es decir se obtuvieron tres repeticiones por estrato. En cada sitio, se muestreó una rama, separando cada sección de crecimiento vegetativo (inicial, medio y terminal. Lo que indica que, de cada árbol, se tomaron 3 repeticiones, de cada una de las 3 secciones de las ramas y en los 3 estratos del árbol. Las muestras fueron guardadas en bolsas ziploc® para trasladarlas al laboratorio de Fitopatología

1.3.2. Fase de laboratorio

A partir de las muestras, se prepararon secciones de ramas de 2 a 6 cm de largo, para ser puestas en las cámaras húmedas, y con ello inducir la expresión de infecciones a partir de estados quiescentes de los microorganismos presentes.

Se evaluaron dos protocolos para la inducción de infecciones a partir de estados quiescentes, lo cual se evidenció con la aparición de síntomas y/o signos en las muestras de ramas. Los tratamientos fueron: TI- inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% y TII- incubación en frío (6°C) por 7 días, y luego incubación a temperatura ambiente del laboratorio (25°c ± 2°c) (choque térmico); estas metodologías son propuestas por (Páez, 2017).

El TI consistió en desinfectar las muestras con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% durante 5 minutos, dejándose secar entre 30 y 45 min, permitiendo que los residuos de solución fueran absorbidos por el tejido vegetal; seguidamente se pasaron por agua

destilada estéril por 5 minutos en dos ocasiones para lavar los excesos superficiales, secándose nuevamente en un tiempo de 30 minutos; se lavaron con alcohol al 70% por 5 minutos y se enjuagaron con agua destilada estéril por 5 minutos en dos ocasiones para lavar el residuo de alcohol, finalizando con un secado de 30 minutos sobre papel kraft. Las muestras se pusieron en cámaras húmedas, las cuales fueron dejadas en el cuarto de incubación a temperatura ambiente (25°c ± 2°c).

El tratamiento (TII) consistió en colocar las muestras en una solución de hipoclorito de sodio al 1% por dos minutos, lavándose con agua destilada estéril por 2 minutos en dos ocasiones, dejándose secar por 30 minuto; luego, se montaron las muestras en las cámaras húmedas, similares al tratamiento anterior, y se colocaron en una nevera 6°C por 7 días. Las cámaras húmedas fueron colocadas a temperatura ambiente durante 48 h o hasta que aparecieran síntomas aproximadamente hasta 7 días (Figura 1.1).

Para el montaje de las cámaras húmedas se utilizaron contenedores plásticos transparentes de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 12 cm de alto, que fueron lavados con detergente y agua, desinfectadas con hipoclorito de sodio (NaCl) al 1% y alcohol al 70%.

Cada pedazo de rama incubado fue identificado con el árbol, estrato, repetición, sección y fecha (A_0 E_0 R_0 S_0); fueron colocados tres muestras por cada combinación de factores. Una vez se colocaron en el cuarto de crecimiento o incubación, se realizaron revisiones a las 48 horas, hasta por 7 días.

De las lesiones evidenciadas en cada muestra, que en su mayoría fueron pequeños chancros, se tomaron fragmentos de tejido afectado y de la zona de avance con la ayuda de un bisturí. Los fragmentos fueron desinfectados de manera convencional, y se sembraron en cajas de Petri con PDA (Papa, Dextrosa, Agar), y se incubaron a temperatura ambiente de laboratorio. Con cultivos de 72 horas, se hicieron placas para la identificación del hongo mediante observaciones en el microscopio, utilizando azul de lactofenol como colorante. En varios casos, ante la ausencia de estructuras reproductivas, se dejaron cultivos hasta por 7 días.

Se cuantificó el número de géneros identificados (NG), número de aislamientos por género (NAM). Con los datos obtenidos, se calculó la frecuencia o porcentaje de ocurrencia (%OC) mediante la fórmula:

$$\%OC = \left(\frac{No\ de\ muestras\ con\ el\ hongo}{No\ total\ de\ muestras}\right) * 100$$

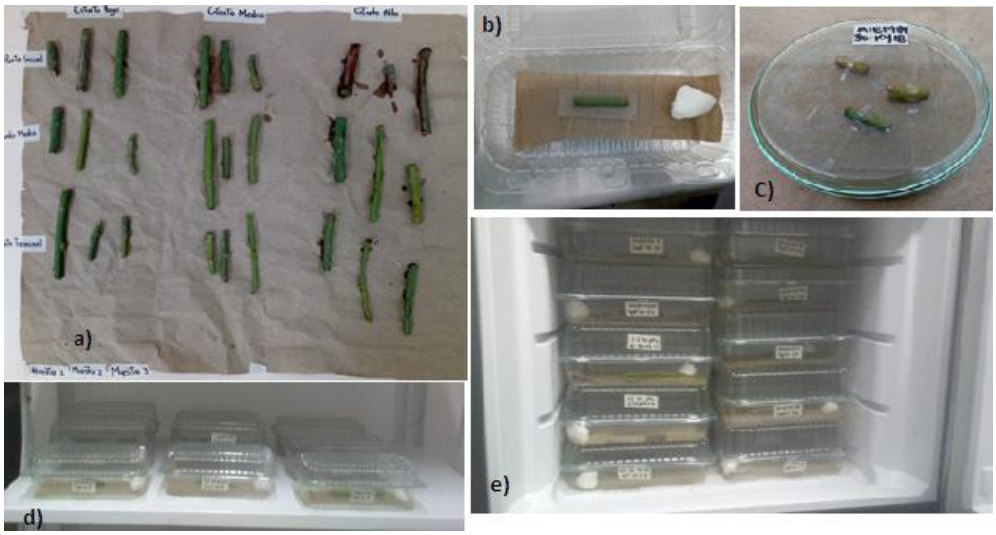


Figura 1.1. Procedimiento para inducción de infecciones a partir de estados quiescentes. a) Secado de las muestras (fragmentos de ramas); b) Cámara húmeda en recipiente plástico; c) Cámara húmeda en cajas de Petri; d) Incubación en temperatura ambiente; e) Incubación a 6ºC/7dias.

Se hizo análisis de la diversidad, mediante los índices de Shannon-Wierner (H), de equitatividad de Pielou (J), dominancia (D) y diversidad (D-1) de Simpson, utilizando el Paquete de software de estadísticas paleontológicas PAST3 (Paleontological Statistics) Version 3.23.

1.3.3. Diseño estadístico experimental

Para el análisis estadístico se empleó el diseño anidado o jerárquico, evaluando un factorial de 3 muestreo x 2 tratamientos x 3 estratos, con 3 secciones, con 4 repeticiones para un total de 216 unidades experimentales y se efectuó un análisis varianza a través de ANOVA en el programa STATGRAPHICS Centurión XVI-versión 16.2.04; evaluando número de géneros (NG) y numero de aislamiento por microorganismo (NAM) por estrato-sección.

1.4. Resultados y Discusión

1.4.1. Descripción de los géneros

A partir de las ramas muestreadas se encontraron 7 géneros de hongos, *Aspergillus niger*, *Fusarium, Curvularia, Penicillium, Cladosporium, Alternaria, Lasiodiplodia* (Figura 1.2), y un crecimiento micelial sin esporular.

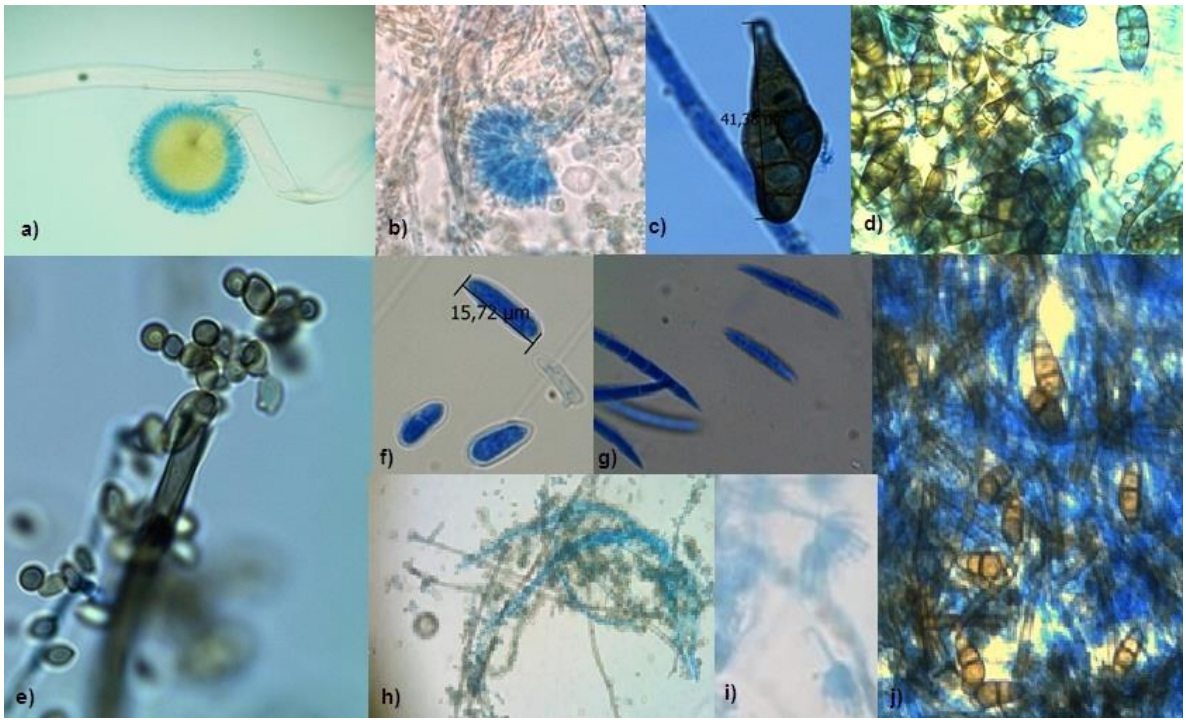


Figura 1.2. Microorganismos encontrados: a) y b) Cabeza y vesícula globosa de *Aspergillus* (100x) c) y d) conidias en forma oval oblonga con septos transversales y longitudinales de *Alternaria* (100x, 40x, respectivamente) e) conidios elipsoidal u oval de *Cladosporium* (100x). h) hifas septadas con cadenas ramificadas de conidios de *Cladosporium* (40x) y f) conidios hialinos de *Lasiodiplodia* (100x) de forma cilíndrica con cicatriz por la unión entre ellos g) Conidios en forma de media luna de *Fusarium* (100x) i) Conidios de *Penicillium* (100x) en forma cilíndrica formando una estructura parecida a una escobilla j) conidios de *Curvularia* (100x) en forma elipsoidal con septos transversales.

- ***Aspergillus niger*.**

Al realizar una comparación morfométrica de los resultados obtenidos con los que reportó Abarca (2000), se estableció que la especie encontrada corresponde a *Aspergillus niger,* puesto que el crecimiento de la colonia en ese estudio se observó de color blanco que luego se tornó negro, y al reverso de color amarillo de aspecto denso. A nivel microscópico se pudo observar hifas septadas, con cabeza y vesícula globosa o hemisférica rodeada de fiálides con abundantes conidios redondos de color marrón oscuro a negro con protuberancias; descripción que coincide con el autor mencionado anteriormente; igualmente Araujo-Blanco *et al.* (2016), encontraron una cepa de *Apergillus niger,* describiéndola con las mismas características encontradas en este estudio.

Sobre la sección de la rama se pudo observar el crecimiento blanco al principio, que luego tomó apariencia de un moho polvoriento de color negro similar al observado en el microscopio (Figura 1.3).

En muchas ocasiones este microorganismo se encontró asociado como agente contaminante, debido a que es considerado saprófito; sin embargo, en la literatura también es relacionado con enfermedades de poscosecha en frutos de mango, causando lesiones irregulares de color café cuando encuentra una herida (Arauz *et al.,* 1986) con apariencia húmeda (Diedhou, et al., 2007), pudiendo permanecer quiescente hasta poscosecha (Rodríguez, 2010). Por tal motivo se debe ser cuidadoso en las labores de cosecha, almacenamiento y transporte de la fruta para evitar daño mecánico que favorezcan la aparición y proliferación de este manchado.

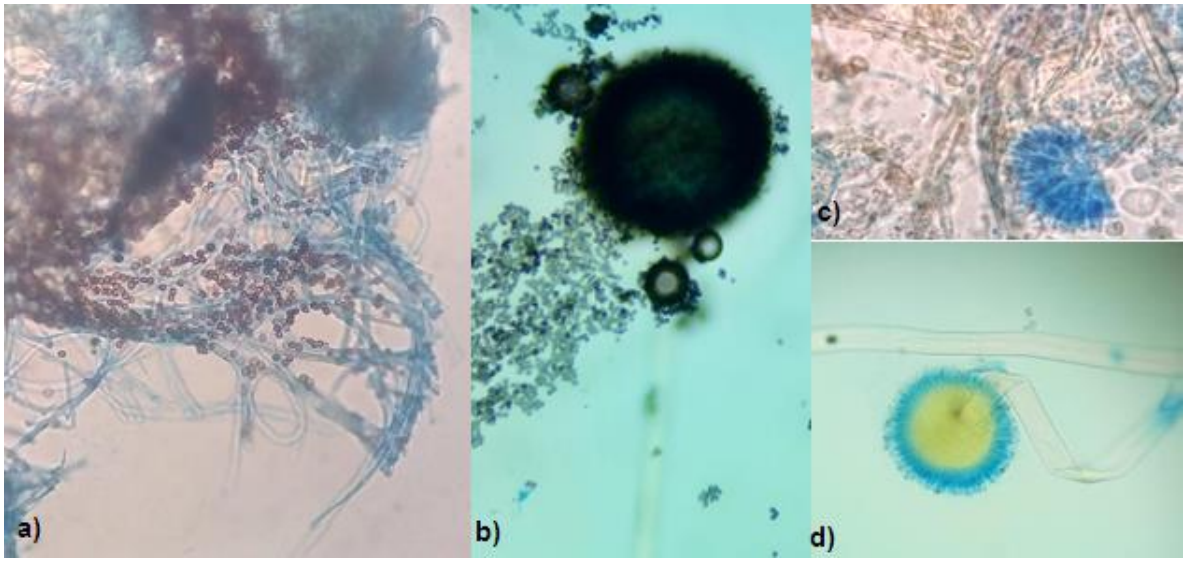


Figura 1.3. *Aspergillus: a)* hifas septadas, y abundantes conidios redondo (40X) b), c) y d) cabeza y vesícula globosa o hemisférica rodeada de fiálides con abundantes conidios redondos de color negro (100X).

- ***Curvularia* sp.**

Este género tiene hifas septadas, conidióforos curvados, con conidios elipsoidales de color café, divididos en septos transversales que corresponden a células con la parte central ensanchada (protuberancia) dando una apariencia curvada (Figura 1.4). En el medio de cultivo, el hongo fue de color café verdoso que al transcurrir el tiempo pasó a negro grisáceo (Figura 1.8C).

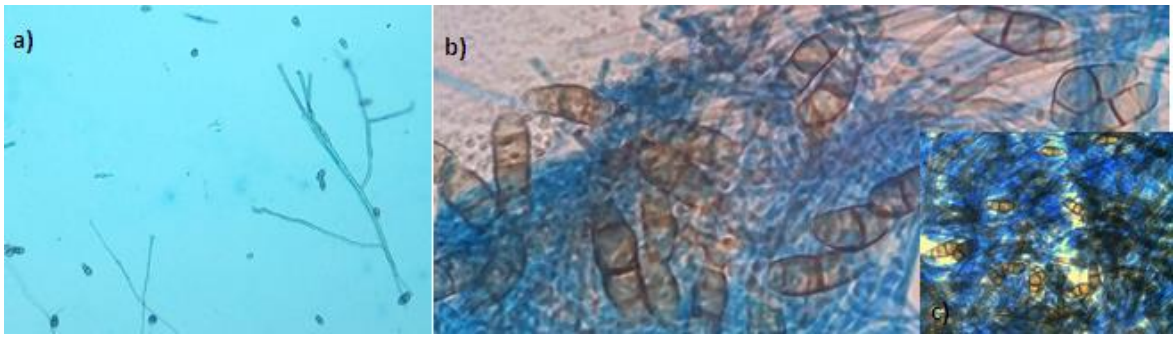


Figura 1.4. *Curvularia* sp.: a) Hifas septadas a 10X; b) Conidios elipsoidales con septos transversales (100x); c) conidios en 40x.

El primer reporte que se hizo sobre *Curvularia* sp., en mango fue en 1970 por Singh, como el agente causal de mancha foliar, generando manchas de color café en las orillas de las hojas con avance hacia el pecíolo, aunque no se encontraron más reportes sobre esta patología; por otro lado, Pachecho *et al*. (2016) lo encontró en hojas sin ningún síntoma aparente, y Gutierrez-Martinez *et al*. (2012) en el estudio "*Influence of ethanol and heat on disease control and quality in stored mango fruits"* señaló a *Curvularia* como uno de los principales hongos en post cosecha. Este microorganismo genera síntomas en el fruto, caracterizándose por manchas de forma redonda, amarillosas con centros más oscuras color marrón (Snowdon, 1990) así como también, Diedhiou *et al.* (2017), lo asoció a pudrición de fruta en poscosecha.

Basado en lo anterior, se relaciona en este estudio a *Curvularia* sp., como un hongo potencialmente patógeno en el cultivo de mango, puesto que tiene la facultad de permanecer en campo sin causar enfermedad, llegando a ocasionar problemas en poscosecha.

- ***Fusarium* sp.**

El crecimiento de la colonia de *Fusarium* sp., en medio de cultivo, se identificó por tener un aspecto algodonoso de color blanquecino – anaranjado; las conidias presentaron forma de media luna, septadas (Figura 1.5).

Muchas especies del género *Fusarium* han sido relacionadas con la enfermedad Escoba de bruja en varios cultivos de importancia agrícola, entre estos el de mango, esta patología, fue reportada por primera vez en la india en 1891 (Ploetz y Prakash, 1997), caracterizada por malformación en tejidos vegetativos e inflorescencia, acortamiento de los entrenudos, hojas pequeñas y deformadas, desequilibrio en la producción de flores masculinas, y esterilidad en las hermafroditas (Ploetz, 2003; Ploetz, 2007; Betancourt, 2012). Se le atribuyen pérdidas económicas del 5 al 30% en el rendimiento del cultivo (Espinosa *et al.,* 2007).

Con relación a este estudio, no se observaron síntomas en campo de esta enfermedad, a pesar que este patógeno fue aislado de las ramas del cultivo de mango; posiblemente, las

especies asociadas al disturbio no son las mismas presentes en el cultivo estudiado o existen factores externos que no permiten la expresión de síntomas. Sin embargo, se demostró que este organismo puede permanecer quiescente en las ramas del árbol sin producir síntomas aparentes; su patogenicidad debe ser valorada, puesto que este género de hongo presenta alta diversidad que se traduce en aislados virulentos o no.

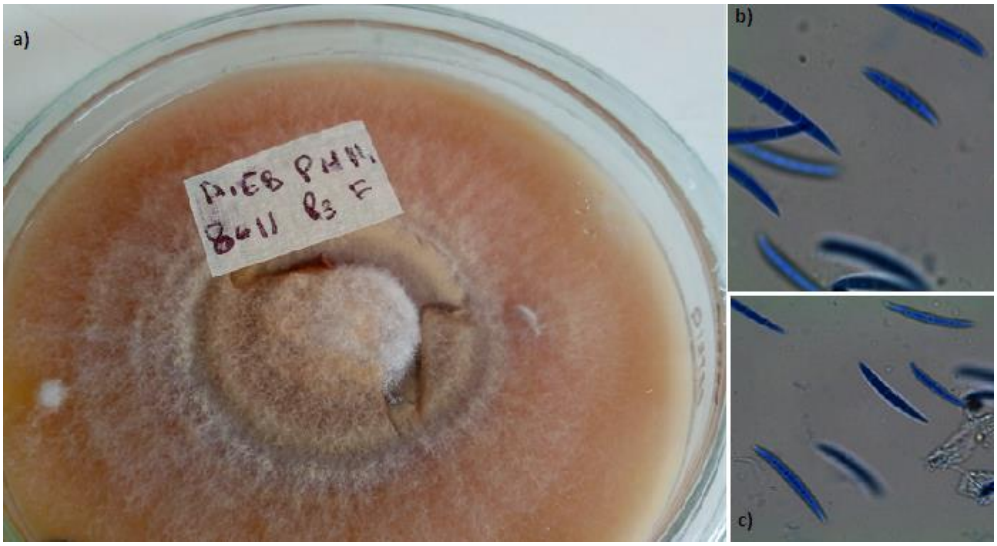


Figura 1.5. *Fusarium* sp.: a) Crecimiento de colonias en medio de cultivo PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC; b) y c) Conidios de *Fusarium* en forma de media luna septados en 100x.

- ***Lasiodiplodia* sp.**

El crecimiento de *Lasiodiplodia* sp., en medio de cultivo se observó con apariencia vellosa de color blanco a los tres días de incubación a 24ºC, tornándose gris olivo denso oscureciéndose en el centro de la caja Petri pasado cinco días; al transcurrir el tiempo su color cambió a negro aproximadamente a los siete a ocho días. Los conidios son hialinos de color café de forma cilíndrica algunos exhibían una cicatriz debido a la unión entre ellos, presenta hifas septadas y gruesas, con tamaño promedio de 10,15 µm a 15,27 µm (Figura 1.6).

Lasiodiplodia se distingue de otros géneros relacionados filogenéticamente porque presenta picnidios, paráfisis y cicatrices longitudinales en los conidios (Damm *et al.,* 2007); se le atribuyen infecciones latentes, por lo cual se puede encontrar endófitos en tejidos sanos de la planta, llegando a causar la enfermedad en una etapa susceptible del hospedero (Mohali *et al.,* 2005).

Este patógeno es cosmopolita y es conocido como agente causal de dos de las enfermedades más destructivas en campo y de poscosecha en el cultivo de mango. Una es conocida como muerte descendente, la cual es favorecida por presencia de períodos lluviosos y por lesiones sobre el tejido vegetal, esta patología puede ocasionar defoliación

severa sobre las plantas afectadas (Sandoval-Sánchez, 2013; Corpoica, 2013), y la otra es la pudrición peduncular, cuya incidencia está asociada a altas temperaturas y humedad relativa (Ploetz, 2003), siendo de gran importancia en poscosecha después de la antracnosis; puesto que puede llegar a ocasionar pérdida total de la fruta, impactando económicamente la producción (González *et al.,* 1999; Rodríguez *et al.,* 2017; Picos-Muñoz *et al.,* 2015).

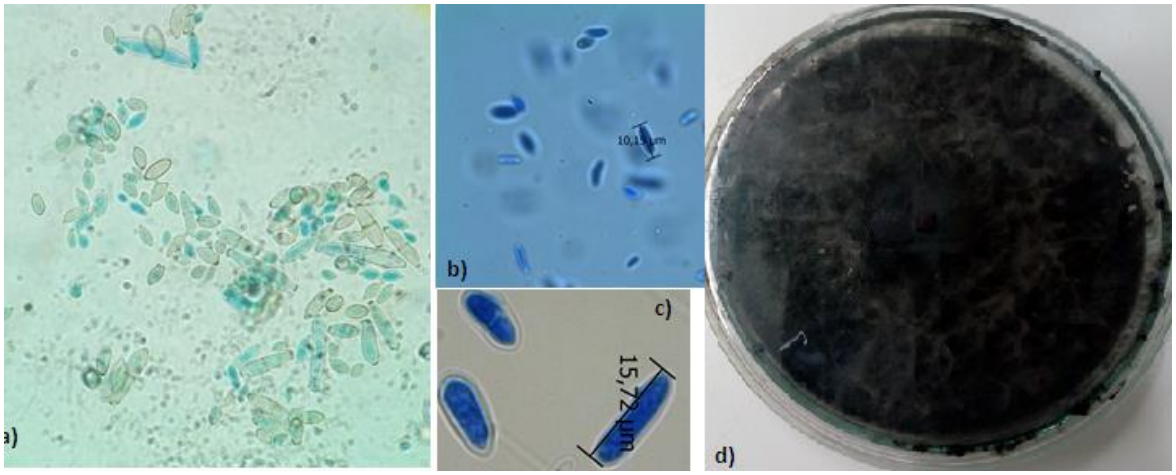


Figura 1.6. *Lasiodiplodia* sp.,: a) Conidios elipsoidales a 40X, b) conidios a 40X y c) Tamaño de los conidios (10,15 µm a 15,27 µm) a 100X; d) crecimientos de la colonia en PDA a 72 horas de sembrado a 24ºC.

La muerte descendente empieza con una quemazón en las puntas de las ramas y a medida que va avanzando las hojas se secan y caen dejando la rama completamente defoliada y con marchitamiento generalizado en el árbol, muchas veces estos síntomas van acompañado de una gomosis amarilla o marrón en el tronco y ramas (Khanzada *et al.,* 2005), pueden observarse también chancros en el tronco con coloración más oscura que las áreas sanas; igualmente se ha encontrado daño en raíces asociado a escarabajos que diseminan la enfermedad (Adawi *et al.,* 2006). En este estudio, no fueron observados árboles con síntomas en campo; sin embargo, fue uno de los géneros detectados en ramas asintomáticas, lo que permite inferir que la muerte descendente de árboles es una amenaza real que podría expresarse cuando se den condiciones exógenas favorables.

La pudrición peduncular se caracteriza por un deterioro de los tejidos que inicia en el pedúnculo, identificándose con manchas café oscuro en el extremo de este, estas manchas pueden concentrarse desarrollando áreas extensas necróticas que comprometen internamente los frutos y a su vez afectan las hojas y su inflorescencia (Latorre, 2003). El patógeno desarrolla quiescencia, como se confirmó en este estudio, por lo que existe la probabilidad que se manifieste en poscosecha.

- ***Alternaria* sp**

El crecimiento de las colonias de *Alternaria* sp., fue de textura algodonosa, de color gris al inicio, y posteriormente verde oliva a negro. Las conidias son grandes de aproximadamente 41 µm, de forma oval oblonga, con septos transversal y longitudinal y pico distal, asemejando a una granada explosiva (arma militar); pueden estar solitarios o dispuestas en cadenas largas (Figura 1.7).

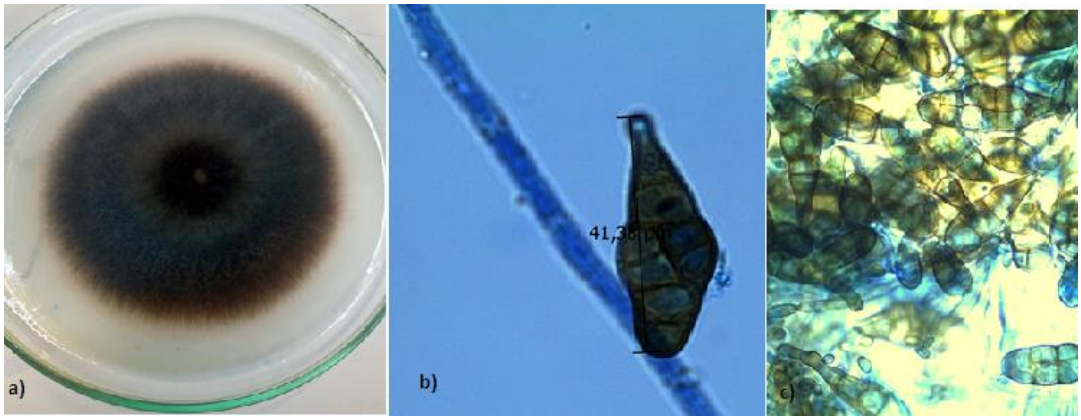


Figura 1.7. *Alternaria* sp., a) Crecimiento de las colonias en PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC; b) y c) Conidias en forma de granada, oval oblonga, con septos transversal y longitudinal a 100X (b) y 40X (c).

Alternaria se ha reportado como el agente causal de la mancha negra del fruto de mango o Alternaria black spot en poscosecha, utilizando las lenticelas o heridas para la penetración, donde permanece en reposo hasta la maduración de la fruta (Prusky, 1993). Es una enfermedad con gran importancia económica, predominante en lugares donde la Antracnosis no es significativa; sus síntomas son visibles en el envés de las hojas, causando manchas redondas de color negro, oscureciendo y ablandando la pulpa en fruta con proceso de maduración (López- Mora *et al.,* 2013; Corpoica, 2013).

Prusky *et al.* (2002), la relacionaron con Podredumbre del pedúnculo o stem rot, que se caracteriza por pudrición de vástago, infectando el fruto a través de las lenticelas, siendo una enfermedad de carácter latente en poscosecha; este mismo autor en el año 2001, la reportó como el agente causal de la podredumbre del tallo, condicionada por factores climáticos como humedades relativas altas; y junto con *Lasiodiplodia* ocasiona la enfermedad conocida como podredumbre peduncular (Lins *et al.*, 2011).

- ***Cladosporium* sp.**

Las colonias de *Cladosporium* sp., presentaron textura aterciopelada, con divisiones simétricas desde el punto central de la colonia, con una tonalidad blanca, que al transcurrir los días se tornó gris verdoso a oliva. Microscópicamente se observaron hifas septadas de

color translúcido a marrón, cadenas ramificadas de conidias, las cuales tienen forma elipsoidal u oval (Figura 1.8).

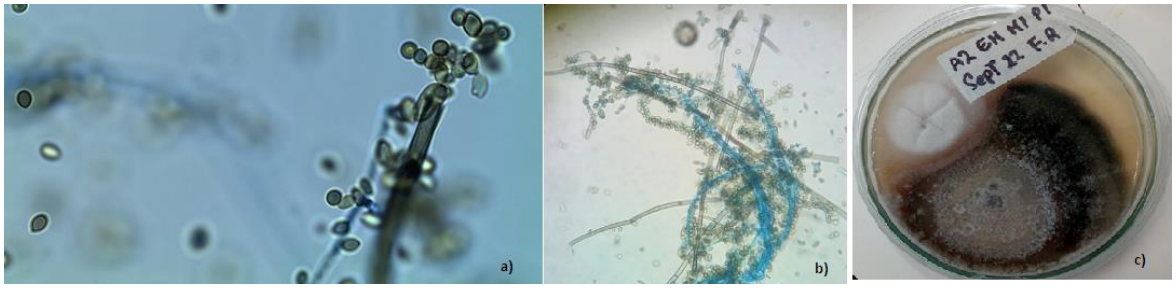


Figura 1.8. *Cladosporium* sp., a) Conidios ovales hialinos a 100X; b) Ramificación de conidios e hifas finas a 40X; c) crecimiento de *Cladosporium* sp. En PDA a las 72 horas de siembra a 24ºC (Crecimiento blanco).

Guilen- Sánchez *et al.* (2007), reportaron a *Cladosporium* sp., como el agente causal de la falsa cenicilla en panículas de mango, caracterizándose por necrosis en flores, pedicelos y frutos en formación; sobre los órganos afectados aparece un crecimiento micelial de color gris (Noriega *et al.,* 2014).

- ***Penicillium* sp.**

Las colonias de *Penicillium* sp., fueron de textura aterciopelada y crecimiento moderado, su micelio inicialmente fue de color blanco, después pasó a ser gris verdoso oliva con bordes amarillos; microscópicamente se pudo observar los conidios cristalinos de figura redonda y cilíndricos, formando una estructura parecida a la de una escobilla (Figura 1.9).

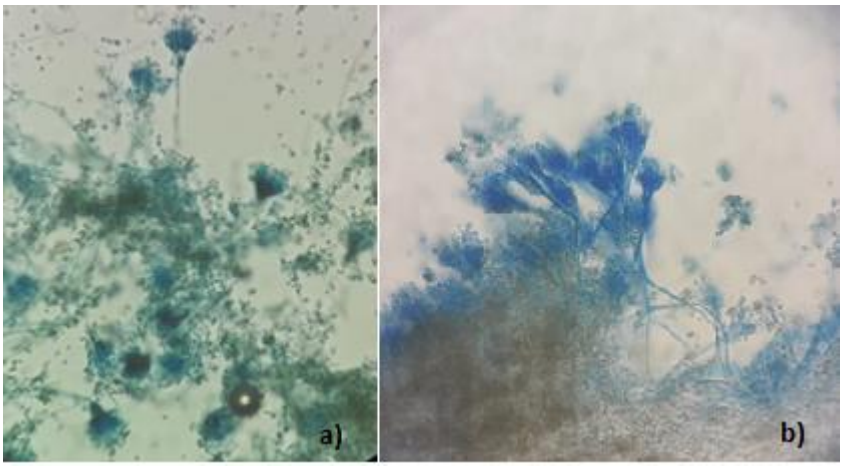


Figura 1.9. *Penicillium* sp a) y b) Conidios dispuestos de forma ramificada parecido a una escobilla observado a 40X (a) y 100X (b)

Vargas *et al*. (2016), señalaron que *Penicillium* afecta frutos de mangos en poscosecha, siendo este un generador de micotoxinas, la cual es una sustancia principalmente producida por este género (Méndez Albores *et al*., 2009). Ocasionando podredumbre en el fruto que inicia en la inserción del pedúnculo continuando con la pulpa (Agraria, 2014).

A *Penicillium* sp., Se le atribuye la responsabilidad del 60% de las pérdidas en frutos almacenados (Tuset, 2000), se asocia con la pudrición peduncular en frutas de mango junto con *Lasiodiplodia theobromae, Aspergillus* sp*. y Rhizopus* sp (León, 2014), enfermedad que se reconoce por las manchas redondas de textura suave, con cabezuelas en el pedúnculo cuando la produce *Aspergillus niger* (Vivas, 2015).

- **Hongo no esporulado**

Hubo crecimiento lento del micelio, caracterizándose por ser de textura algodonosa o lanosa, de color blanco y anverso de color amarillo opaco o cremoso, y plano con respecto a la superficie del medio; al examinar microscópicamente, no se encontraron esporas, no permitiendo identificar el género presente.

A pesar de que se reporta que *Colletotrichum* sp. experimenta quiescencia en mango, y en ocasiones se observan síntomas en ramas, en este estudio no se logró obtener aislamientos de este género, situación que Talhinhas *et al.* (2010) también evidenció en hojas y ramas de olivo deduciendo que se debía a la presencia de cutícula y tricomas en este órgano de la planta; se encontró que hubo germinación y formación de apresorio pero después se mantuvo inactivo con poca manifestación de infecciones a pesar de darse las condiciones óptimas. Por otro lado, algunos aislamientos requieren condiciones especiales para su esporulación, lo cual puede sugerir que algunos no esporulados, podrían tratarse de *Colletotrichum*, por la similitud morfológica de colonias registradas para este hongo en otros estudios (Damm *et al*., 2012).

Es importante destacar también, que la presencia de hongos saprofitos como *Aspergilus* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., e incluso *Curvularia*, podría ser uno de los factores que intervinieron en la no expresión de *Colletotrichum* sp., ya que el moho negro, verdoso y café cubrieron rápidamente la zona de lesión y parte del tejido en algunas muestras.

Lo anterior sugiere, que deben hacerse ajustes metodológicos al procedimiento para la obtención de *Colletotrichum* en estado quiescente en ramas, e incentivar la esporulación en medio de aislados que permanecen sólo en crecimiento somático.

1.4.2. Análisis de la diversidad de hongos quiescentes

El índice de dominancia de Simpson (D), arrojó a nivel general en el árbol, un valor de 0,2534 mostrando que no existen géneros dominantes; si bien *Aspergillus niger* sp.,

presentó la mayor cantidad de aislamientos, hay otros géneros como *Curvularia sp.,* y *Fusarium* sp., que presentan un porcentaje de ocurrencia considerable. El valor de la diversidad (1-D) fue de 0,7466, lo que indica que las ramas son bastante diversas en cuanto a géneros de hongos en estado de quiescencia (Tabla 1.1).

Tabla 1.1.Indices de diversidad de los microorganismos encontrados en arboles de mango cv. Azúcar.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	Valor
Taxa_S	8
Dominance (D)	0,2534
Simpson (1-D)	0,7466
Shannon (H)	1,705
Equitability (J)	0,8201

El valor del índice de Shannon Wiener (1,705) indicó que esta comunidad de microorganismos es equitativa, situación que se confirmó con el valor obtenido en el índice de equitatividad de Pielou (J) con un valor de 0,8201. Estos resultados permiten afirmar que los hongos obtenidos son igualmente abundantes en cualquier estrato-sección del cultivo donde se realizó este estudio (Tabla 1.1); esta información se corroboro con el análisis por estrato-sección, evidenciándose que los resultados obtenidos para los índices diversidad, en todos los estratos se encontraban en el mismo rango de 0.2 a 0.3 para el de dominancia, 0,61 a 0,78 para Simpson, 1,34 a 1,79 para Shannon, 1,70 a 1,78 para Margalef y por ultimo 0,65 a 0,86 para equitatividad (tabla 1.2).

Tabla 1.2. Índices de diversidad de los microorganismos encontrados por estrato-sección en el huerto de mango

Índices de diversidad	Bajo			Medio			Alto		
	inicial	Medio	Terminal	Inicial	Medio	Terminal	Inicial	Medio	Terminal
Dominance_D	0,23	0,30	0,21	0,39	0,28	0,26	0,30	0,22	0,22
Simpson_1-D	0,77	0,70	0,79	0,61	0,72	0,74	0,70	0,78	0,78
Shannon_H	1,72	1,64	1,78	1,34	1,60	1,66	1,59	1,77	1,79
Margalef	1,70	1,75	1,78	1,74	1,50	1,73	1,72	1,71	1,77
Equitability_J	0,83	0,79	0,85	0,65	0,82	0,80	0,76	0,85	0,86

1.4.3. Número de géneros Aislados y % Ocurrencia

El análisis estadístico realizado con el método LSD de Fisher muestra que no hay diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) para el número de géneros aislados (NG) dentro de los estratos (bajo, medio, alto) ni para las secciones de ramas (Inicial, medio y terminal) de cada rama (Tabla 1.3); esto indica que independientemente del estrato y del punto en el que se realice el muestreo siempre se aislaran los mismos géneros de hongos, demostrando que éstos se pueden ubicar en cualquier estrato-sección de la rama, y no presentan una preferencia marcada de un nicho determinado de acuerdo al género aislado. En el estrato bajo - sección terminal de la rama, y en el estrato alto - sección inicial se observó mayor cantidad de géneros con 2,44 y 2,39 géneros aislados, respectivamente (Figura 1.10).

Para el número de aislamientos (NAM), se evidenció una diferencia estadísticamente significativa (p<0,05) entre los géneros (Tabla 1.4); esto debido a que algunos predominaron más que otros, como es el caso de *Aspergillus niger* que presentó una media de 1,31 aislamiento en contraste con el género sin identificar con un promedio de aislamiento de 0,09 con desviación estándar de ± 0,044 (Figura 1.11).

Tabla 1.3. Comparación múltiple para Número de géneros por estrato. Mediante el método LSD de Fisher (p<0,05).

Estrato	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
Bajo	54	2,01852	0,110409	X
Medio	54	2,2037	0,110409	X
Alto	54	2,24074	0,110409	X

Contraste	Sig.	Diferencia	Límites +/-
Alto - Bajo		0,222222	0,308523
Alto - Medio		0,037037	0,308523
Bajo - Medio		-0,185185	0,308523

* denota una diferencia estadísticamente significativa.
Método: 95,0 porciento LSD

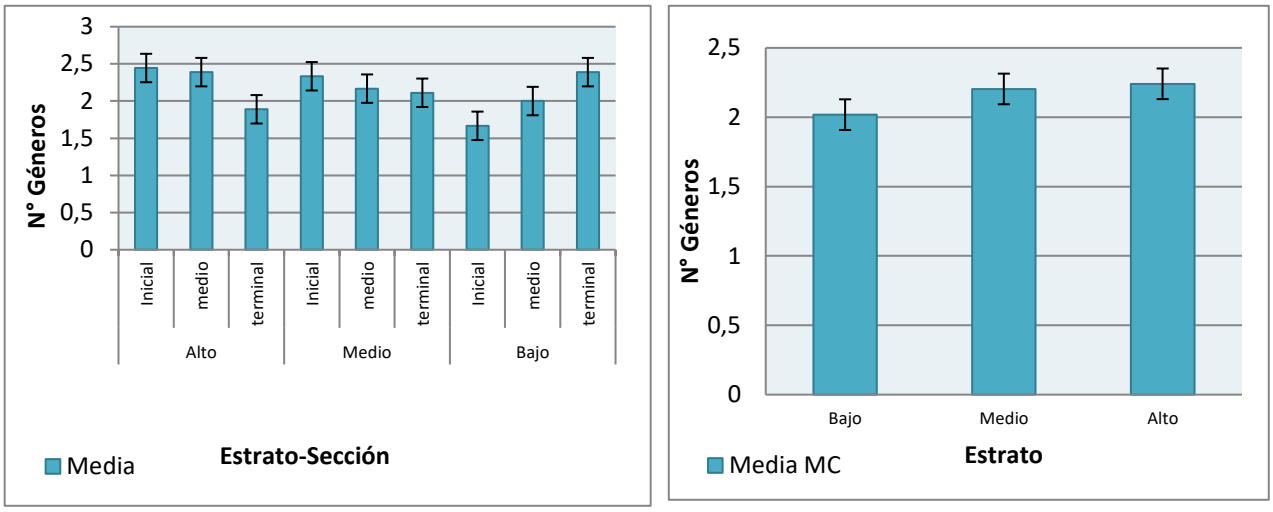


Figura 1.10. Número de géneros aislados (NGA) por Estrato-sección (Izquierda), Número de géneros aislados por Estrato.

Aspergillus niger y *Curvularia* se destacaron entre los demás géneros encontrados, mostrando un porcentaje de ocurrencia de 35% y 9,8% respectivamente presentando el primero una mayor frecuencia en los estratos medio y alto y el segundo en el estrato bajo; seguido de *Fusarium, Lasiodiplodia* y *Alternaria.,* el género que menor incidencia presentó fue el que no se logró identificar con un porcentaje de 2,16% (Figura 1.11 derecha).

Al realizar un análisis en los estratos-sección, predominó *Aspergillus niger* sp., con un porcentaje de ocurrencia de 45,83 en el estrato medio inicial (Figura 1.12), esto debido al comportamiento parásito facultativo que caracteriza a este género (Vivas, 2015). Por otro lado, los microorganismos encontrados en este estudio, que mayor relevancia económica representan son *Lasiodiplodia* sp., y *Alternaria* sp., de los cuales se encontró un ocurrencia de 13,89 en el estrato bajo terminal y 15,28 en el estrato alto medio, respectivamente (Figura 1.12).

Tabla 1.4 Comparaciones Múltiples para Número de Aislamiento por Microorganismo, mediante el método LSD de Fisher (p<0,05).

Microorganismo	***Recuento***	***Media MC***	***Sigma MC***	***Grupos Homogéneos***
Micelio	162	0,0864198	0,0440738	X
Cladosporium	162	0,135802	0,0440738	XX
Penicillium	162	0,185185	0,0440738	XX
Alternaria	162	0,209877	0,0440738	X
Lasiodiplodia	162	0,253086	0,0440738	XX
Fusarium	162	0,37037	0,0440738	XX
Curvularia	162	0,382716	0,0440738	X
Aspergillus niger	162	1,31481	0,0440738	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*Límites +/-*
Alternaria - Aspergillus niger	*	-1,10494	0,122164
Alternaria - Cladosporium		0,0740741	0,122164
Alternaria - Curvularia	*	-0,17284	0,122164
Alternaria - Fusarium	*	-0,160494	0,122164
Alternaria - Lasiodiplodia		-0,0432099	0,122164
Alternaria - Micelio	*	0,123457	0,122164
Alternaria - Penicillium		0,0246914	0,122164
Aspergillus niger - Cladosporium	*	1,17901	0,122164
Aspergillus niger - Curvularia	*	0,932099	0,122164
Aspergillus niger - Fusarium	*	0,944444	0,122164
Aspergillus niger - Lasiodiplodia	*	1,06173	0,122164
Aspergillus niger - Micelio	*	1,2284	0,122164
Aspergillus niger - Penicillium	*	1,12963	0,122164
Cladosporium - Curvularia	*	-0,246914	0,122164
Cladosporium - Fusarium	*	-0,234568	0,122164
Cladosporium - Lasiodiplodia		-0,117284	0,122164
Cladosporium - Micelio		0,0493827	0,122164
Cladosporium - Penicillium		-0,0493827	0,122164
Curvularia - Fusarium		0,0123457	0,122164
Curvularia - Lasiodiplodia	*	0,12963	0,122164
Curvularia - Micelio	*	0,296296	0,122164
Curvularia - Penicillium	*	0,197531	0,122164
Fusarium - Lasiodiplodia		0,117284	0,122164
Fusarium - Micelio	*	0,283951	0,122164
Fusarium - Penicillium	*	0,185185	0,122164
Lasiodiplodia - Micelio	*	0,166667	0,122164
Lasiodiplodia - Penicillium		0,0679012	0,122164
Micelio - Penicillium		-0,0987654	0,122164

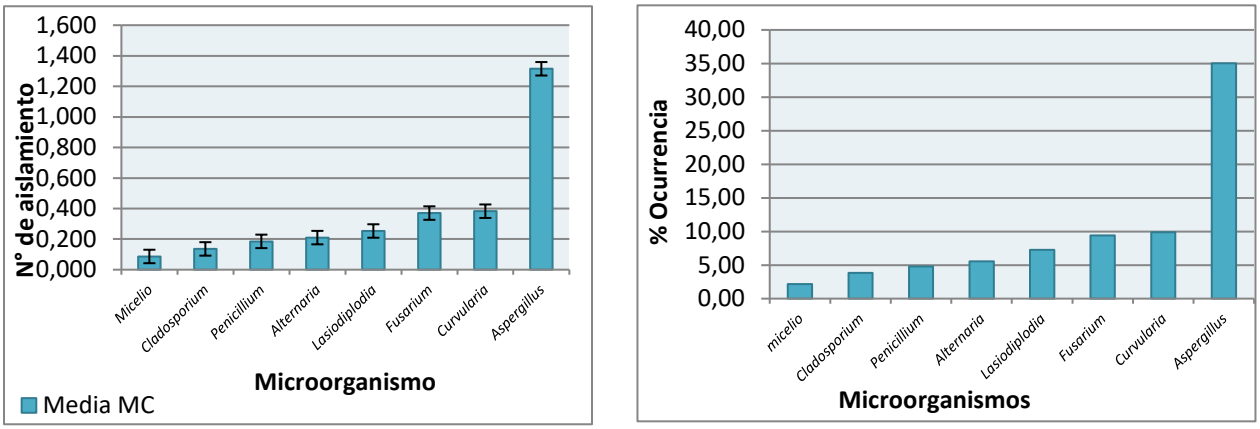


Figura 1.11. Numero de aislamientos por microorganismos (izquierda); porcentaje de ocurrencia (%OC) por microorganismo (derecha)

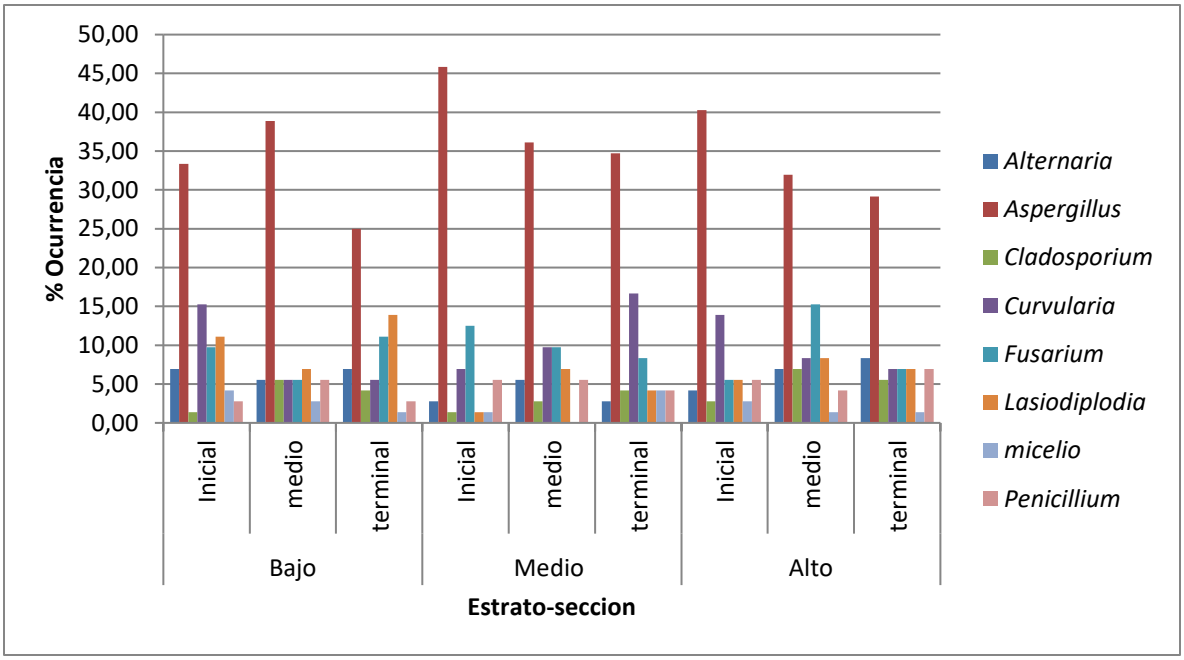


Figura 1.12. Porcentaje de ocurrencia (%OC) por microorganismo en cada estrato-sección

1.5. Conclusión

Lasiodiplodia sp, *Cladosporium* sp, *Fusarium* sp*, Aspergillus niger* sp, *Alternaria* sp, *Curvularia* sp *y Penicillium* sp se encuentran en estado de quiescencia en ramas de mango cultivar Azúcar; alguno de ellos, causan lesiones sobre el órgano cuando se presentan condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la patología.

Todos los géneros se encontraron en los tres estratos del árbol, con una ligera dominancia de *Aspergillus niger* con base en el NAM y porcentaje de ocurrencia. Dentro de los géneros encontrados se ha reportado a *Lasiodiplodia* sp. y *Alternaria* sp como patógenos de enfermedades de importancia económica en el cultivo de mango, causando Secamientos de ramas, Pudrición de pedúnculo y Mancha negra en fruto, afectando la productividad en campo y calidad en poscosecha.

Caldosporium sp*, Aspergillus niger* sp y *Penicillium* sp afectan en poscosecha produciendo Podredumbre de fruto. Un potencial inóculo proveniente de campo en estado quiescente no puede descartarse.

1.6. Referencias Bibliográficas

Agencia Agraria de Noticia. APEM y Universidad de Piura Inician Estudios Sobre Patologías del Mango. Piura, Perú, AGRARIA.PE, 2014.

ABARCA, M. L. (2000). Taxonomía e identificación de especies implicadas en la Aspergilosis nosocomial. En: Rev Iberoamericana Micol. vol., 17, No. 3 (2005); p. 79-84.

AL ADAWI, A. O; DEADMAN, M. L; AL RAWAHI, A. K; AL MAQBALI, Y. M; AL JAHWARI, A. A; AL SAADI, B. A; WINGFIELD, M. J. Aetiology and causal agents of mango sudden decline disease in the Sultanate of Oman. *European Journal of Plant Pathology*, 2006, vol. 116, no 4, p. 247-254.

AMARAL, Daniela Dambros; MONTEIRO, Ana Leticia Rocha; SILVA, Elias Inácio DA; LINS, Severina Rodrigues De Oliveira, Y OLIVEIRA, Sonia Maria. frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. En: *Caatinga*. Vol., 30. No. 3 (Sep. 2017); p. 786-793.

ARAUJO-BLANCO, J., ROJAS, Y., DEPOOL, B., ANTEQUERA, A., RODRÍGUEZ, J., & YEGRES, F. Microanálisis de una cepa de *Aspergillus niger* biocatalizadora de hidrocarburos policíclicos aromáticos hpa. En: Acta Microscopica, Vol., 25 No. 2 (2016); p. 98-110.

ARAUZ, L.F., GONZÁLEZ-LOBO, M. Fuentes de inóculo de algunas enfermedades de poscosecha del mango. Costa Rica. En: *Agronomía Costarricense*, 1986. vol., 10. No 1-2 (1986); p. 217-220.

BETANCOURT RESENDES, I; VELÁZQUEZ MONREAL, J; MONTERO CASTRO, J; FERNÁNDEZ PAVÍA, S; LOZOYA SALDAÑA, H; RODRÍGUEZ ALVARADO, G. *Fusarium mexicanum* Agente Causal de la Malformación del Mango en Jalisco, México. En: *Revista mex. fitopatol* . Vol., 30. No 2 (May-2012); p. 115-127.

DAMM, Ulrike; CROUS, Pedro W.; FOURIE, Paul H. Botryosphaeriaceae as potential pathogens of Prunus species in South Africa, with descriptions of *Diplodia africana* and *Lasiodiplodia plurivora* sp. nov. *Mycologia*, 2007, vol. 99, no 5, p. 664-680.

DIEDHIOU, P.M; MBAYE, N; DRAMÉ, A. Y SAMB, P.I. Alteration of post harvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic factors. En: *African Journal of Biotechnology.* Vol., 6 No 9 (2007); p. 1087-1094.

ESPINOSA, A.J., MIRANDA, S., M.A., ARIAS S., J.F., RICO P., H.R. Y JAVIER, M.J. La Escoba de Bruja o Malformación Floral del Mango en Michoacán. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Folleto Técnico Núm. 1. Apatzingán, Michoacán, México. 2007. 38 p.

GONZÁLEZ, E; UMANA, G; ARAUZ, L. Combate de la pudrición peduncular del mango causada por *Botryodiplodia theobromae* Pat. mediante el mantenimiento de los pedicelos y el deslechado sobre laminas. San José, Costa Rica: Agronomía Costarricense, 1999. Vol 23(1). p. 31-35.

HERNÁNDEZ, Marcela. Aislamiento de hongos causantes de enfermedades de postcosecha y algunos potenciales antagonistas de frutos de mango (*Mangifera indica*) C.V. Tommy Atkins. Zapopan, Jalisco, 2008, 93 p. Trabajo de titulación en la modalidad de tesis para obtener el título de licenciado en Biología. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

JOHNSON, G.; MEAD, A.; COOKE, A; DEAN, J. Mango stem end rot pathogens - Fruit infection by endophytic colonisation of the inflorescence and pedicel**. En:** *Annals of Applied Biology* [en línea]. (1992). vol 120, nro. 2, p. 225 – 234. **[Consultado:** 13 **de** abril **de** 2019**]. Disponible en:** https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1992.tb03420.x

KHANZADA, M. Ali; LODHI, A. Mubeen; SHAHZAD, Saleem. Chemical control of *Lasiodiplodia theobromae*, the causal agent of mango decline in Sindh. *Pakistan Journal of Botany*, 2005, vol. 37, no 4, p. 1023.

KORSTEN, L.; DE JAGER, E. S.; DE VILLIERS, E. E.; LOURENS, A; KOTZE, J. M.; & WEHNER, F. C. Evaluation of bacterial epiphytes isolated from avocado leaf and fruit surfaces for biocontrol of avocado postharvest diseases. En: *Plant Disease*. Vol.,79. No 11 (1995); p.1149-1156.

LINS, Severina; OLIVEIRA, Sonia; ALEXANDRE, Elizabeth; SANTOS, Alice; y OLIVEIRA, Thiago. Controle alternativo da podridão peduncular em manga. En: *Phytopathologica*. Vol., 37. No. 3 (2011); p. 121-126.

LÓPEZ-MORA, Laura; GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, Porfirio, BAUTISTA-BAÑOS, Silvia, JIMÉNEZ-GARCÍA, Luis & ZAVALETA-MANCERA, Hilda. Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano en *Alternaria alternata* y en la calidad del mango 'Tommy Atkins' durante el almacenamiento. En: *Chapingo. Serie horticultura.* Vol., 19. No 3. (Dic. 2013); p. 315-331.

MOHALI S, Burgess., WINGFIELD M.J. Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. En: *Forest Pathology.* Vol., 35 (2005); p. 385-396.

NORIEGA, David; PEREYDA HERNANDEZ, Juan*;* GARRIDO-RAMIREZ, Eduardo JIMENEZ GUILLÉN, Regulo; CRUZALEY SARABIA, Rubén. Manejo integrado de la Antracnosis y caída de frutos de mango Ataulfo en las costas de Guerrero. En: *Inifap.* Folleto técnico No.22 (Dic, 2014); p. 24.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, Sabine Altendorf. Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. **[en línea]. [Consultado:** 18 **de** abril de 2019**].** Archivo pdf**. Disponible**

en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf

PACHECO, Carlos; GONZÁLEZ, María; MANZANILLA, Edward. Diversidad de hongos en cinco cultivares de mango (*Mangifera indica* l.) del banco de germoplasma del INIA-CENIAP Maracay. En: Bioagro. Vol., 28. No 3 (2016); p. 201-208.

PÁEZ, Rafael. Tecnologías sostenibles para el manejo de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) en Papaya (*Carica papaya* L.) y Mango (*Mangifera indica* L.) . En: Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Boletín técnico No 8 (2003); p.18.

PAEZ-REDONDO, Alberto; HOYOS-CARVAJAL, Liliana. Metodologías para la induccion de infecciones procedentes de inóculo quiescente en la interacción *Mangifera indica-Colletotrichum.* En: *Fitopatologia Colombiana: Revista de la asociación colombiana de fitopatología y ciencias afines "ASCOLFI"* 2017, vol. 41, nro. 1. p. 55. ISSN 0120- 0143.

PICOS-MUÑOZ, P.A; GARCÍA-ESTRADA, R.S; LEÓN-FÉLIX, J; SAÑUDO- BARAJAS, A; Y ALLENDE-MOLAR, R. *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA, 2015. vol 33. Número 1. p. 54-74

PLOETZ, R; PRAKASH, O. Foliar, floral and soilborne diseases. In: Litz, R.E. (Ed.) The mango. Botany, production and uses. CAB International. New York, USA. 1997. p. 281 – 325.

PLOETZ, Randy; ZENTMYER, George; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. Compendium of Tropical Fruit Diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota, USA. 1998. 88 p.

PLOETZ, R.C. Diseases of Mango. En: Ploetz, R.C. (ed.) Doseases of Tropical Fruit Crops, CAB International, Wallingford, Uk. (2003); p. 327-363.

PLOETZ, R. C. Diseases of Tropical Perennial Crops: Challenging Problems in Diverse Environments. En: *Plant Disease.* Vol., 91 No. 6 (2007); p. 644-66.

PRUSKY, D.; GAT, Z.; BURD, P. Effect of relative humidity during mango growth on the incidence of quiescent infections of *Alternaria alternata*. *Plant disease (USA)*, 1993.

PRUSKY, D., MCEVOY, J., LEVERENTZ, R., and CONWAY, W. 2001. Local modulation of host pH by *Colletotrichum* species as a mechanism to increase virulence. Phytopathology 9:1105–1113.

RODRÍGUEZ-GÁLVEZ, Edgar; GUERRERO, Pakita; BARRADAS, Carla; CROUS, Pedro; Y Alves, Artur. Phylogeny and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with dieback of mango in Peru. *Fungal biology*, 2017, vol. 121, no 4, p. 452-465.

SANDOVAL-SÁNCHEZ, Maricarmen *et al.,* Hongos asociados a pudrición del pedúnculo y muerte descendente del mango (*Mangifera indica* L.). En: *Agro ciencia*. Vol., 47. No. 1 (Feb. 2013); p. 61-73.

SWINBURNE, T.R. Quiescent infections in post-harvest diseases. En: Post-harvest pathology of fruits and vegetables/edited by Colin Dennis. (1983); p.1-21.

TALHINHAS, P; MOTA-CAPITÃO, C; MARTINS, S; RAMOS, AP; NEVES-MARTINS, J; GUERRA-GUIMARÃES, L; VÁRZEA, V; SILVA, MC; SREENIVASAPRASAD, S. Y OLIVEIRA , H. Epidemiology, histopathology and aetiology of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* in Portugal. *Plant Pathology*, 2011, vol. 60, no 3, p. 483-495.

TUSET, J. J.; HINAREJOS, C.; MIRA, J. L. Eficacia de los tratamientos postcosecha tolerados en producción integrada en el control de *Penicillium digitatum* y *Botrytis cinerea. Levante Agrícola*, 2000, vol. 352, p. 210-214.

VERHOEFF, K. Latent infections by fungi. En: *Annual Review of Phytopathology.* Vol., 12. (Sep.1974); p.99-110.

VIVAS BENITES, Fabiola Beatriz. Hongos asociados al manchado y pudrición peduncular, en frutos postcosecha de mango (*Mangifera indica* L.) Var. Kent. Durante la campaña 2014-2015. Piura, Perú, 2015, 84p. Tesis (Bióloga). Universidad Nacional De Piura. Facultad De Ciencias.

2. Expresión de infecciones proveniente de estado quiescente de hongos fitopatógenos, y efecto de métodos de inducción

2.1. Resumen

Muchos hongos fitopatógenos tienen la capacidad de permanecer en estado de quiescencia mientras se dan condiciones apropiadas para desarrollar la infección. Es importante encontrar metodologías que permita detectar esos estados de dormancia, ya que pueden constituirse en potencial fuente de inóculo para infecciones en campo y poscosecha. Por lo anterior, se evaluó la expresión de infecciones y el efecto de dos metodologías para inducirlas a partir de estados quiescentes en ramas asintomáticas de mango cultivar Azúcar. Se utilizaron ramas asintomáticas de las tres secciones vegetativas, de los estratos bajo, medio y alto de árboles escogidos al azar, y se sometieron a dos tratamientos, bajo un diseño estadístico anidado con un factor cruzado, con tres repeticiones, los tratamientos fueron: TI-inmersión de hipoclorito de sodio al 2,5% e incubación a temperatura ambiente por 48 horas, y TII-incubación a 6°C/7 días y 48 horas a temperatura ambiente. Se evaluó el número de lesiones (NL), área de las lesiones (AL), número de géneros aislados (NGA), y numero de aislamiento por microorganismo (NA). Hubo diferencias estadísticamente significativa ($p<0,05$) entre los dos tratamientos, con mayor NL, AL y NA en el TII con respecto a TI; de este último se aisló un promedio de 2.025 géneros de microorganismos, y en el TII 2,28 aislamientos, con una desviación de ± 0,09. Con respecto al área de la lesión, en el estrato alto, sección terminal el promedio fue de 6,17 mm^2, frente a 30,94 mm^2 en la sección media del mismo estrato con un error estándar de ± 6,2, siendo estos los valores máximos y mínimos. Se concluye que el frio por siete días mantuvo el microorganismo en estado quiescente, reduciendo las infecciones por microorganismos

superficiales; el hipoclorito de sodio al 2,5 % eliminó los contaminantes que estuvieran en la superficie de la rama, induciendo la aparición de síntomas en la cámara húmeda.

Palabras claves: Choque térmico, ambiente, hipoclorito de sodio, lesiones, cámara húmeda.

Abstract

Many phytopathogenic fungi have the ability to remain in a state of quiescence while there are appropriate conditions to develop the infection. It is important to find methodologies to detect dormancy states, since they can be a potential source of inoculum for field and post-harvest infections. Therefore, the expression of infections and the effect of two methodologies to induce them from quiescent states in asymptomatic branches of mango cultivate sugar were evaluated. Asymptomatic branches of the three vegetative sections, of the low, medium and high strata of trees chosen at random, were used and subjected to two treatments, under a statistical design nested with a crossed factor, with three repetitions, the treatments were: - 2.5% sodium hypochlorite immersion and incubation at room temperature for 48 hours, and TII-incubation at 6 ° C / 7 days and 48 hours at room temperature. The number of lesions (NL), area of lesions (AL), number of isolated genera (NGA), and number of isolation by microorganism (NA) were evaluated. There were statistically significant differences ($p < 0.05$) between the two treatments, with higher NL, AL and NA in the TII with respect to TI; of the latter, an average of 2,025 genera of microorganisms were isolated, and in the TII there were 2.28 isolates, with a deviation of ± 0.09. Regarding the area of the lesion, in the high stratum, the terminal section the average was 6.17 mm2, compared to 30.94 mm2 in the middle section of the same stratum with a standard error of ± 6.2, these being the maximum and minimum values. It is concluded that the cold for seven days kept the microorganism in a quiescent state, reducing infections by superficial microorganisms; 2.5% sodium hypochlorite eliminated contaminants that were on the surface of the branch, inducing the appearance of symptoms in the humid chamber.

Keywords: Thermal shock, environment, sodium hypochlorite, injuries, humid chamber.

2.2. Introducción

El mango (*Magifera inidica*) es una de las frutas tropicales más comercializadas en el mundo, y constituye una de las unidades productoras de mayor importancia en Colombia (Parra, 2008); en ocasiones las exportaciones se ve afectada por enfermedades fúngicas que causan lesiones en la epidermis de los frutos, llegando a afectar incluso la pulpa, y que en gran proporción provienen de estados quiescentes de los patógenos causantes (Prusky *et al.,* 2013).

Los agentes causales tienen la capacidad de permanecer de forma inactiva sobre el huésped (Swinburne, 1983), en hojas, ramas, flores y frutos (Adaskaveg y Hartin, 1997), siendo este último el de mayor relevancia para este cultivo. El microorganismo quiescente o endófito puede activar su metabolismo cuando encuentre las condiciones propicias para el desarrollo de la infección, generalmente al comienzo de la maduración de los órganos productivos, provocando pérdidas económicas significativas (Mulkay *et al.,* 2010; Amaral *et al.,* 2017).

Enfermedades de poscosechas como mancha negra o Alternaria rot causada por *Alternaría* (Lopez-Mora, 2013), Antracnosis por *Colletotrichum* (Páez, 2004), Podredumbre del pedúnculo por *Lasiodiplodia* (Amaral *et al.,* 2017), podredumbre por *Aspergillus niger* (Vivas, 2015) y *Penicillium* (Tuset, 2000) son producto de infecciones provenientes de estados quiescentes del patógeno, pasando desapercibido en el fruto hasta la maduración de este (Amaral *et al.,* 2017). Los estudios de estas infecciones en poscosecha tienen una alta importancia en la agricultura, pues el desarrollo de nuevas alternativas para el control de las enfermedades postcosecha debe considerar este proceso preinfectivo de los hongos causales de estos daños.

Un aspecto fundamental para el estudio de la quiescencia, es el desarrollo de metodologías eficaces que permitan detectarla. En ese sentido, un método tradicionalmente utilizado es el de cámaras húmedas (atmosfera saturada de humedad y temperatura estable) mediante desinfección previa del material vegetal, lo cual permite inducir a la formación de estructuras y aparición de síntomas sobre el tejido vegetal (French, 1980; Keller, 1993). Sin embargo,

con esta metodología pueden expresarse patógenos superficiales y aún saprófitos o contaminantes que no son eliminados con los tiempos de desinfección utilizados.

Otra estrategia es generando choque térmico, sometiendo las muestras a temperaturas menor a 10°C, donde entran en estado de dormancia, que luego al presentarse las condiciones favorables se vuelve a reactivar (Huesca-Espitia, 2014), por la presencia de proteínas que permiten que las células sobrevivan a condiciones fisiológicas como el estrés (Chávez-Zobel, 2009).

Con base en lo anterior se planteó esta investigación que tuvo como objetivo analizar la Influencia de dos tratamientos para inducir infecciones de hongos Fito patógenos en estado quiescentes asociados a ramas ubicadas en los estratos altos, medio y bajo de árboles de mango cultivar Azúcar.

2.3. Materiales y métodos

Esta investigación se realizó en el Centro de Desarrollo Agrícola y Forestal (CDAF) de la Universidad del Magdalena y el laboratorio de Fitopatología de esta misma institución, ubicada en Santa Marta, Colombia; lugar caracterizado por un clima cálido-seco, con un promedio de 573 mm de lluvias anuales, temperaturas de 25.3 - 32 °C y humedad relativa de 81,5% (Vásquez *et al.,* 2010).

2.3.1. Fase de campo

Las muestras fueron recolectadas en cuatro arboles al azar del cultivo de mango cv. Azúcar, con una edad aproximada de siete años, excluyendo los que estaban ubicados a orillas de camino, bordes y canales, se tomaron tres ramas en los tres estratos (bajo, medio, alto) de cada árbol, las cuales se dividieron en tres puntos (inicial, medio, terminal), luego fueron guardadas en bolsas ziploc® y rotuladas para trasladarlas al laboratorio de Fitopatología, donde se realizó las cámaras húmedas con cada tratamiento establecido para estimular la aparición de lesiones, aislarlas e inocularas en PDA.

2.3.2. Fase de laboratorio

Los dos protocolos usados en este estudio correspondieron a, TI: inmersión en hipoclorito de sodio al 2,5% e incubación a temperatura ambiente y, TII: almacenamiento en frio (6°C) por siete días, y posterior incubación a temperatura ambiente, generando un choque térmico. Estas metodologías son propuestas por (Páez, 2017) (Figura 2.1).

El TI consistió en desinfectar las muestras con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% durante 5 minutos, secándose por 30 a 45 min, permitiendo que los residuos de solución

fueran absorbidos por el tejido vegetal; seguidamente se pasaron por agua destilada estéril por 5 minutos en dos ocasiones para lavar los excesos superficiales, dejándose secar nuevamente por 30 minutos; posterior a esto se lavaron con alcohol al 70% por 5 minutos y se enjuagaron con agua destilada estéril por 5 minutos en dos ocasiones para lavar el residuo de alcohol, finalizando con un secado de 30 minutos sobre papel kraft; colocándose en cámaras húmedas a temperatura ambiente para finalizar.

El TII consistió en colocar las muestras en una solución de hipoclorito de sodio al 1% por dos minutos, posteriormente se hizo lavado con agua destilada estéril por 2 minutos por dos ocasiones, dejándose secar por 30 minuto; luego, se montaron las muestras en las cámaras húmedas, similares al tratamiento anterior, y se colocaron en una nevera 6°C por 7 días, y pasado este tiempo se expusieron a temperatura ambiente, creando un choque térmico.

Para ambos tratamientos las cámaras húmedas se revisaron cada 48 horas, hasta por 7 días; aclarando que en el caso del choque térmico se empezaron a revisar pasado 48 horas de estar expuestas a temperatura ambiente.

Para el montaje de las cámaras húmedas se utilizaron contenedores plásticos transparentes de 20 cm de largo, 10 cm de ancho y 12 cm de altura, que eran lavados con detergente y agua, desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1% y alcohol al 70 %.

Se cuantificó el número de lesiones (NL) y se midieron las lesiones (largo y ancho) para determinar el área de infección (AL). De la zona de avance de la lesión se tomaron fragmentos con la ayuda de un bisturí, para hacer siembras en cajas de Petri con PDA (Papa, Dextrosa, Agar), que se rotulaba con el árbol, estrato, muestra, punto y fecha (A_0 E_0 M_0 P_0). A las 48 horas se realizó montaje de placas para hacer observación en microscopio, tiñendo con azul de lacto fenol, y así identificar el hongo según las características de las estructuras reproductivas, determinando el Número de géneros aislados (NG) y número de aislamientos por género (NAM).

A partir de los microorganismos aislados se calculó el porcentaje de ocurrencia (%OC) de estos asociados a las lesiones, discriminando por estrato y sección de la rama. Para realizar el cálculo del % OC se utilizó la fórmula:

$$\textbf{\%OC} = \frac{\textbf{No de muestras con el hongo}}{\textbf{No de muestras total}} * 100$$

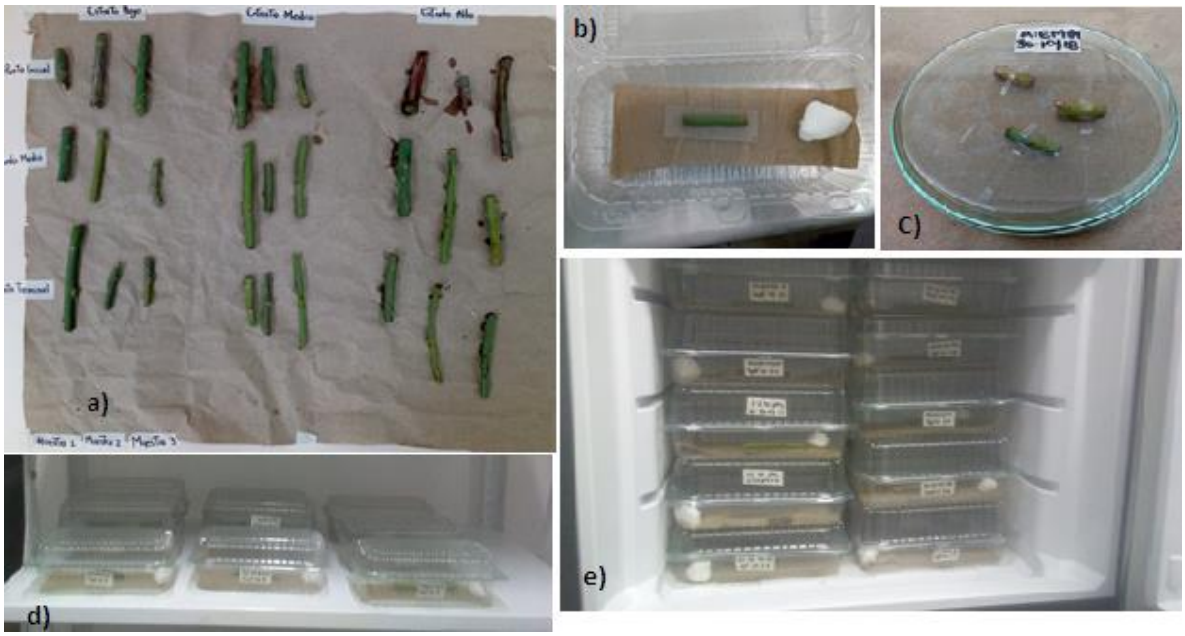


Figura 2.1. Procedimiento: a) Secado de las muestras; b) Cámara húmeda en recipiente plástico; c) Cámara húmeda en cajas de Petri; d) Incubación en temperatura ambiente; e) Incubación a 6°C

2.3.3. Diseño estadístico experimental

Para el análisis estadístico se empleó el diseño anidado o jerárquico, evaluando un factorial de 3 muestreo x 2 tratamientos x 3 estratos, con 3 rsecciones, con 4 repeticiones, para un total de 324 unidades experimentales por cada tratamiento y se efectuó un análisis varianza a través de ANOVA; las variables utilizadas fueron número de géneros (NG), número de microorganismos aislados (NAM), número de lesiones (NL) y área de las lesiones (AL), mediante la prueba LSD de Fisher, utilizando el programa STATGRAPHICS Centurión XVI-versión 16.2.04.

2.4. Resultados y discusión

2.4.1. Descripción de las lesiones

Los síntomas expresados, corresponden a lesiones de tipo necróticas, definidas como chancros, es decir áreas definidas de tipo rectangular de color café oscuro, con aspecto aceitoso o húmedo, y acompañado en ocasiones con algunas hendiduras en el centro de la lesión; después de tres días, aparecía un crecimiento micelial inicialmente de color blancuzco, pero luego se tornaba a negro o verde oliva (figura 2.2).

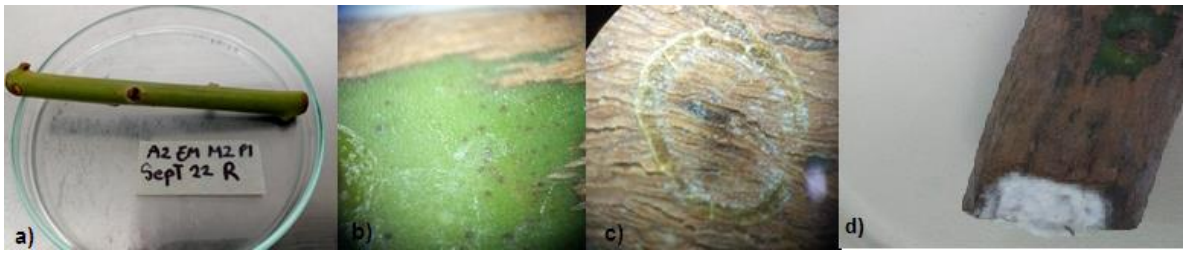


Figura 2.2. a) Punto inicial del estrato medio; b). Lesiones color café oscuro c). Halo Verde oliva sobre puntos de las ramas, d) Crecimiento micelial

Las lesiones encontradas en este estudio están asociadas a *Lasiodiplodia* sp., *Alternaria* sp., y un micelio no esporulado; los síntomas vistos en las muestras donde se aisló *Lasiodiplodia* sp., se caracterizaron por chancros de color oscuro, rodeada por bordes regulares, que al realizar un corte de la epidermis se evidenció un avance marrón oscuro; descripción que coincide con la realizada por Vivas (2015) en su estudio "*Hongos asociados al manchado y pudrición peduncular en fruto postcosecha de Mango Var Kent"*, además, Alama *et al.* (2006) reportó en ramas de aguacate en condiciones de campo, síntomas similares acompañado de exudados blanquecino y grumosos, característicos de muerte descendente reportada por otros autores en distintos cultivos (Ayala *et al.,* 1990; Huaman, 2015; Saucedo, 2016).

En el caso de *Alternaria* sp., los síntomas se manifestaron con un halo circular con bordes regulares de color marrón claro, que se tornaron verde oliva transcurridas 72 horas. Estos resultados coinciden a los registrados en frutos de mango por Madrigal (2009), en frutas de papaya (Mulkay *et al.,* 2010); y en hojas de *Thevetia peruviana* (Herrera *et al.,* 2011), entre otros. A este organismo se le atribuye la enfermedad Mancha negra (López-Mora, 2013) y Alternaria rot (Abata *et al.,* 2016) en distintos cultivos, dentro de estos el de mango.

Por otro lado, en algunas muestras se presentó un crecimiento micelial de color blanquecino con aspecto algodonoso, que al realizar montaje de placa no se evidenciaron estructuras reproductivas que permitieran su identificación, antes de la aparición del micelio, se lograron ver manchas café con leves hendiduras en la epidermis, de forma regular que a medida que avanzó se tornó más oscura (Figura 2.2. d).

2.4.2. Número de géneros aislados y ocurrencia (%)

En esta investigación se logró aislar de las ramas distintos microorganismos y un micelio no identificado; los organismos encontrados son *Lasiodiplodia* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus niger* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., y *Cladosporium* sp., siendo los últimos cinco considerados saprófitos facultativos o invasores secundarios de lesiones (Zabala-León, 2005; Bensch, 2012; Arena *et al.,* 2013); por el contrario, los dos primeros hongos mencionados si se han reportado como agentes causales de enfermedad en plantas, lo que indica que estos se encuentran endófitamente en el tejido de la rama de los árboles de mango (Johnson *et al.,* 1992; Gamboa-Gaitán, 2005; Santos *et al.,* 2012; Dangon-Bernier *et al.,*2019).

Estadísticamente ($p<0,05$) se encontraron diferencias significativas en los tratamientos TI y TII con respecto al número de géneros aislados (NGA) (Tabla 2.1), en la gráfica 2.1 observamos que con el TI se aisló un promedio de 2,025 géneros de microorganismos, por el contrario con el TII que se obtuvieron 2,28 aislamientos, con una desviación de ± 0,09 (Figura 2.3).

Tabla 2.1. Comparaciones Múltiples para Numero de géneros por Tratamiento, TI (Hipoclorito de Sodio 2,5%), TII (Frio 6°C/días).

Tratamiento	*Recuento*	*Media MC*	*Sigma MC*	*Grupos Homogéneos*
1	81	2,02469	0,0901488	X
2	81	2,28395	0,0901488	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*Límites +/-*
1 - 2	*	-0,259259	0,251908

* denota una diferencia estadísticamente significativa.
Método: 95,0 porciento LSD

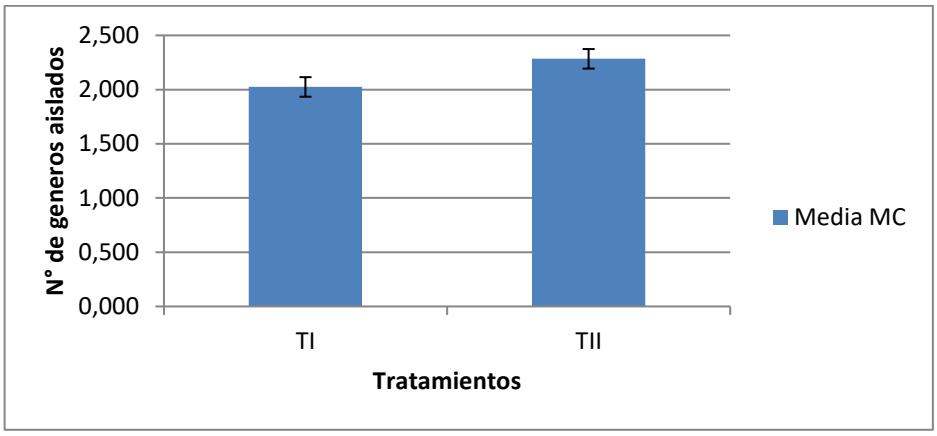


Figura 2.3. Numero de géneros aislados por tratamiento, TI (Hipoclorito de sodio al 2,5%) y TII (Frio 6°C/7dias)

El género con mayor porcentaje de ocurrencia fue *Aspergillus niger* en los dos tratamientos con 44,4% para el TI y 47,2% para el TII en el estrato medio inicial en ambos casos, aunque, se debe considerar que este microorganismo es un saprofito facultativo como se mencionó anteriormente; de los géneros registrados como patógenos y que presentaron lesiones: *Lasiodiplodia, Alternaria* y el crecimiento micelial sin identificar, se encontró para el primero un porcentaje de ocurrencia de 8,3% en el estrato medio e inicial del árbol con el TI, y 19,4% en el bajo inicial con el TII; para *Alternaria* el mayor porcentaje fue de 8,3% en el alto-terminal para el TI y en el medio terminal para el TII, para el caso del micelio fue de 5,6% en el estrato bajo-inicial con el TI y 2,8% en TII en todos los estratos-sección, exceptuando los estratos medio-medio y el alto-terminal (Figura 2.4, Figura 2.5 y Figura 2.6)

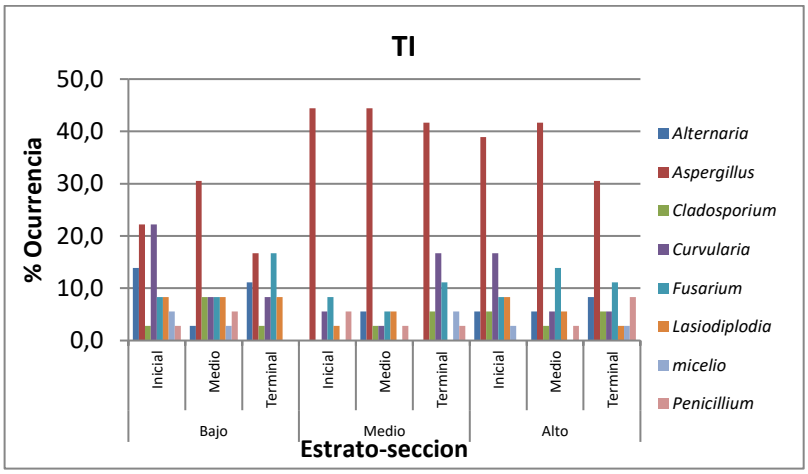


Figura 2.4. Porcentaje de ocurrencia (% OC) de microorganismo por estrato-sección en el tratamiento I (Hipoclorito de sodio 2,5 %).

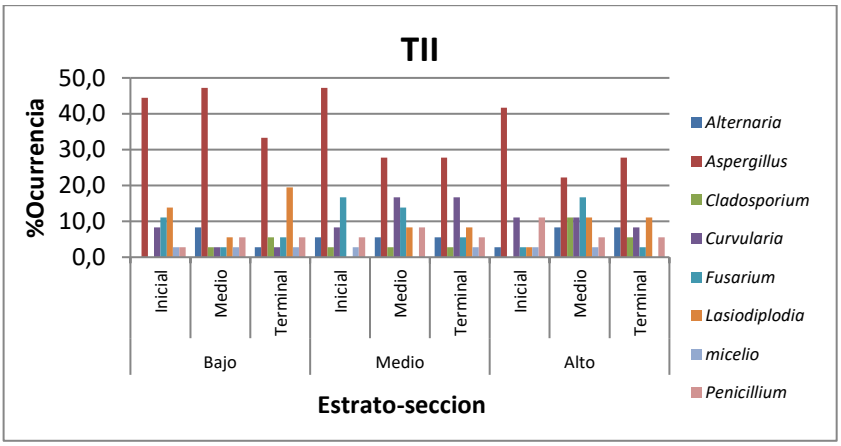


Figura 2.5. Porcentaje de ocurrencia (% oc) de microorganismo por estrato-sección en el tratamiento II (Frio 6ºC).

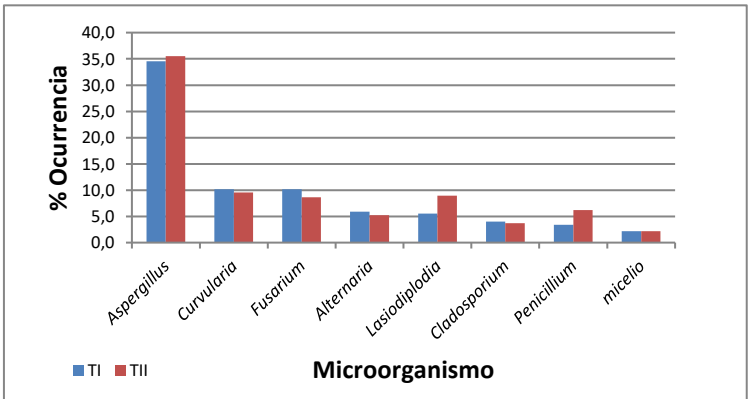


Figura 2.6. Comparación del porcentaje de ocurrencia (% OC) de los microorganismos con los dos tratamientos (TI y TII).

2.4.3. Número de aislamientos por género

Para el número de aislamiento por género hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos TI y TII (Tabla 2.2), situación que se explica en el apartado anterior, con el % de ocurrencia de cada microorganismo aislado (Figura 2.6).

Método: 95,0 porciento LSD

Tabla 2.2. Comparaciones Múltiples para NA por Tratamiento

Tratamiento	***Recuento***	***Media MC***	***Sigma MC***	***Grupos Homogéneos***
1	648	0,33642	0,0220369	X
2	648	0,398148	0,0220369	X

Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*Límites +/-*
1 - 2	*	-0,0617284	0,0610821

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

2.4.4. Número de lesiones

Al realizar el análisis estadístico se encontró diferencias entre el número de lesiones encontradas por tratamientos, donde el TI presento 0,34 lesiones en promedio y el TII 0,40 (Tabla 2.3 y Figura 2.7 (izquierda)).

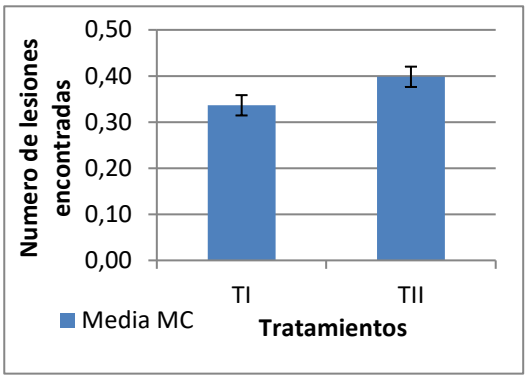
El mayor número de lesiones se presentó en el estrato Alto, sección media con 1,75 lesiones en promedio y la menor en el mismo estrato, sección terminal con una media de 1,33 lesiones (Figura 2.7 (derecha)).

Método: 95,0 porciento LSD

Tabla 2.3. Comparaciones Múltiples para N de lesiones por Tratamiento

Tratamiento	***Recuento***	***Media MC***	***Sigma MC***	***Grupos Homogéneos***
2	108	1,50926	0,0709886	X
1	108	1,57407	0,0709886	X
Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*Límites +/-*	
1 - 2		0,0648148	0,197942	

* denota una diferencia estadísticamente significativa.



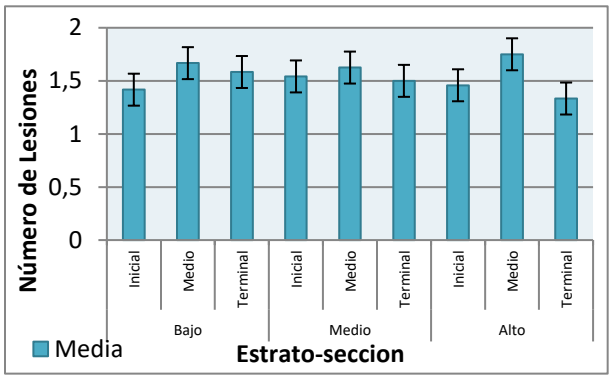


Figura 2.7. . Numero de lesiones encontradas por tratamiento (TI y TII) (Izquierda), Numero de lesiones encontradas por estrato-sección (derecha).

2.4.5. Área de lesiones

El área de las lesiones en los dos tratamientos (TI y TII) estadísticamente tuvo una diferencia; donde el área promedio en TI fue de 10,33 mm^2 y para el TII de 20,85 mm^2, con una desviación de ± 2,96 (Tabla 2.4, Figura 2.8 (Izquierda)).

Método: 95,0 porciento LSD

Tabla 2.4. Comparaciones Múltiples para Área mm2 por Tratamiento

Tratamiento	*Recuento*	*Media MC*	*Sigma MC*	*Grupos Homogéneos*
1	108	10,3292	2,96567	X
2	108	20,8495	2,96567	X
Contraste	*Sig.*	*Diferencia*	*Límites +/-*	
1 - 2	*	-10,5204	8,26934	

* denota una diferencia estadísticamente significativa.

Para los estratos se obtuvo un área promedio de 6,17 mm^2 en la sección terminal de la rama del estrato alto, frente a 30,94 mm^2 en la sección media del mismo estrato con un error estándar de ± 6,21, siendo estos dos valores los máximos y mínimos obtenidos; para los demás estrato el promedio del área de las lesiones estuvo en 10.58, 24.42 y 14.75 mm^2 para el estrato Bajo (inicial, medio, terminal) en el orden mencionado; en el estrato medio fue de 10,96 mm^2 en la sección inicial, 19,13 mm^2 en medio, y 11,98 mm^2 para terminal; por

último en el estrato alto en los punto inicial, medio y terminal fue de 11.49, 30.94 y 6.17 mm^2 respectivamente (Figura 2.8 (derecha)).

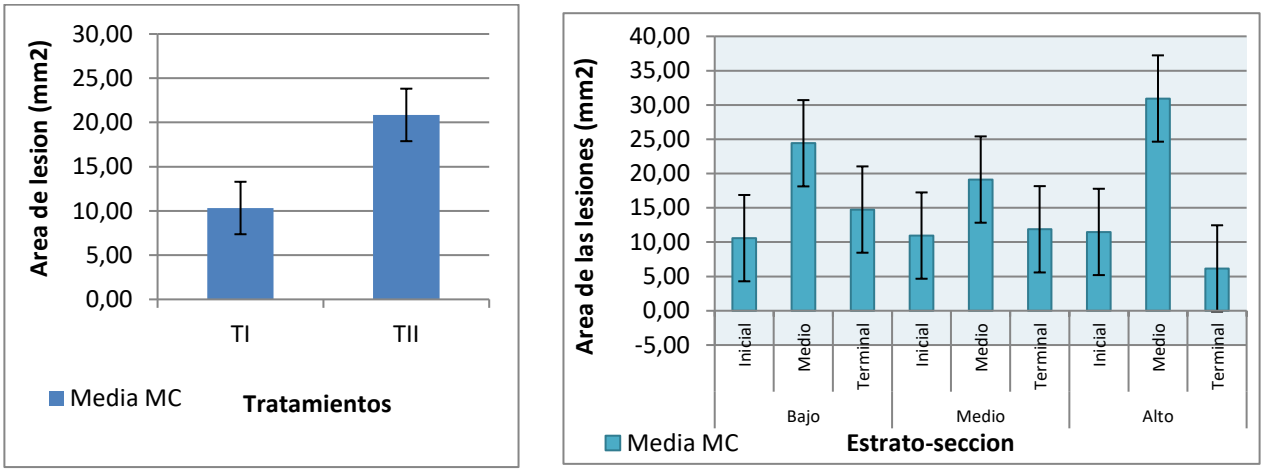


Figura 2.8. Área de lesión (mm^2)/ tratamiento (izquierda), Área de las lesiones (mm2) en cada estrato sección (derecha).

Dentro de los géneros encontrados existen algunos considerados patógenos en este cultivo, como es el caso de *Lasiodiplodia* agente causal de muerte descendente en campo y pudrición peduncular en fruta en la etapa de pos cosecha (Sandoval-Sánchez, 2012), *Curvularia* se asoció en 1970 por Singh, con la mancha foliar, Guillen- Sánchez *et al.,* (2007), reportaron a *Cladosporium* como responsable de producir falsa cenicilla en panículas y, *Alternaría* es responsable de la Mancha negra del fruto (López- Mora *et al.,* 2013), Podredumbre del tallo (Prusky *et al.,* 2001) y *Alternaría* rot (Prusky *et al.,* 2002).

De los géneros mencionados en el párrafo anterior *Lasiodiplodia* tuvo una mayor incidencia en los estratos bajos del árbol, con 8,3% en todas las secciones de las ramas (inicial, medio y terminal) con el TI, y en el TII tuvo 13,9% en el bajo inicial y 19,4 en el bajo terminal. Por otro lado, *Alternaria,* se observó más en el estrato medio del árbol con 12,03% de ocurrencia en el TII y en el TI con 11,1 en el estrato bajo y alto, para el micelio en ambos tratamientos presento un porcentaje de ocurrencia de 2,2 % (Figura 2.6).

En este estudio el tratamiento que mejor comportamiento tuvo frente a los aislamientos de hongos fitopatógenos en dormancia es dependiente al agente que desee aislar, es decir, para el aislamiento de *Lasiodiplodia,* se recomienda el TII (Frio 6°C/7dias); para aislar *Curvularia y Alternaria* se recomienda el método convencional de cámara húmeda con temperatura ambiente a 28°C utilizando el TI como la mejor opción, aunque, el micelio se presentó en los dos tratamientos en igual proporción.

Los tratamientos de choque térmico generan una alteración en el proceso de esporulación y producción de toxinas, igualmente induce a la adquisición de la termoresistencia por medio del mecanismo de quiescencia de algunos organismos (Heredia, 1996) en este caso, fúngicos, esta reacción del microorganismo frente a cambios en la temperatura se le atribuye a cambios en el metabolismo del hongo causados por la activación de genes que aumentan la síntesis proteica de protección denominadas proteínas del shock térmico (HSP) (Coronato *et* al., 1999) al exponer las células a temperaturas extremas desde 4°C (inferior) hasta los 88°C (superior) (Isaza, 1995).

Hay que mencionar que al ser el mango un fruto climatérico la interrupción de la quiescencia de estos fitopatógenos, está relacionada con la reducción de compuestos anti fúngicos (dienes) o síntesis de etileno en el proceso de maduración (Prusky, 1996), lo que puede conllevar a la producción de enfermedades fúngicas en la etapa de pos cosecha y almacenamiento, por esta razón, se hace necesario tener cuidado en las labores de cosecha, almacenamiento y transporte de la fruta para evitar daño mecánico, utilizando métodos de desinfección óptimos que inactivan el inóculo.

2.5. Conclusión

Al realizar este estudio junto con la aplicación de los dos tratamientos, se aislaron de las ramas *Alternaria* sp., *Lasiodiplodia* sp., y un crecimiento micelial sin identificar.

En el tratamiento en frio 6°C/7 días se observó mayor número de lesiones, área de estas, y numero de aislamiento de los géneros encontrados, *Alternaria* sp., L*asiodiplodia* sp., en comparación con el TI: tratamiento en hipoclorito de sodio al 2,5 %, lo que nos indica que el tratamiento de choque térmico tiene mejores resultados al momento de inducir infecciones quiescentes debido a que este permite que el microorganismo se mantenga en estado latente, evitando así las infecciones por microorganismos superficiales; el hipoclorito de sodio (NaClO) eliminó los contaminantes que estuvieran en la superficie de la rama, induciendo la aparición de síntomas en la cámara húmeda pero en menor proporción que el TII.

El análisis estadístico con el método de LSD de Fisher arrojó que, para el número de lesiones (NL) encontradas por tratamiento en cada sección de la rama, no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p<0,05$), por el contrario, para el área de estas (AL), el número de géneros (NG) y el número de aislamientos por microorganismo (NAG) de cada tratamiento, si se evidenció una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95%.

Las diferencias estadísticas que se presentaron se deben a la frecuencia con que aparecieron algunos microorganismos en los distintos estratos, puesto que en el TII el que menor incidencia tuvo fue el que no se logró identificar con una ocurrencia del 2,2%, en contraste con *Alternaria* que tuvo la misma proporción en el TI. Respecto al tamaño de las lesiones, el TII presentó mayor área de estas con 20,85 mm^2 en promedio en comparación con el TI con 10,33 con una desviación de ± 2,97.

2.6. Referencias Bibliográficas

ABATA, L. K; PAZ, I. A; VIERA, W; Y FLORES, F. J. First report of Alternaria rot caused by *Alternaria alternata* on peach in Ecuador. *Plant Disease*, 2016, vol. 100, no 11, p. 2323-2323.

ADASKAVEG, J.E., Y FORSTER, H. Characterization of *Colletotrichum acutatum* Isolates Causing Anthracnose of Almond and Peach in California. En: Plant Pathology. Vol. 87 No 9 (Jun. 1997); p.979-987.

ALAMA, I.; MALDONADO, E.; GÁLVEZ, E. Rodríguez. *Lasiodiplodia theobromae* afectando el Cultivo de Palto (Persea americana) en las condiciones de Piura-Perú. *Universalia*, 2006, vol. 11, no 2, p. 4-13.

AMARAL, Daniela Dambros; MONTEIRO, Ana Leticia Rocha; SILVA, Elias Inácio DA; LINS, Severina Rodrigues De Oliveira, Y OLIVEIRA, Sonia Maria. frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. En: *Caatinga*. Vol., 30. No. 3 (Sep. 2017); p. 786-793.

ARENAS, Yolima Andrea; TORRES-GONZÁLEZ, Celina; DÍAZ ORTIZ, Jaime Ernesto. Identificación de microorganismos antagonistas del hongo fusarium sp. en órganos de *Heliconia* spp. En: *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* [en linea] 2013, no 12. (Enero-Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en: https://www.redalyc.org/html/2311/231130851007/ ISSN 1692-9918

BENSCH, Konstanze; BRAUN, Uwe; GROENEWALD, Johannes; & CROUS, Pedro. The genus *cladosporium*. En: *Studies in mycology* [en línea]. Junio 2012, vol. 72, p. 1-401. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061614600713

CORONATO, Silvia; GIROLAMO, Wanda; SALAS, Margarita; SPINELLI, Osvaldo; LAGUENS, Graciela. Biología de las proteínas del shock térmico. Buenos Aires, 1999. Fecha de consulta: 9 de febrero de 2019] Disponible en: http://medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol59-99/5/v59_n5_1_477_486.pdf ISSN 0025-7680.

CHÁVEZ-ZOBEL, Aura; SÁENZ-SUÁREZ, Homero. Implicaciones de las proteínas de choque térmico pequeñas (sHsp/HSPB) en el desarrollo de enfermedades degenerativas. Universitas Scientiarum [en linea] 2009, 14 (Enero-Abril): [Fecha de consulta: 9 de febrero de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912232005> ISSN 0122-7483.

DANGON-BERNIER, Fabio; PÁEZ-REDONDO, Alberto; QUINTERO-MERCADO, Andrés. Aislamientos endofíticos de *Colletotrichum* spp. a partir de hojas y ramas de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Azúcar en el municipio de Ciénaga, Magdalena, Colombia. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2019, vol.

43, no 166, p. 65-77. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/788

DÍAZ, M. Ayala; MALDONADO, E.; GÁLVEZ, E. Rodríguez. Incidencia de la muerte apical descendente causada por *Lasiodiplodia theobromae* en el cultivo de mango en Piura, Perú. Fitopatología, 1999, vol. 34, no 2, p. 90-95.

DOS SANTOS, C. D; SOUSA, E. M. R; CANDEIAS, E. L; VITÓRIA, N. S; BEZERRA, J. L; & LUZ, E. D. M. N. *Lasiodiplodia theobromae* as an endophyte on Orchidaceae in Bahia. En: *Agrotrópica. 2*012, vol. 24, no 3, p. 179-182.

FRENCH, Eduardo; HEBERT, Teddy. Métodos de investigación fitopatológica [en línea]. Costa Rica: IICA. 1980, 289 p. Serie: Libros y materiales Educativos No. 43.

GAMBOA-GAITÁN, Miguel A. Hongos endófitos tropicales: Conocimiento actual y perpectivas. *Acta biológica colombiana*, 2006, vol. 11, p. 3-20.

GUILLÉN-SÁNCHEZ, Dagoberto; YAÑEZ-MORALES, María; TÉLIZ-ORTÍZ, Daniel; SIEBE-GRABACH, Christina & BAUTISTA-BAÑOS, Silvia. Morphological and molecular characterization of *Cladosporium tenuissimum* Cooke (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on mango tree panicles: Symptoms, pathogenicity and severity of the fungus. En*: Fruits*. Vol., 62.No. 6 (Nov. 2007); p. 361-368.

HERRERA PARRA, Elizabeth; BACAB PÉREZ, Imelda Maricela; ALEJO, Jairo Cristobal; TUN SUÁREZ, José María & RUÍZ SÁNCHEZ, Esaú. Patogenicidad de *fusarium solani* (mart.) sacc. y *alternaria alternata* (fries) keissler en *thevetia peruviana* (pers.) k. schum. y su control *in vitro.* Fitosanidad [en linea] 2011, vol. 15, no 4. (Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en:**<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209123682005>** ISSN 1562-3009

HEREDIA ROJAS, Norma. Caracterización de la respuesta al choque térmico de *Clostrídiam perfringens* TIPO A. México, 1996. 153p. Trabajo de grado en ciencias con especialidad en microbiología. Universidad Autónoma De Nuevo León. Facultad de ciencias biológicas.

HUAMÁN COCHAS, Renzo Armando. Etiología y control de la pudrición del tallo de la vid, en la localidad de Chincha–Ica. [en línea]. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 2015. 97 p. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2110/H20-H83-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HUESCA-ESPITIA, L. C.; SÁNCHEZ-SALAS, J. L.; BANDALA, E. R. Métodos para la inactivación de esporas en alimentos. En: *Temas selectos de ingeniería de alimento*. Vol., 8. No. 1 (2014); p. 48-67.

ISAZA GUZMÁN, Diana. La respuesta de shock térmico y el dimorfismo en Leishmania. En*: Biomédica*. Vol., 15 No 4 (Dic, 1995); p. 220-225.

JOHNSON, G.; MEAD, A.; COOKE, A; DEAN, J. Mango stem end rot pathogens - Fruit infection by endophytic colonisation of the inflorescence and pedicel. **En:** *Annals of Applied Biology* [en línea]. 1992, vol 120, no. 2, p. 225 – 234. **[Consultado:** 27 **de** abril **de** 2019**]. Disponible en:** https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1992.tb03420.x

KELLER S. Working with arthropod-pathogenic Entomophthorales. IOBC/WPRS. Workshop. Working Group "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes" (9., 1993, Zurich), Anais. (1993), p. 24.

LÓPEZ-MORA, Laura Ibeth; GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, Porfirio; BAUTISTA-BAÑOS, Silvia; JIMÉNEZ-GARCÍA, Luis Felipe & ZAVALETA-MANCERA, Hilda Araceli. Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano en *Alternaria alternata* y en la calidad del mango 'Tommy Atkins' durante el almacenamiento. En: *Chapingo. Serie horticultura.* Vol., 19. No 3. (Dic. 2013); p. 315-331.

MADRIGAL, V. M. Control biológico de la mancha negra (*Alternaria alternata*) como alternativa de prevención en el manejo poscosecha del mango. Córdoba, Veracruz, México, 2009. Tesis de Maestría Tecnológica en Agroindustria. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Posgraduados.

MULKAY, Tania. PAUMIER, Adrián. ARANGUREN, Miguel. HERRERA, Olga. Diagnóstico de las enfermedades fungosas de mayor incidencia durante la poscosecha de la Papaya (*Carica papaya* L.), el mango (*Mangifera indica* L.) y el Aguacate (*Persea americana* Miller) en tres localidades frutícolas de Cuba. En: Revista CitriFrut. Vol., 27 No 2 (Jul-Dic, 2010); p. 23-30.

PAÉZ, Alberto. Tecnologías Sostenibles para el Manejo de la Antracnosis en Papaya y Mango. Boletín No. 96. Corpoica. Monteria-Córdoba, Colombia. (2004).10 p.

PAEZ-REDONDO, Alberto; HOYOS-CARVAJAL, Liliana. METODOLOGÍAS PARA LA INDUCCION DE INFECCIONES PROCEDENTES DE INÓCULO QUIESCENTE EN LA INTERACCIÓN *Mangifera indica-Colletotrichum.* En: *Fitopatologia Colombiana: Revista de la asociación colombiana de fitopatología y ciencias afines "ASCOLFI"* 2017, vol. 41, nro. 1. p. 55. ISSN 0120- 0143.

PARRA AYA, Lorena. Relación entre infecciones quiescentes de *Colletotrichum gloesporoides (*Penz*)* y los diferentes estados fenológicos del fruto de mango (*Mangifera indica L*) variedad hilacha. [en línea]. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Microbiólogo Agrícola y veterinario. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias básicas. 2008. 112 p. [Consultado: 17 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis120.pdf

PRUSKY, Dov. Pathogen quiescence in postharvest diseases. En: *Annual Review of Phytopathology.* 1996, vol.,34, no 1, p. 413 - 434.

PRUSKY, D., MCEVOY, J., LEVERENTZ, R., and CONWAY, W. 2001. Local modulation of host pH by *Colletotrichum* species as a mechanism to increase virulence. Phytopathology 9:1105–1113.

PRUSKY, D.; SHALOM, Y.; KOBILER, I.; AKERMAN, M. & FUCHS, Y.ET AL. The level of quiescent infection of *Alternaria alternata* in mango fruits at harvest determines the postharvest treatment applied for the control of rots during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 2002, vol. 25, no 3, p. 339-347.

PRUSKY, Dov; ALKAN, Noam; MENGISTE, Tesfaye & FLUHR, Robert. Quiescent and Necrotrophic Lifestyle Choice During Postharvest Disease Development. En: *Annual Review of Phytopathology.* 2013, vol, 51; p. 155-176.

SAUCEDO BAZALAR, Manuel Jesús. Hongos asociados a la muerte regresiva en el cultivo de Mango (*Mangifera indica* l., 1753) y su incidencia en la región Piura–2015. 2016 **[**En línea**].** Trabajo de investigación para optar el título de Biologo. Piura – Perú: Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ciencias. 2016. 76 p. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: Repositorio Institucional Digital. http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1318/CIE-SAU-BAZ-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SANDOVAL-SÁNCHEZ, Maricarmen; NIETO-ÁNGEL, Daniel; SANDOVAL-ISLAS, J. Sergio; TÉLIZ-ORTIZ, Daniel; OROZCO-SANTOS, Mario, & SILVA-ROJAS, H. Victoria. Hongos asociados a pudrición del pedúnculo y muerte descendente del mango (*Mangifera indica* L.). En: *Agro ciencia*. Vol., 47. No. 1 (Feb. 2013); p. 61-73.

SWINBURNE, T.R. Quiescent infections in post-harvest diseases. En: Post-harvest pathology of fruits and vegetables/edited by Colin Dennis. (1983); p.1-21.

TUSET, J. J.; HINAREJOS, C.; MIRA, J. L. Eficacia de los tratamientos postcosecha tolerados en producción integrada en el control de Penicillium digitatum y Botrytis cinerea. *Levante Agrícola*, 2000, vol. 352, p. 210-214.

VÁSQUEZ, José; BAENA, Diosdado; MENJIVAR, Juan Carlos. Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en suelos de la granja experimental de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia). En: Acta Agronómica. Vol., 59. No 4 (oct. 2010); p. 449-456.

VIVAS BENITES, Fabiola Beatriz. Hongos asociados al manchado y pudrición peduncular, en frutos postcosecha de mango (*Mangifera indica* L.) Var. Kent. Durante la campaña 2014-2015. Piura, Perú, 2015, 84p. Tesis (Bióloga). Universidad Nacional De Piura. Facultad De Ciencias.

ZAVALA-LEÓN, M. J.; TUN-SUÁREZ, J. M.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; RUIZ-SÁNCHEZ, E.; GUTIÉRREZ-ALONSO, O., VÁZQUEZ-CALDERÓN, M., MÉNDEZ-GONZÁLEZ, R. Control postcosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. a fungicidas organosintéticos. En: *Revista chapingo serie horticultura* [en linea] 2005, vol. 11, no 2. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911210> ISSN 1027-152X

Conclusiones

Algunos de los microorganismos encontrados en este estudio han sido reportados como patógenos de enfermedades en pre o post cosecha, dependiendo la condición favorable que encuentre para su crecimiento, en la rama no encontramos *Colletotrichum* sp., a pesar de que este hongo su característica principal sea conocida por su quiescencia, aunque si se aislaron otros hongos que pueden ser patógenos o saprofitos: *Aspergillus niger* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Alternaria* sp., *Penicillium* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Fusarium* sp.

Por otro lado el frio mantuvo a los organismos en un estado de dormancia, inhibiendo así el proceso infeccioso de ellos durante la acción del choque térmico; el hipoclorito de sodio (NaClO) erradico cualquier contaminante que se hallase en la superficie de la muestra, impulsando el desarrollo de síntomas al realizar la cámara húmeda.

Bibliografía

ABATA, L. K; PAZ, I. A; VIERA, W; Y FLORES, F. J. First report of Alternaria rot caused by *Alternaria alternata* on peach in Ecuador. *Plant Disease*, 2016, vol. 100, no 11, p. 2323-2323.

ABARCA, M. L. (2000). Taxonomía e identificación de especies implicadas en la Aspergilosis nosocomial. En: Rev Iberoamericana Micol. vol., 17, No. 3 (2005); p. 79-84.

ADASKAVEG, J.E., Y FORSTER, H. Characterization of *Colletotrichum acutatum* Isolates Causing Anthracnose of Almond and Peach in California. En*: Plant Pathology*. Vol. 87 No 9 (Jun. 1997); p.979-987.

ARAUJO-BLANCO, J., ROJAS, Y., DEPOOL, B., ANTEQUERA, A., RODRÍGUEZ, J., & YEGRES, F. Microanálisis de una cepa de *Aspergillus niger* biocatalizadora de hidrocarburos policíclicos aromáticos hpa. En: Acta Microscopica, Vol., 25 No. 2 (2016); p. 98-110.

Agencia Agraria de Noticia. APEM y Universidad de Piura Inician Estudios Sobre Patologías del Mango. Piura, Perú, AGRARIA.PE, 2014.

ALVARADO, Juan; MORENO Luis. ACUERDO DE COMPETITIVIDAD CADENA PRODUCTIVA DEL MANGO EN COLOMBIA. Bogotá, Noviembre. 2012; p.56

AL ADAWI, A. O; DEADMAN, M. L; AL RAWAHI, A. K; AL MAQBALI, Y. M; AL JAHWARI, A. A; AL SAADI, B. A; WINGFIELD, M. J. A etiology and causal agents of mango sudden decline disease in the Sultanate of Oman. *European Journal of Plant Pathology*, 2006, vol. 116, no 4, p. 247-254.

ALAMA, I.; MALDONADO, E.; GÁLVEZ, E. Rodríguez. *Lasiodiplodia theobromae* afectando el Cultivo de Palto (*Persea americana*) en las condiciones de Piura-Perú. *Universalia*, 2006, vol. 11, no 2, p. 4-13.

AMARAL, Daniela Dambros; MONTEIRO, Ana Leticia Rocha; SILVA, Elias Inácio DA; LINS, Severina Rodrigues De Oliveira, Y OLIVEIRA, Sonia Maria. frequency of quiescent fungi and post-harvest alternative management of stem end rot in papaya. En: *Caatinga*. Vol., 30. No. 3 (Sep. 2017); p. 786-793.

ARAUZ, L.F., GONZÁLEZ-LOBO, M. Fuentes de inóculo de algunas enfermedades de poscosecha del mango. Costa Rica. En: *Agronomía Costarricense*, 1986. Vol., 10. No 1-2 (1986); p. 217-220.

ARENAS, Yolima Andrea; TORRES-GONZÁLEZ, Celina; DÍAZ ORTIZ, Jaime Ernesto. Identificación de microorganismos antagonistas del hongo *Fusarium* sp. en órganos de *Heliconia* spp. En: *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* [en línea] 2013, no 12. (Enero-Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en: https://www.redalyc.org/html/2311/231130851007/ ISSN 1692-9918

BENO-MOUALEM, Delila; PRUSKY, Dov. Early events in the development of quiescent infection of avocado fruits against *C. gloeosporioides*. En: The *American Phytopathological Society* [en línea]. Israel: Department of Postharvest Science of Fresh Produce, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, january 2000. vol. 90, nro. 5. p. 553–559. [Consultado: 13 de abril de 2019]. Disponible en http://www.avocadosource.com/Journals/AmPhSoc/0324-01R.pdf

BENSCH, Konstanze; BRAUN, Uwe; GROENEWALD, Johannes; & CROUS, Pedro. The genus cladosporium. En: *Studies in mycology* [en línea]. junio 2012, vol. 72, p. 1-401. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166061614600713

BETANCOURT RESENDES, I; VELÁZQUEZ MONREAL, J; MONTERO CASTRO, J; FERNÁNDEZ PAVÍA, S; LOZOYA SALDAÑA, H; RODRÍGUEZ ALVARADO, G. *Fusarium mexicanum* Agente Causal de la Malformación del Mango en Jalisco, México. En: Revista mex. fitopatol . Vol., 30. No 2 (May-2012); p. 115-127.

CONTRERAS, Camilo. Caracterización y pruebas de patogenicidad cruzada entre aislamientos de *Colletotrichum* spp., obtenidos de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam), tomate de árbol (*Solanum betacea* Sendt), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss), mango (*Mangifera indica* L) y tallos de mora (*Rubus glaucus* Benth) con síntomas de antracnosis. Bogotá, 2006, 115p. Trabajo de grado (Microbiólogo Agrícola y veterinaria). Universidad Javeriana. Facultad de ciencias básicas.

CORONATO, Silvia; GIROLAMO, Wanda; SALAS, Margarita; SPINELLI, Osvaldo; LAGUENS, Graciela. Biología de las proteínas del shock térmico. Buenos Aires, 1999. Fecha de consulta: 9 de febrero de 2019] Disponible en: http://medicinabuenosaires.com/demo/revistas/vol59-99/5/v59_n5_1_477_486.pdf ISSN 0025-7680.

CHÁVEZ-ZOBEL, Aura; SÁENZ-SUÁREZ, Homero. Implicaciones de las proteínas de choque térmico pequeñas (sHsp/HSPB) en el desarrollo de enfermedades degenerativas. Universitas Scientiarum [en linea] 2009, 14 (Enero-Abril): [Fecha de consulta: 9 de febrero de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912232005> ISSN 0122-7483.

DAMM, Ulrike; CROUS, Pedro W.; FOURIE, Paul H. Botryosphaeriaceae as potential pathogens of *Prunus* species in South Africa, with descriptions of *Diplodia africana* and *Lasiodiplodia plurivora* sp. nov. *Mycologia*, 2007, vol. 99, no 5, p. 664-680.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. *DANE 2016. Cifras sectoriales 2016 Octubre Mango* [diapositivas], 19 diapositivas. [Consultado 11 de Abril de 2019]. Disponible en Internet: https://sioc.minagricultura.gov.co/Mango/Documentos/002 - Cifras Sectoriales/002 - Cifras Sectoriales - 2016 Octubre Mango.pptx

DÍAZ, M. Ayala; MALDONADO, E.; GÁLVEZ, E. Rodríguez. Incidencia de la muerte apical descendente causada por Lasiodiplodia theobromae en el cultivo de mango en Piura, Perú. Fitopatología, 1999, vol. 34, no 2, p. 90-95.

DIEDHIOU, P.M; MBAYE, N; DRAMÉ, A. Y SAMB, P.I. Alteration of post harvest diseases of mango *Mangifera indica* through production practices and climatic factors. En: *African Journal of Biotechnology.* Vol., 6 No 9 (2007); p. 1087-1094.

DANGON-BERNIER, Fabio; PÁEZ-REDONDO, Alberto; QUINTERO-MERCADO, Andrés. Aislamientos endofíticos de *Colletotrichum* spp. a partir de hojas y ramas de mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Azúcar en el municipio de Ciénaga, Magdalena, Colombia. En: *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 2019, vol. 43, no 166, p. 65-77. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/788

DOS SANTOS, C. D; SOUSA, E. M. R; CANDEIAS, E. L; VITÓRIA, N. S; BEZERRA, J. L; & LUZ, E. D. M. N. *Lasiodiplodia theobromae* as an endophyte on Orchidaceae in Bahia. En: *Agrotrópica. 2*012, vol. 24, no 3, p. 179-182.

DUQUE, Carmenza; MORALES, Alicia. El aroma frutal de Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2005. 116p.

DROBY, S.; PRUSKY, D.; JACOBY, B.; GOLDMAN, A. Presence of an antifungal compound and its relation in the latency of *Alternaria alternata* in unripe peel of mango fruits. En*: Physiological and Molecular Plant Pathology*. Vol., 29 (1986); p. 173-183.

ESPINOSA, A.J., MIRANDA, S., M.A., ARIAS S., J.F., RICO P., H.R. Y JAVIER, M.J. La Escoba de Bruja o Malformación Floral del Mango en Michoacán. INIFAP. CIRPAC. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Folleto Técnico Núm. 1. Apatzingán, Michoacán, México. 2007. 38 p.

FEOFILOVA E. P. Deceleration of Vital Activity as a Universal Biochemical Mechanism Ensuring Adaptation of Microorganisms to Stress Factors: A Review. En: *Applied Biochemistry and Microbiology.* Vol., 39 No 1 (2003); p. 1-18.

FRENCH, Eduardo; HEBERT, Teddy. Métodos de investigación fitopatológica [en línea]. Costa Rica: IICA. 1980, 289 p. Serie: Libros y materiales Educativos No. 43.

GALÁN, Víctor. El cultivo del mango. 2a. edición. Madrid, España: Mundi-Prensa, 2009. 341p.

GAMBOA-GAITÁN, Miguel A. Hongos endófitos tropicales: Conocimiento actual y perpectivas. *Acta biológica colombiana*, 2006, vol. 11, p. 3-20.

GONZÁLEZ, E; UMANA, G; ARAUZ, L. Combate de la pudrición peduncular del mango causada por *Botryodiplodia theobromae* pat. mediante el mantenimiento de los pedicelos y el deslechado sobre laminas. San José, Costa Rica: Agronomía Costarricense, 1999. Vol 23(1). p. 31-35.

GUILLÉN-SÁNCHEZ, Dagoberto; YAÑEZ-MORALES, María; TÉLIZ-ORTÍZ, Daniel; SIEBE-GRABACH, Christina & BAUTISTA-BAÑOS, Silvia. Morphological and molecular

characterization of *Cladosporium tenuissimum* Cooke (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on mango tree panicles: Symptoms, pathogenicity and severity of the fungus. En: *Fruits*. Vol., 62.No. 6 (Nov. 2007); p. 361-368.

HERRERA PARRA, Elizabeth; BACAB PÉREZ, Imelda Maricela; ALEJO, Jairo Cristobal; TUN SUÁREZ, José María & RUÍZ SÁNCHEZ, Esaú. Patogenicidad de *Fusarium solani* (mart.) sacc. y *Alternaria alternata* (fries) keissler en thevetia peruviana (pers.) k. schum. y su control *in vitro.* Fitosanidad [en linea] 2011, vol. 15, no 4. (Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en:**<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=209123682005>** ISSN 1562-3009

HERNÁNDEZ, Marcela. Aislamiento de hongos causantes de enfermedades de postcosecha y algunos potenciales antagonistas de frutos de mango (*Mangifera indica*) C.V. Tommy Atkins. Zapopan, Jalisco, 2008, 93 p. Trabajo de titulación en la modalidad de tesis para obtener el título de licenciado en Biología. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

HEREDIA ROJAS, Norma. CARACTERIZACION DE LA RESPUESTA AL CHOQUE TERMICO DE *Clostrídiam perfringens* TIPO A. México, 1996. 153p. Trabajo de grado en ciencias con especialidad en microbiología. Universidad Autónoma De Nuevo León. Facultad de ciencias biológicas.

HUESCA-ESPITIA, L. C.; SÁNCHEZ-SALAS, J. L.; BANDALA, E. R. Métodos para la inactivación de esporas en alimentos. En: *Temas selectos de ingeniería de alimento*. Vol., 8. No. 1 (2014); p. 48-67.

HUAMÁN COCHAS, Renzo Armando. Etiología y control de la pudrición del tallo de la vid, en la localidad de Chincha–Ica. [en línea]. Trabajo de investigación para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Lima- Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Agronomía. 2015. 97 p. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2110/H20-H83-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ISAZA GUZMÁN, Diana. La respuesta de shock térmico y el dimorfismo en Leishmania. En: *Biomédica.* Vol., 15 No 4 (Dic, 1995); p. 220-225.

JARVIS, William. Latent Infections in the Pre- and Postharvest Environment. En: *HortScience* [en línea]. Canadá: Agriculture Canada, Research Station, july of 1994. vol. 29, nro. 7.p. 749- 751. [Consultado: 11 de abril de 2019]. Disponible en https://journals.ashs.org/hortsci/view/journals/hortsci/29/7/article-p749.pdf

JOHNSON, G.I. and COOKE, A.W. Stem end rot of mango in Australia: Causes and control. En: *Plant Pathology Branch*. Acta 291 (1991); p. 288-295

JOHNSON, G.; MEAD, A.; COOKE, A; DEAN, J. Mango stem end rot pathogens - Fruit infection by endophytic colonisation of the inflorescence and pedicel. **En:** *Annals of Applied Biology* [en línea]. 1992, vol 120, no. 2, p. 225 – 234. **[Consultado:** 13 **de** abril de 2019**]. Disponible en:** https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1744-7348.1992.tb03420.x

KELLER S. Working with arthropod-pathogenic Entomophthorales. IOBC/WPRS. Workshop. Working Group “Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes” (9., 1993, Zurich), Anais. (1993), p. 24.

KORSTEN, L.; DE JAGER, E. S.; DE VILLIERS, E. E.; LOURENS, A; KOTZE, J. M.; & WEHNER, F. C. Evaluation of bacterial epiphytes isolated from avocado leaf and fruit surfaces for biocontrol of avocado postharvest diseases. En: *Plant Disease*. Vol.,79. No 11 (1995); p.1149-1156.

KHANZADA, M. Ali; LODHI, A. Mubeen; SHAHZAD, Saleem. Chemical control of Lasiodiplodia theobromae, the causal agent of mango decline in Sindh. *Pakistan Journal of Botany*, 2005, vol. 37, no 4, p. 1023.

LINS, Severina; OLIVEIRA, Sonia; ALEXANDRE, Elizabeth; SANTOS, Alice; y OLIVEIRA, Thiago. Controle alternativo da podridão peduncular em manga. En: Phytopathologica. Vol., 37. No. 3 (2011); p. 121-126.

LÓPEZ-MORA, Laura Ibeth; GUTIÉRREZ-MARTÍNEZ, Porfirio; BAUTISTA-BAÑOS, Silvia; JIMÉNEZ-GARCÍA, Luis Felipe & ZAVALETA-MANCERA, Hilda Araceli. Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano en *Alternaria alternata* y en la calidad del mango 'Tommy Atkins' durante el almacenamiento. En: *Chapingo. Serie horticultura.* Vol., 19. No 3. (Dic. 2013); p. 315-331.

MADRIGAL, V. M. Control biológico de la Mancha negra (*Alternaria alternata*) como alternativa de prevención en el manejo poscosecha del mango. Córdoba, Veracruz, México, 2009. Tesis de Maestría Tecnológica en Agroindustria. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Posgraduados.

MÉNDEZ-ALBORES, Abraham, et al. Efecto de la adición de ácido cítrico sobre la degradación de las aflatoxinas y las propiedades funcionales de productos extrudidos de sorgo. *Interciencia*, 2009, vol. 34, no 4, p. 252-258.

MOHALI S, Burgess., WINGFIELD M.J. Diversity and host association of the tropical tree endophyte *Lasiodiplodia theobromae* revealed using simple sequence repeat markers. En: *Forest Pathology.* Vol., 35 (2005); p. 385-396.

MULKAY, Tania. PAUMIER, Adrián. ARANGUREN, Miguel. HERRERA, Olga. Diagnóstico de las enfermedades fungosas de mayor incidencia durante la poscosecha de la Papaya (*Carica papaya* L.), el mango (*Mangifera indica* L.) y el Aguacate (*Persea americana* Miller) en tres localidades frutícolas de Cuba. En: *Revista CitriFrut*. Vol., 27 No 2 (Jul-Dic, 2010); p. 23-30.

NORIEGA, David; PEREYDA HERNANDEZ, Juan*;* GARRIDO-RAMIREZ, Eduardo JIMENEZ GUILLÉN, Regulo; CRUZALEY SARABIA, Rubén. Manejo integrado de la Antracnosis y caída de frutos de mango Ataulfo en las costas de Guerrero. En: *Inifap.* Folleto técnico No.22 (Dic, 2014); p. 24.

NURUL, Binti. Characterization of fungi associated with leaf spot of Mango (*Mangifera Indica* L.). Malasia, 2016, 52p. Trabajo de investigación (Magister en ciencia). Universidad Sains Malaysia.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA, Sabine Altendorf. Perspectivas mundiales de las principales frutas tropicales. **[en línea]. [Consultado:** 18 **de** abril **de** 2019**].** Archivo pdf. **Disponible en:** http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Tropical_Fruits/Documents/Tropical_Fruits_Spanish2017.pdf

PAEZ-REDONDO, Alberto; HOYOS-CARVAJAL, Liliana. Metodologías para la inducción de infecciones procedentes de inóculo quiescente en la interacción *Mangifera indica-Colletotrichum.* En: *Fitopatologia Colombiana: Revista de la asociación colombiana de fitopatología y ciencias afines "ASCOLFI"* 2017, vol. 41, nro. 1. p. 55. ISSN 0120- 0143.

PRUSKY, D.; GAT, Z.; BURD, P. Effect of relative humidity during mango growth on the incidence of quiescent infections of *Alternaria alternata*. *Plant disease (USA)*, 1993.

PRUSKY, Dov. Pathogen quiescence in postharvest diseases. En: *Annual Review of Phytopathology.* 1996, vol.,34, no 1, p. 413 - 434.

PLOETZ, R; PRAKASH, O. Foliar, floral and soilborne diseases. In: Litz, R.E. (Ed.) The mango. Botany, production and uses. CAB International. New York, USA. 1997. p. 281 – 325.

PLOETZ, Randy; ZENTMYER, George; NISHIJIMA, W. T.; ROHRBACH, K. G.; OHR, H. D. Compendium of Tropical Fruit Diseases. The American Phytopathological Society. St. Paul Minnesota, USA. 1998. 88 p

PRUSKY, D., MCEVOY, J., LEVERENTZ, R., AND CONWAY, W. 2001. Local modulation of host pH by *Colletotrichum* species as a mechanism to increase virulence. Phytopathology 9:1105–1113.

PRUSKY, D.; SHALOM, Y.; KOBILER, I.; AKERMAN, M. & FUCHS, Y.ET AL. The level of quiescent infection of *Alternaria alternata* in mango fruits at harvest determines the postharvest treatment applied for the control of rots during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 2002, vol. 25, no 3, p. 339-347.

PÁEZ, Rafael. Tecnologías sostenibles para el manejo de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) en Papaya (*Carica papaya* L.) y Mango (*Mangifera indica* L.) . En: Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Boletin técnico No 8 (2003); p.18.

PAÉZ, Alberto. Tecnologías Sostenibles para el Manejo de la Antracnosis en Papaya y Mango. Boletín No. 96. Corpoica. Monteria-Córdoba, Colombia. (2004).10 p.

PLOETZ, R.C. Diseases of Mango. En: Ploetz, R.C. (ed.) Doseases of Tropical Fruit Crops, CAB International, Wallingford, Uk. (2003); p. 327-363.

PLOETZ, R. C. Diseases of Tropical Perennial Crops: Challenging Problems in Diverse Environments. Plant Disease. Vol., 91 No. 6 (2007); p. 644-66.

PRUSKY D; LICHTER A. Activation of quiescent infections by postharvest pathogens during transition from the biotrophic to the necrotrophic stage. FEMS Microbiol Lett. 2007 {En línea}. {09 Marzo de 2019} disponible en https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17227463#

PARRA AYA, Lorena. Relación entre infecciones quiescentes de *Colletotrichum gloesporoides (*Penz*)* y los diferentes estados fenológicos del fruto de mango (*Mangifera indica L*) variedad hilacha. [en línea]. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Microbiólogo Agrícola y veterinario. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias básicas. 2008. 112 p. [Consultado: 17 de abril de 2019]. Disponible en: https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis120.pdf

PRUSKY, Dov; ALKAN, Noam; MENGISTE, Tesfaye & FLUHR, Robert. Quiescent and Necrotrophic Lifestyle Choice During Postharvest Disease Development. En: *Annual Review of Phytopathology.* 2013, vol, 51; p. 155-176.

PICOS-MUÑOZ, P.A; GARCÍA-ESTRADA, R.S; LEÓN-FÉLIX, J; SAÑUDO- BARAJAS, A; Y ALLENDE-MOLAR, R. *Lasiodiplodia theobromae* en Cultivos Agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. Revista Mexicana de FITOPATOLOGÍA, 2015. vol 33. Número 1. p. 54-74.

PACHECO, Carlos; GONZÁLEZ, María; MANZANILLA, Edward. Diversidad de hongos en cinco cultivares de mango (*Mangifera indica* l.) del banco de germoplasma del INIA-CENIAP Maracay. En: *Bioagro.* Vol., 28. No 3 (2016); p. 201-208.

RODRÍGUEZ-GÁLVEZ, Edgar; GUERRERO, Pakita; BARRADAS, Carla; CROUS, Pedro; Y Alves, Artur. Phylogeny and pathogenicity of *Lasiodiplodia* species associated with dieback of mango in Peru. *Fungal biology*, 2017, vol. 121, no 4, p. 452-465.

RONDÓN, José. Estudio biológico y epidemiológico de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides,* penz), del tomate de árbol (*Solanum betacea,* (cav) sendt), y generación de alternativas para su manejo integrado en Colombia. {En línea}. {09 Marzo de 2019} disponible en 20061127103437_Estudio de la antracnosis en tomate de arbol.pdf

SAUCEDO BAZALAR, Manuel Jesús. Hongos asociados a la muerte regresiva en el cultivo de Mango (*Mangifera indica* l., 1753) y su incidencia en la región Piura–2015. 2016 **[**En línea**].** Trabajo de investigación para optar el título de Biólogo. Piura – Perú: Universidad Nacional de Piura. Facultad de Ciencias. 2016. 76 p. [Consultado: 27 de abril de 2019]. Disponible en: Repositorio Institucional Digital. http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1318/CIE-SAU-BAZ-16.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SANDOVAL-SÁNCHEZ, Maricarmen; NIETO-ÁNGEL, Daniel; SANDOVAL-ISLAS, J. Sergio; TÉLIZ-ORTIZ, Daniel; OROZCO-SANTOS, Mario, & SILVA-ROJAS, H. Victoria. Hongos asociados a pudrición del pedúnculo y muerte descendente del mango (*Mangifera indica* L.). En: *Agro ciencia*. Vol., 47. No. 1 (Feb. 2013); p. 61-73.

SWINBURNE, T.R. Quiescent infections in post-harvest diseases. En: Post-harvest pathology of fruits and vegetables/edited by Colin Dennis. (1983);p.1-21.

TALHINHAS, P; MOTA-CAPITÃO, C; MARTINS, S; RAMOS, AP; NEVES-MARTINS, J; GUERRA-GUIMARÃES, L; VÁRZEA, V; SILVA, MC; SREENIVASAPRASAD, S. Y OLIVEIRA , H. Epidemiology, histopathology and aetiology of olive anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* in Portugal. *Plant Pathology*, 2011, vol. 60, no 3, p. 483-495.

TUSET, J. J.; HINAREJOS, C.; MIRA, J. L. Eficacia de los tratamientos postcosecha tolerados en producción integrada en el control de *Penicillium digitatum* y *Botrytis cinerea*. *Levante Agrícola*, 2000, vol. 352, p. 210-214.

VÁSQUEZ, José; BAENA, Diosdado; MENJIVAR, Juan Carlos. Variabilidad espacial de propiedades físicas y químicas en suelos de la granja experimental de la Universidad del Magdalena (Santa Marta, Colombia). En: Acta Agronómica. Vol., 59. No 4 (oct. 2010); p. 449-456.

VERHOEFF, K. Latent infections by fungi. En*: Annual Review of Phytopathology.* Vol., 12. (Sep.1974); p.99-110.

VIVAS BENITES, Fabiola Beatriz. Hongos asociados al manchado y pudrición peduncular, en frutos postcosecha de mango (*Mangifera indica* L.) Var. Kent. Durante la campaña 2014-2015. Piura, Perú, 2015, 84p. Tesis (Bióloga). Universidad Nacional De Piura. Facultad De Ciencias.

YAKOBY, Nir; KOBILER, Ilana; DINOOR, Amos ; PRUSKY, Dov. pH regulation of pectate lyase secretion modulates the attack of *Colletotrichum gloeosporioides* on avocado fruits. En: American Society for Microbiology. [en línea]. Israel: Department of Postharvest Science of Fresh Produce, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan 50250,1 and Department of Plant Pathology and Microbiology, Faculty of Agricultural Food and Environmental Quality Sciences, Hebrew University of Jerusalem, March of 2000. vol. 66, nro. 3.p. 1026–1030 [Consultado: 11 de abril de 2019]. Disponible en https://aem.asm.org/content/aem/66/3/1026.full.pdf

ZAVALA-LEÓN, M. J.; TUN-SUÁREZ, J. M.; CRISTÓBAL-ALEJO, J.; RUIZ-SÁNCHEZ, E.; GUTIÉRREZ-ALONSO, O., VÁZQUEZ-CALDERÓN, M., MÉNDEZ-GONZÁLEZ, R. Control postcosecha de la antracnosis en papaya y sensibilidad de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. a fungicidas organosintéticos. En: *Revista chapingo serie horticultura* [en linea] 2005, vol. 11, no 2. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2019] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60911210> ISSN 1027-152X